



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Aplicação da Inteligência Artificial através de assistente virtual no
serviço homebanking

Tiago Miguel Antunes Vitorino

Mestrado em Tecnologias Digitais para o Negócio

Orientador:
Professor Doutor João Carlos Amaro Ferreira,
Professor Auxiliar com Agregação,
ISCTE-IUL

Outubro, 2025



TECNOLOGIAS
E ARQUITETURA

Aplicação da Inteligência Artificial através de assistente virtual no serviço homebanking

Tiago Miguel Antunes Vitorino

Mestrado em Tecnologias Digitais para o Negócio

Orientador:
Professor Doutor João Carlos Amaro Ferreira,
Professor Auxiliar com Agregação,
ISCTE-IUL

Outubro, 2025

Agradecimentos

A concretização desta tese de mestrado representa o culminar de um percurso académico e pessoal que não teria sido possível sem o contributo e o apoio de diversas pessoas, às quais expresso o meu mais profundo agradecimento.

Em primeiro lugar, desejo expressar a minha sincera gratidão ao meu orientador, Professor Doutor João Carlos Ferreira, pela orientação científica, pela disponibilidade constante e pelas valiosas sugestões que orientaram o desenvolvimento deste trabalho. O seu rigor, empenho e espírito crítico foram fundamentais para a qualidade e consolidação desta investigação.

Agradeço também ao ISCTE e a todos os professores que fizeram parte do corpo docente deste mestrado, pelo enquadramento académico e pelos recursos disponibilizados, que possibilitaram a realização deste estudo.

Por fim, um agradecimento muito especial à minha família, pela paciência e compreensão incondicional. O vosso apoio foi essencial em todos os momentos e deu-me a força necessária para concluir mais esta etapa.

A todos os que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização desta tese, o meu sincero muito obrigado.

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento conceptual de uma solução baseada em Inteligência Artificial, sob a forma de assistente virtual (*chatbot*), aplicada aos serviços de *homebanking*. A investigação surge da necessidade de otimizar o atendimento ao cliente e aumentar a eficiência operacional de uma entidade financeira, através da automatização de tarefas de suporte e da criação de um canal de comunicação inteligente e disponível permanentemente.

A metodologia adotada foi a *Design Science Research Methodology* (DSRM), que estruturou o processo em etapas de identificação do problema, conceção e avaliação do artefacto. Paralelamente, uma revisão sistemática da literatura, segundo o modelo PRISMA, permitiu compreender o estado da arte sobre *chatbots* no setor bancário, identificando benefícios, desafios e fatores críticos de sucesso.

Com base nas conclusões obtidas e nas necessidades da Organização em estudo, foi desenvolvida uma prova de conceito que define a arquitetura, os requisitos funcionais e não funcionais, e o fluxo de interação do assistente virtual. A solução integra técnicas de *Natural Language Processing* (NLP) e *Machine Learning* (ML) num modelo de linguagem (LLM), incorporando módulos de pesquisa semântica e um catálogo de *prompts* para garantir respostas consistentes, seguras e contextualizadas.

A demonstração conceptual abrange cinco cenários de *homebanking* e inclui métricas de avaliação para medir desempenho, experiência do utilizador e eficácia operacional. Os resultados evidenciam o potencial da Inteligência Artificial para melhorar a experiência do cliente, reduzir custos e promover a eficiência organizacional, oferecendo uma base metodológica sólida para futuras aplicações reais e contribuindo para a transformação digital dos serviços financeiros em Portugal.

Palavras-chave: Inteligência Artificial (IA), *Natural Language Processing* (NLP), *Machine Learning* (ML), *Chatbot*, *Homebanking*, Transformação Digital

Abstract

This work presents the conceptual development of an Artificial Intelligence-based solution in the form of a virtual assistant (chatbot) applied to homebanking services. The research addresses the need to optimize customer service and enhance the operational efficiency of a financial institution through the automation of support tasks and the creation of an intelligent, always-available communication channel.

The adopted methodology, the Design Science Research Methodology (DSRM), structured the process into stages of problem identification, artifact design, and evaluation. In parallel, a systematic literature review, conducted according to the PRISMA model, enabled a comprehensive understanding of the state of the art regarding chatbot use in the banking sector, identifying benefits, challenges, and critical success factors.

Based on the review findings and the organization's specific needs, a proof of concept was developed, defining the architecture, functional and non-functional requirements, and interaction flow of the virtual assistant. The proposed solution integrates Natural Language Processing (NLP) and Machine Learning (ML) techniques within a Large Language Model (LLM), incorporating semantic search modules and a prompt catalog to ensure consistent, secure, and context-aware responses.

The conceptual demonstration encompasses five representative homebanking scenarios and includes evaluation metrics to assess system performance, user experience, and operational effectiveness. The results highlight the potential of Artificial Intelligence to enhance customer experience, reduce operational costs, and strengthen organizational efficiency, providing a robust methodological and technical foundation for future real-world applications and contributing to the digital transformation of financial services in Portugal.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Natural Language Processing (NLP), Machine Learning (ML), Chatbot, Homebanking, Digital Transformation

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
Abstract	v
Índice	vii
Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xiii
Lista de Acrónimos e Nomenclaturas	xv
Capítulo 1. Introdução.....	1
1.1. Motivação.....	1
1.2.1. Dimensão do setor bancário em Portugal	2
1.2.2. Evolução Tecnológica.....	3
1.2.3. Potenciais riscos e desafios.....	4
1.3. Objetivos.....	5
1.4. Estrutura do Documento.....	5
Capítulo 2. Trabalhos Relacionados	7
2.1 Abordagem sobre o setor	7
2.1.1 Transformações no Setor Bancário e o Crescimento do <i>Homebanking</i>	7
2.1.2 Inteligência Artificial e Assistentes Virtuais	8
2.1.3. Integração da IA em serviços de <i>Homebanking</i> : Benefícios e Desafios.....	8
2.2 Revisão de Literatura	9
2.2.1 Metodologia de Pesquisa	9
2.2.2 Resultados da Pesquisa.....	10
2.2.3 Discussão.....	13
2.3 Considerações Finais.....	14
Capítulo 3. Metodologia e Desenvolvimento da Solução	15

3.1 Introdução à Metodologia de Investigação	15
3.2. Identificação do Problema e Definição dos Objetivos	15
3.2.1. Objetivos da Solução Proposta	16
3.3. <i>Design</i> e Desenvolvimento.....	16
3.3.1. Requisitos Funcionais e Não Funcionais.....	16
3.3.2. Arquitetura	19
3.3.3. Estrutura da Base de Dados	23
3.3.4. Fluxo de Interação do Assistente Virtual.....	25
3.4. <i>Governance</i> , Risco e Conformidade (GRC).....	27
3.4.1. <i>Governance</i>	28
3.4.2. Gestão de Risco	28
3.4.3. Conformidade e Regulamentação.....	28
3.4.4. Mecanismos de Controlo e Conformidade Operacional	29
Capítulo 4. Demonstração da Solução.....	31
4.1. Definição de Cenários.....	31
4.2. Execução e Resultados da Prova de Conceito	33
4.2.1. Demonstração Prática da Solução	36
4.3. Discussão dos Resultados.....	39
4.4. Métricas e Avaliação da Solução	39
4.4.1. Desempenho Técnico	40
4.4.2. Experiência do Utilizador	40
4.4.3. Eficácia Operacional.....	41
4.4.4. Qualidade da Informação.....	42
4.4.5. Considerações Finais sobre as Métricas.....	43
4.5. Limitações Operacionais da Plataforma Dante AI e Riscos Associados aos LLMs	44
4.5.1. Riscos de Alucinações	44

4.5.2. Impactos nos Resultados da POC.....	45
Capítulo 5. Conclusões	47
5.1. Síntese do Trabalho Desenvolvido	47
5.2. Principais Conclusões.....	47
5.3. Limitações do Estudo.....	48
5.4. Complemento à Revisão da Literatura.....	49
5.4.1. Síntese Crítica e Contributos	50
5.5. Trabalhos Futuros	51
5.5.1. Análise de Custo-Benefício	51
5.6. Considerações Finais.....	52
Referências.....	54

Lista de Figuras

Figura 1 - Número Total de Balcões (2010 - 2024).....	2
Figura 2 - Utilização da Internet para Operações Bancárias (2010-2024).....	3
Figura 3 - Fluxograma PRISMA	11
Figura 4 - Processo Metodologia DSRM	15
Figura 5 - Camadas da Arquitetura.....	20
Figura 6 - Fluxo de Interação.....	25
Figura 7 - Exemplo "Consulta de Saldo"	36
Figura 8 - Exemplo "Consulta de Histórico de Transações"	37
Figura 9 - Exemplo "Simulação de Transferência"	37
Figura 10 - Exemplo "Perguntas Frequentes (FAQs)"	38
Figura 11 - Exemplo Suporte Técnico "Recuperação de Password"	38

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Dimensões e Filtros de Pesquisa	10
Tabela 2 - Resultados da Pesquisa por Base de Dados	10
Tabela 3 - Estudos para Revisão de Literatura.....	12
Tabela 4 - Requisitos Funcionais.....	17
Tabela 5 - Requisitos Não Funcionais.....	18
Tabela 6 - Cenários da Prova de Conceito	32
Tabela 7 - Indicadores de Sucesso	35
Tabela 8 - Métricas de Desempenho Técnico	40
Tabela 9 - Métricas de Experiência do Utilizador	41
Tabela 10 - Métricas de Eficácia Operacional.....	42
Tabela 11 - Métricas de Qualidade da Informação.....	43
Tabela 12 - Comparação de estudos recentes sobre chatbots e LLMs no setor financeiro	50

Lista de Acrónimos e Nomenclaturas

CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
DSRM	<i>Design Science Research Methodology</i>
FAQ	<i>Frequently Asked Questions</i>
IA	Inteligência Artificial
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
ML	<i>Machine Learning</i>
NLP	<i>Natural Language Processing</i>
POC	<i>Proof of Concept</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
RGPD	Regulamento de Proteção de Dados Pessoais

Capítulo 1. Introdução

1.1. Motivação

O avanço tecnológico tem sido um motor de desenvolvimento das Organizações, obrigando-as a estar constantemente a inovar e a procurar soluções que as permitam adaptar-se rapidamente a este novo contexto.

Os impactos são notórios em todos os setores de atividade, no entanto, existem setores que em virtude do seu modelo de negócio mais conservador, tendem a ser mais ponderados e atrasar a sua tomada de decisão [1]. Não obstante, os clientes são cada vez mais exigentes e informados, o que levam as empresas a procurarem constantemente novas formas de comunicar e de colocar o cliente no centro da sua atividade [2].

Nesse sentido, procuro neste trabalho focar-me no sistema bancário e dos serviços financeiros, sendo o mesmo aplicado a uma *Fintech* que atua no mercado como um *player* de referência e com enfoque em prestar um serviço personalizado no atendimento ao cliente.

O serviço de atendimento ao cliente é neste momento pouco tecnológico, sendo os canais telefónico e e-mail os mais utilizados no contacto com os clientes. A equipa é reduzida, pelo que, exige um elevado esforço na repartição das tarefas diárias. O que gera algumas ineficiências identificadas na Organização e que, em virtude do aumento da sua quota de mercado, não está a conseguir prestar um serviço de qualidade aos clientes. Nomeadamente, no que respeita ao suporte de apoio ao cliente técnico e pós-venda.

O facto de atuar num setor de nicho imerso no sistema financeiro, coloca-lhe desafios junto da sua concorrência, sendo esta portadora de maior poder financeiro e também, alvo de maior penetração no mercado. O sistema bancário em Portugal está enraizado num modelo de venda pela sua rede de retalho, pese embora, também, procure cada vez mais inovar com soluções de contacto à distância e através dos canais digitais [3][4].

A entidade alvo deste estudo, tende a penetrar no mercado pela proximidade e pelo serviço de atendimento ao cliente, e é nesse ponto forte que procura inovar e aumentar o nível de satisfação dos seus clientes. Nesse sentido, o recurso à tecnologia e nomeadamente à Inteligência Artificial poderá ajudar a complementar o serviço de apoio ao cliente e colmatar/substituir algumas atividades até então desempenhas por um colaborador físico [5][6].

1.2. Contexto

1.2.1. Dimensão do setor bancário em Portugal

O setor bancário em Portugal é visto como tradicional e conservador pela maioria dos consumidores, e o seu modelo de negócio esteve durante várias décadas assente numa relação física e de proximidade junto dos seus balcões de retalho.

No entanto, o setor tem vindo a sentir uma alteração neste paradigma, com uma transição digital e que tem progressivamente originado uma alteração dos hábitos de consumo e de relação com os clientes. Com recurso aos dados estatísticos divulgados pela APB – Associação Portuguesa de Bancos [3], verifica-se uma redução drástica no número de balcões físicos dos Bancos associados (onde estão presentes os principais Bancos e Instituições Financeiras a operar no mercado Português). Em 2010 contabilizam-se 6.240 balcões distribuídos pelo território português, o que compara com os 3.284 balcões em dezembro de 2024.

A Figura 1, é ilustrativa desta quebra acentuada, com ligeira estabilização do número de balcões desde o período pós-pandemia COVID-19.

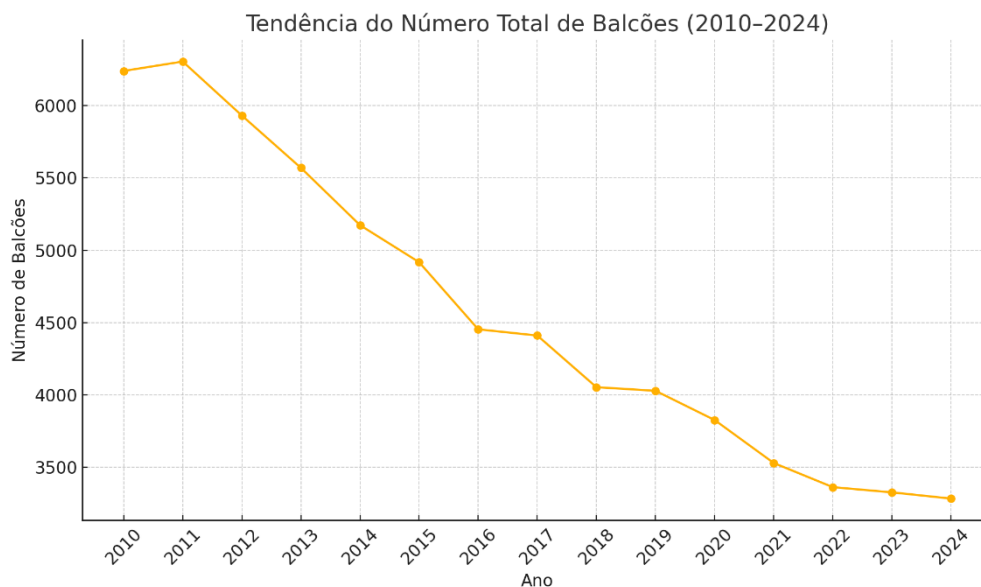


Figura 1 - Número Total de Balcões (2010 - 2024)

Contrariamente ao fecho de balcões, existiu uma transferência do atendimento dos clientes, através do recurso à realização das operações bancárias através das plataformas de *homebanking*. Com recurso à base de dados disponibilizada pelo Eurostat [4] para o período equivalente, verifica-se uma

tendência crescente da utilização da internet para a realização das operações bancárias por parte dos consumidores. A Figura 2 ilustra esse histórico temporal, e permite prever a tendência crescente a verificar-se nos próximos anos e a par, com os restantes estados-membros da União Europeia.

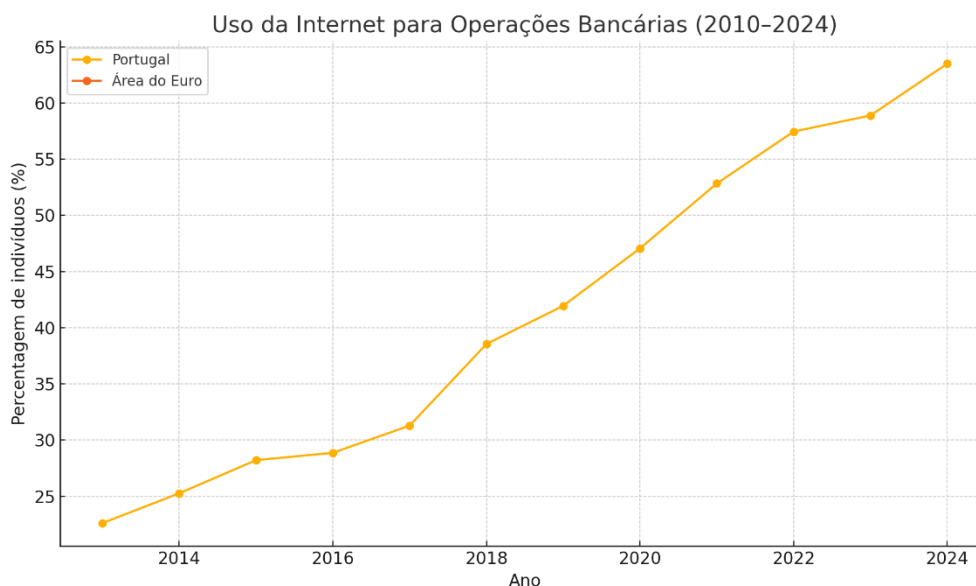


Figura 2 - Utilização da Internet para Operações Bancárias (2010-2024)

1.2.2. Evolução Tecnológica

A evolução tecnológica foi preletora e continua a ser chave para o desenvolvimento das Organizações que operam no setor bancário, destacando-se nas áreas comerciais e de apoio ao cliente [7][8]. Os Bancos e as demais entidades de serviços financeiros, procuram inovar e adaptar-se cada vez mais às novas tendências de mercado e acompanhar os consumidores na sua jornada digital [9]. Procuram ainda, distinguir-se das *Fintech*, cujo seu perfil mais disruptivo faz parte do seu ADN e do facto de terem imergido numa era mais tecnológica [10].

A entidade financeira alvo de estudo nesta tese, procura neste momento adaptar-se e elevar a sua relação de proximidade com os clientes. Sobretudo, em auxiliar os seus clientes nas tarefas mais rotineiras e que não necessitem de intervenção humana. Nesse sentido, poderá melhorar o seu nível de serviço ao cliente, e otimizar seus recursos humanos para tarefas de maior valor para a empresa.

Por outro lado, esta transição coloca novos desafios não só à gestão, mas também, aos procedimentos operacionais vigentes. O que obriga a uma aceitação de toda a estrutura e mudança do *mindset* atual.

1.2.3. Potenciais riscos e desafios

Com o recurso à tecnologia e nomeadamente IA, o desenvolvimento de uma solução de *chatbot* a incorporar no serviço de *homabanking*, poderá ser uma ferramenta útil no serviço ao cliente e resolver várias lacunas identificadas [11][12]. Não só por permitir à Organização estar em constante contacto com o cliente através do *homebanking*, e sobretudo dar resposta às principais operativas disponibilizadas ao cliente através desta via [6]. Adicionalmente, reduzirá o nível de contactos e solicitações de apoio junto da equipa comercial para resolução de problemas do quotidiano na relação com os produtos da Instituição, mas também, dará maior autonomia e confiança na utilização desta ferramenta ao cliente [13].

No entanto, são também identificados riscos e desafios, que embora detetados e abaixo mencionados, não serão alvo de consideração neste trabalho para a solução a desenvolver.

Principais riscos:

- Legais: sendo o setor bancário fortemente regulado pela legislação portuguesa e europeia, a entidade terá de minimizar os riscos inerentes à utilização de uma ferramenta de inteligência artificial no apoio ao cliente, e sobretudo no tratamento de operações mais sensíveis e que possam expor o cliente a erros com impactos negativos para o utilizador [14][15].
 - Antecipar os impactos e as respostas geradas pela IA, e com a criação de controlos e de validação humana para operações que incorram no manuseamento de fundos por parte do cliente [16].
 - Definir nas regras de utilização do produto os níveis de responsabilidade assumidas pelo cliente e pela entidade, visando a clarificação das possíveis respostas erráticas geradas pelo sistema de IA [17].
- Recursos humanos: necessidade de alinhamento das pessoas envolvidas no processo de relação com os clientes, permitindo uma futura implementação do serviço com sucesso [18].
 - Formação dos colaboradores envolvidos e alinhamento com a estratégia da empresa.
 - Identificação dos benefícios da futura implementação do *chatbot*, eliminando receios que possam existir com substituição da sua função pela IA [19][20].

1.3. Objetivos

O trabalho de projeto desenvolvido neste documento visa consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do mestrado, e aplicá-los no contexto de tese científica. Correspondendo com as metodologias de pesquisa científica e conseguindo resolver o problema formulado e objeto de estudo “Aplicação da Inteligência Artificial através de assistente virtual no serviço *homebanking*”, com recurso às tecnologias IA, IA generativa e *chatbot*.

São propostos os objetivos abaixo:

1. Realização de uma revisão de literatura com recurso à metodologia PRISMA, no sentido de apurar estado de arte e do conhecimento científico à data, e correlacioná-lo com o objeto de estudo.
2. Desenvolvimento de uma prova de conceito (POC) com os requisitos para o desenvolvimento de uma ferramenta de assistente virtual a aplicar em contexto de *homebanking*.

Os objetivos deste trabalho pretendem numa perspetiva académica desenvolver uma solução que permita resolver o problema identificado junto da Organização visada. A implementação da solução de assistente virtual não é um objetivo desta tese, pelo que, ficará para um trabalho futuro.

1.4. Estrutura do Documento

O presente documento está estruturado em cinco capítulos principais. O Capítulo 1 introduz o tema, apresentando a motivação, o contexto do setor bancário em Portugal, os desafios associados à transformação digital e os objetivos da investigação. O Capítulo 2 reúne os trabalhos relacionados, com uma revisão sistematizada da literatura segundo a metodologia PRISMA, abordando o papel da IA e dos assistentes virtuais no setor financeiro. O Capítulo 3 descreve a metodologia DSRM, adotada para este trabalho, e detalha o processo de conceção da solução, incluindo requisitos, arquitetura e fluxo de interação. O Capítulo 4 demonstra a prova de conceito desenvolvida, apresentando os cenários de utilização, os resultados conceptuais e as métricas propostas para a avaliação futura da solução. Por fim, o Capítulo 5 expõe as principais conclusões, as limitações identificadas e as perspetivas de trabalhos futuros, concluindo com a síntese das contribuições científicas e práticas deste estudo.

Capítulo 2. Trabalhos Relacionados

A utilização de assistentes virtuais através da escrita sob a forma de *chatbots* têm sido desenvolvidos na contemporaneidade, e transversal a várias indústrias [21][22]. São encontrados na literatura diversas formas de utilização desta tecnologia e do recurso a IA, sob cada vez mais utilizado nas novas formas de consumo e de comunicação com os clientes por parte das empresas [23][24]. No âmbito da realização deste trabalho, e feita uma leitura transversal, foi dado enfoque na utilização desta ferramenta em contexto bancário e sobretudo na adequação a serviços de *homebanking* e equivalentes (*e-banking*) [25][6].

2.1 Abordagem sobre o setor

A transformação digital tem impulsionado mudanças profundas nos serviços bancários, especialmente com a incorporação de tecnologias baseadas em IA. Destacam-se o uso de assistentes virtuais através de *chatbots* e/ou *voicebots* como ferramentas para automatizar e personalizar o atendimento nos canais à distância, onde se incorpora a banca digital e os serviços de *homebanking* [26][12].

Em Portugal, os principais bancos a operar têm impulsionado a utilização dos canais digitais, também motivado pela tendência dos consumidores [3]. Neste momento, operam com ferramentas de *voicebots* no atendimento à distância 24h, sendo numa primeira fase o cliente atendido por um *script* com recurso à IA. Apenas em situações específicas e em que seja imprescindível a intervenção humana, a chamada é transferida para um operador [27]. No entanto, o serviço de *homebanking*, salvo nos bancos digitais e *Fintechs*, ainda não dispõem de serviços *chatbot*. Não obstante, prevê-se também uma ascensão da integração de *chatbots* num futuro próximo [9][5].

2.1.1 Transformações no Setor Bancário e o Crescimento do *Homebanking*

O setor bancário tem adotado inovações tecnológicas com o objetivo de melhorar a eficiência operacional, reduzir custos e aumentar a satisfação do cliente [7][28]. O conceito de *homebanking* surgiu como uma resposta à crescente procura pelo serviço, segurança e autonomia por parte dos consumidores [13].

Com a digitalização dos serviços financeiros, os bancos passaram a oferecer uma variedade de funcionalidades através de aplicações móveis e portais *WEB*, incluindo transferências, pagamentos, investimentos e atendimento com recurso a *chatbots* [11]. Essa mudança tornou-se ainda mais

significativa após a pandemia de COVID-19, que acelerou a adoção de canais digitais em todo o mundo [29].

2.1.2 Inteligência Artificial e Assistentes Virtuais

A IA pode ser definida como a capacidade de sistemas computacionais simularem funções cognitivas humanas, como a aprendizagem, o raciocínio, a percepção e tomada de decisão [30][31]. No contexto do atendimento ao cliente, a IA possibilitou a criação de assistentes virtuais inteligentes, capazes de entenderem a linguagem natural, aprenderem com as interações e oferecerem respostas personalizadas [32].

Os assistentes virtuais baseados em IA são classificados como sistemas de conversação que utilizam técnicas de *natural language processing* (NLP), *machine learning* (ML) e, em alguns casos, reconhecimento de voz [12][33]. Permitem uma interação fluida entre utilizadores e sistemas, reduzindo a necessidade de intervenção humana para tarefas simples ou repetitivas [19][13].

2.1.3. Integração da IA em serviços de *Homebanking*: Benefícios e Desafios

A integração de assistentes virtuais nos sistemas de *homebanking* representam uma inovação estratégica, que visa tanto a melhoria da experiência do cliente quanto à otimização dos processos bancários [26][6].

Principais benefícios: atendimento 24/7 com a redução de filas e tempos de espera; personalização baseada em histórico de interações e dados financeiros; redução de custos operacionais com *call centers* e suporte [2][9].

Contudo, também existem desafios importantes. A segurança da informação é uma preocupação central, dado o manuseamento e tratamento de dados sensíveis [34]. Além disso, questões relacionadas à privacidade [16], ética no uso de dados e à transparência dos algoritmos têm sido amplamente discutidas [17].

Outro desafio está na adequabilidade e aceitação destes sistemas por parte dos clientes. Estudos indicam que a confiança nos assistentes virtuais depende diretamente da clareza na comunicação, da eficácia nas respostas e da percepção de empatia [19][10].

2.2 Revisão de Literatura

No sentido de obter uma visão abrangente do estado atual do conhecimento numa determinada área de estudo, a revisão de literatura desempenha um papel fundamental, envolvendo a pesquisa, análise crítica e síntese de estudos já existentes sobre o tema.

Para a análise do estado de arte sobre os *chatbots* foi realizada uma revisão sistematizada com recurso à metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) [35]. A PRISMA é uma metodologia amplamente aceite e reconhecida para a realização de revisões sistemáticas, uma vez que fornece orientações objetivas e rigorosas para o planeamento, execução e análise da informação disponível. A adoção desta metodologia permite garantir a transparência e qualidade da informação encontrada.

2.2.1 Metodologia de Pesquisa

A pesquisa foi realizada com base nas diretrizes da PRISMA [35] e o que resultou num processo sistemático. Foram efetuadas pesquisas nas bases de dados *Scopus* e *IEEE Xplore*, utilizando os termos de pesquisa relacionados com o interesse do estudo. Nomeadamente na utilização de assistentes virtuais sob a forma de *chatbots* nas áreas de apoio ao cliente. Tendo com o objetivo uma abordagem de maior espectro e afinando para o objeto/setor da investigação.

A seleção destas bases de dados foi feita tendo em conta a sua ampla cobertura de literatura científica e técnica, sendo duas bases de dados com elevada notoriedade. Utilizaram-se os termos de pesquisa com enfoque nas palavras-chave das seguintes dimensões: tecnologia, propósito e âmbito, sendo por último a correlação destas os artigos científicos elegidos como os mais próximos no objeto de estudo. Dentro da dimensão da tecnologia, foram utilizadas as palavras-chave: *Natural Language Processing (NLP)*, *Machine Learning (ML)* e *Dialogue Systems*. O propósito alvo foi concentrado no *chatbot*, sendo por último definido o âmbito de espectro mais restrito ao setor em apreço, sob os termos de *e-banking*, *online banking* e *homebanking*.

Através desta sistematização foi possível assegurar o número de registos obtidos na pesquisa nestes dois reportórios de pesquisa, e numa fase posterior eliminar os registos em duplicado e em consonância com a metodologia utilizada. Por último foram definidos com espaço temporal de pesquisa os últimos 10 anos (Janeiro de 2015 a Maio de 2025), e elegíveis os artigos escritos em Português e Inglês.

Tabela 1 - Dimensões e Filtros de Pesquisa

Tecnologia	Propósito	Âmbito	Filtros
<i>Natural Language Processing (NLP)</i> <i>Machine Learning (ML)</i> <i>Dialogue Systems</i>	<i>Chatbot</i>	<i>E-Banking</i> <i>Online Banking</i> <i>Homebanking</i>	Artigos publicados entre Janeiro de 2015 e Maio de 2025, escritos em Português e Inglês

2.2.2 Resultados da Pesquisa

Após realização da consulta dos artigos, tendo por base todos os pressupostos acima explicados e a PRISMA [35], foram encontrados no total 95 registos com interesse e relacionados com o objeto de estudo. Após cruzamento entre os dois reportórios foram eliminados 8 por duplicação, o que totalizam no final 87 registos.

Tabela 2 - Resultados da Pesquisa por Base de Dados

Tecnologia	Propósito	Âmbito	Filtros
<i>Natural Language Processing (NLP)</i> <i>Machine Learning (ML)</i> <i>Dialogue Systems</i>	<i>Chatbot</i>	<i>E-Banking</i> <i>Online Banking</i> <i>Homebanking</i>	Artigos publicados entre Janeiro de 2015 e Maio de 2025, escritos em Português e Inglês.
1.384,952 Registos Total <i>Scopus</i> (995,178) <i>IEEE</i> (389,774)	20,416 Registos Total <i>Scopus</i> (12,314) <i>IEEE</i> (8,102)	9,206 Registos Total <i>Scopus</i> (5,153) <i>IEEE</i> (4,053)	
11,175 Registos Total <i>Scopus</i> (5,048) <i>IEEE</i> (6,127)			
95 Registos Total (87 após eliminar duplicados) <i>Scopus</i> (42) <i>IEEE</i> (53)			

A Tabela 2 representa sinteticamente os passos dados na realização da pesquisa, com a redução dos artigos com a junção da tecnologia, o propósito e o âmbito. Inicialmente foi realizada uma pesquisa abrangente que totalizou 1.384,952 artigos, uma vez que totalizaram as 3 palavras-chave pesquisadas separadamente.

Aplicando os critérios subseqüentes de sistematização da pesquisa e a introdução das outras variáveis, a pesquisa foi-se tornando mais criteriosa até ao registo total do universo de pesquisa elegível para o trabalho.

Na Figura 3 é representado o fluxograma da PRISMA [35], identificado todo o racional de pesquisa utilizado e cumprindo os critérios desta metodologia.

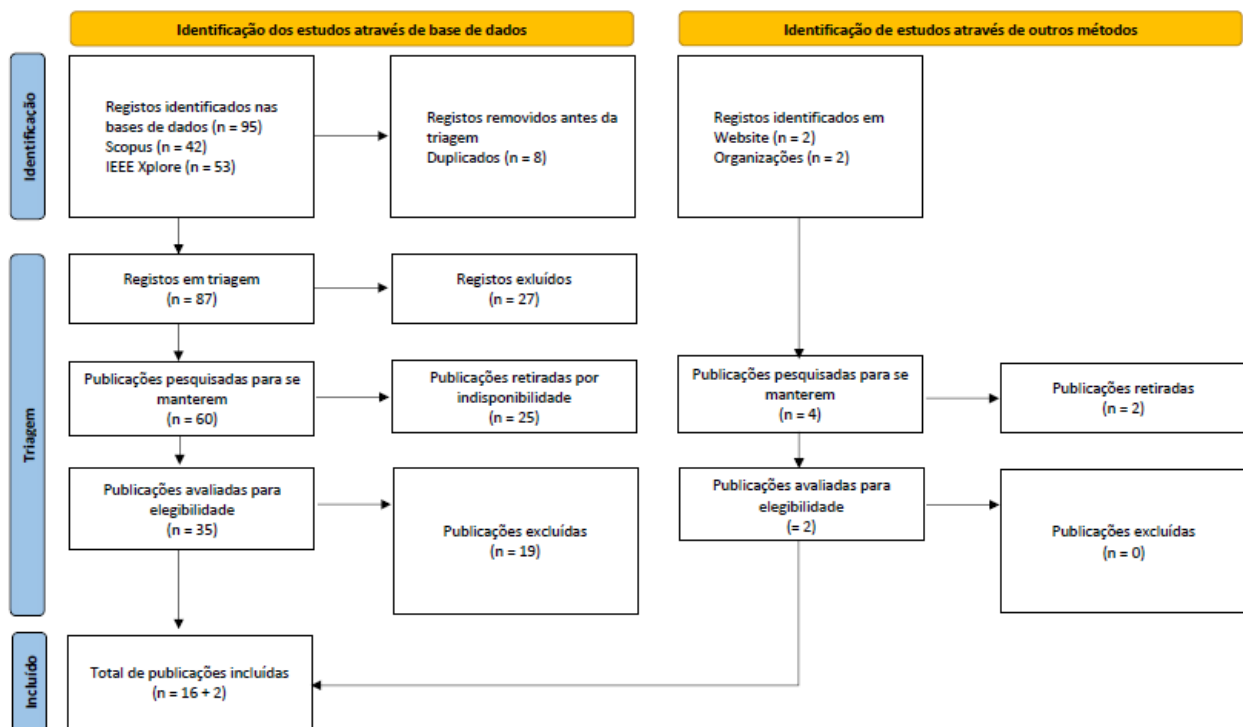


Figura 3 - Fluxograma PRISMA

As 16 publicações selecionadas para elaboração da revisão da literatura são listadas na Tabela 3, com identificação do autor, título e contributos. Os 2 registos identificados através de outros meios, são 2 publicações de índole estatístico, cujas fontes são a APB – Associação Portuguesa de Bancos [3] e o Eurostat [4]. Uma vez que são bases de dados de suporte à informação de contexto do setor, não consideradas na lista de revisão da literatura. Não obstante, fazem parte do trabalho desenvolvido e por esse motivo, são contabilizadas na PRISMA [35].

Tabela 3 - Estudos para Revisão de Literatura

Autores	Título	Contributo
Almira, N. M. Z., Ramadhani, A. F., Rahman, E. N., & Justianto, J. S.	Chatbot Adoption in Banking: Enhancing Customer Experience and Satisfaction in Indonesia – Jakarta Urban Area	Experiência do cliente [36][6][13][9][2][37]
Misra, R., Malik, G., & Singh, P.	A localized and humanized approach to chatbot banking companions: implications for financial managers	
Nathanael, M. K., Gunawan, H., & Karsen, M.	Analyzing Customer Satisfaction Using Chatbots in the Indonesian Banking Sector	
Park, Y., Kim, J., Jiang, Q., & Kim, K. H.	Impact of artificial intelligence (AI) chatbot characteristics on customer experience and customer satisfaction	
Pfoertsch, W., & Sulaj, K.	Integrating Artificial Intelligence with Customer Experience in Banking: An Empirical Study on how Chatbots and Virtual Assistants Enhance Empathy	
So, S.	An analysis on the adoption of chatbots in the banking sector of Hong Kong: A contemporary system for improving customer experiences in e-banking	
D, S., N, V., & Menon, S.	AI Chatbots in Banking: Exploring Key Factors Influencing Customer Satisfaction through the extended E-SQUAL Model	Fatores de aceitação e comportamento do consumidor
Huang, S. Y. B.	Why Can Fintech Chatbots Guide Consumers to Buy Banking Products?	[38][5][39][10][20]
Le, X. C.	Determinants of customer willingness toward chatbot-based online banking services: do	

	perceived values and chatbot characteristics matter?	
Roozen, I., Claeys, C., di Gennaro, G., & Raedts, M.	Gendered AI in banking services: the influence of financial chatbots' gender on consumer behaviour	
Savanur, A., M, N., M P, A., & P, D.	Application of Chatbot for consumer perspective using Artificial Intelligence	
Chaithanya, D., Deepa, G., Pavani, K. B., Manjusha, G., & Kumar, V. V.	Chatbot for Banking Sector Using NLP and ML	Fundamentação tecnológica [11][12][21]
Kira, A., Kamesh, D., Paulraj, D., Vidhya, V., & V, S.	An AI Based Chat Bot For Banking Applications using Intelligent Chat Bots	
Nithuna, S., & Laseena, C. A.	Review on Implementation Techniques of Chatbot	
Nithya, M., Mehta, P., Vemuri, V. P., Joshi, M., & Tiwari, T.	AI Products in E-Commerce and Commercial Bank	Impactos estratégicos e operacionais no setor bancário [40][41]
Singh, N., Chakraborty, A., Paul, S., Bhattacharyya, S., & Banerjee, S.	A Pentagonal Neutrosophic TODIM Approach for Multi-Criteria Decision-Making in Digital Banking Chatbot Assessment	

2.2.3 Discussão

A adoção de *chatbots* no setor bancário tem sido objeto de crescente interesse acadêmico e prático, especialmente devido à sua capacidade de melhorar a experiência do cliente, otimizar processos operacionais e aumentar a satisfação com os serviços financeiros.

Estudos [36] demonstram que a introdução de *chatbots* em bancos podem proporcionar interações mais eficientes e assertivas, reduzindo o tempo de resposta e oferecendo suporte ao cliente 24/7.

Empiricamente [13], foram analisados a satisfação dos clientes com *chatbots*, concluindo que a personalização e a rapidez no atendimento são fatores críticos para a aceitação desta tecnologia.

Do ponto de vista técnico, autores [11] discutem as aplicações de NLP e ML como a base para a construção de *chatbots* capazes de entender e responder adequadamente às necessidades dos clientes bancários. Essa base tecnológica é essencial para garantir uma comunicação eficiente e humanizada, como proposto [6], que enfatizam a importância de uma abordagem mais personificada no *design* de *chatbots* com aplicação no setor financeiro.

A literatura também aponta que os fatores psicossociais desempenham um papel fundamental na aceitação destas ferramentas. De acordo com os autores [9][39], características como empatia, confiabilidade e o valor percebido dos *chatbots* influenciam diretamente a satisfação do consumidor e a disposição para estes utilizarem os serviços em substituição do atendimento humano. Esta visão [2] complementa essa perspectiva ao identificar que a integração de IA com estratégias de experiência do cliente podem aumentar significativamente a empatia percebida, elemento crucial para manter a confiança do cliente em interações automatizadas.

No que diz respeito ao *script* da interação [10], o autor aborda o impacto da atribuição de gênero aos *chatbots* na percepção do consumidor, mostrando que elementos como voz e o nome do assistente virtual podem alterar o comportamento e a confiança do utilizador. Este dado é particularmente relevante no contexto da personalização de experiências no âmbito da banca digital.

Por fim, estudos que utilizam métodos quantitativos [41], permitiram avaliar múltiplos critérios de decisão em relação ao desempenho de *chatbots* bancários, oferecendo uma base analítica para a escolha e o desenvolvimento destas ferramentas.

2.3 Considerações Finais

Os artigos selecionados permitiram extrair uma base sólida de compreensão dos múltiplos aspetos envolvidos na adoção de *chatbots* no setor bancário. Incluindo fatores técnicos, comportamentais e estratégicos que influenciam a sua eficácia e aceitação. Para o desenvolvimento deste trabalho, esta compilação e discussão bibliográfica pode ser organizada em quatro eixos principais: a fundamentação tecnológica, a experiência do cliente, os fatores de aceitação e comportamento do consumidor, e os impactos estratégicos e operacionais no setor bancário.

Capítulo 3. Metodologia e Desenvolvimento da Solução

3.1 Introdução à Metodologia de Investigação

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento da solução proposta como descrito nos objetivos desta tese. A prova de conceito de um assistente virtual baseado em IA para utilização no serviço de *homebanking*. A metodologia escolhida é a *Design Science Research Methodology* (DSRM) [42], que tem como principal objetivo a criação e avaliação de artefactos tecnológicos que resolvam problemas identificados em contextos reais.

A DSRM [42] justifica-se pelo alinhamento com os objetivos deste trabalho, proporcionando uma estrutura sistemática e interativa, permitindo que a construção do artefacto seja guiado por evidências, requisitos concretos e avaliação rigorosa, em consonância com a prática científica.

Como tal, é descrita sob etapas, incluindo a identificação do problema, criação e avaliação de soluções de *design*, construção de artefactos e avaliação dos resultados. Conforme pode ser visualizada na Figura 4.

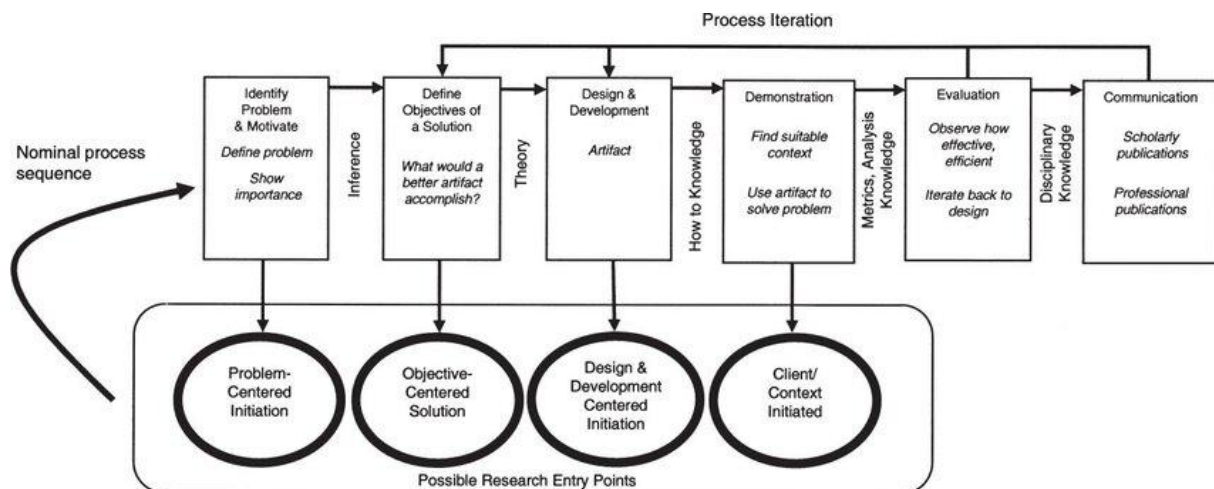


Figura 4 - Processo Metodologia DSRM

3.2. Identificação do Problema e Definição dos Objetivos

A crescente importância da diversificação dos canais de contacto à distância com os cliente são fundamentais nas Organizações atuais e o mesmo se aplica ao setor financeiro. Apesar disso, muitas instituições financeiras ainda dependem exclusivamente do atendimento humano, sobrecarregando equipas e reduzindo a qualidade do serviço prestado ao cliente.

Para dar resposta ao problema identificado, existe a necessidade de criar uma solução digital inovadora e escalável que melhore a experiência de atendimento ao cliente no serviço *homebanking*, reduzindo custos operacionais e aumentando a satisfação do utilizador.

3.2.1. Objetivos da Solução Proposta

O desenvolvimento da POC pretende demonstrar o potencial da ferramenta *chatbot* para dar resposta ao problema identificado. Garantindo uma resposta ao cliente 24/7; a automatização de respostas a tarefas simples (consulta de saldos e movimentos, apoio na operacionalização de transações, histórico de transações e respostas a *FAQs*); redução dos custos operacionais com o suporte a clientes deste canal; melhoria da experiência do cliente e conformidade com a regulamentação e proteção dos dados.

3.3. Design e Desenvolvimento

O *design* e desenvolvimento do artefacto constituem a fase central da metodologia DSRM, pois é nesta etapa que se materializa a solução proposta. O artefacto concebido nesta investigação consiste numa prova de conceito de um assistente virtual baseado em IA, destinado a ser integrado no serviço de *homebanking*, por forma a responder a problemas identificados numa entidade do setor financeiro português.

Neste capítulo será descrita a solução com todos os detalhes, iniciado pelos requisitos funcionais e não funcionais, a definição da arquitetura com os diversos módulos, e o fluxo da interação do *chatbot* em funcionamento. Sendo esta uma prova de conceito, o seu detalhe e customização são nesta fase essenciais para efeito de simulação. Uma vez que a implementação não é um dos objetivos deste trabalho, será utilizada a plataforma *Dante AI*, no sentido de simular e demonstrar alguns cenários de funcionamento, e com a maior proximidade à realidade possível.

Caso a empresa decida implementar futuramente a solução, terá neste documento todo o desenho, desenvolvimento e aplicabilidade prática, devendo apenas customizá-la e integrá-la na arquitetura de sistema que utiliza.

3.3.1. Requisitos Funcionais e Não Funcionais

A definição de requisitos constitui uma fase central no processo, uma vez que estabelece os parâmetros que a solução deve satisfazer, garantindo a sua adequação às necessidades do utilizador e aos objetivos previamente identificados. No âmbito da metodologia DSRM, esta etapa permite

traduzir a motivação do problema em especificações concretas, que orientam o desenvolvimento desta prova de conceito.

A experiência própria acumulada no cotidiano da Organização, assim como o conhecimento dos procedimentos operacionais e da política comercial permitiram-me definir estes requisitos assertivamente, com qualidade e com aderência à realidade.

Os requisitos foram organizados em duas categorias principais: funcionais e não funcionais. Os primeiros descrevem as funcionalidades que o sistema deve disponibilizar, enquanto os segundos definem características de qualidade e restrições que asseguram a robustez, segurança e usabilidade da solução.

Os requisitos funcionais definem as operações e serviços que o assistente virtual devem fornecer, representando a sua utilidade prática para o utilizador final. Estes requisitos foram derivados dos cenários definidos na secção anterior e são descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Requisitos Funcionais

ID	Requisito	Descrição	Justificação
RF 1	Autenticação do utilizador	Garantir <i>login</i> seguro antes de qualquer interação.	Essencial para proteger dados sensíveis e cumprir normas de segurança.
RF 2	Consulta de saldo	Apresentar o saldo atualizado da conta.	Requisito mais recorrente em <i>homebanking</i> .
RF 3	Histórico de transações	Listar movimentos da conta num intervalo definido.	Permite ao cliente monitorizar atividades financeiras.
RF 4	Pagamentos e transferências simuladas	Possibilitar simulações de operações sem execução real.	Valida fluxos críticos sem comprometer a segurança.
RF 5	Respostas a <i>FAQs</i>	Fornecer respostas rápidas a perguntas frequentes.	Reduz carga sobre canais assistidos e melhora a experiência do cliente.

RF 6	Suporte técnico	Auxiliar em problemas técnicos básicos.	Aumenta a autonomia do utilizador.
RF 7	Escalonamento para humano	Encaminhar a interação para um operador, quando necessário.	Garante continuidade em situações que ultrapassem a capacidade do <i>chatbot</i> .
RF 8	Feedback do utilizador	Permitir que o cliente avalie a experiência.	Facilita a recolha de dados para melhoria contínua.

Os requisitos não funcionais não descrevem funcionalidades específicas, mas estabelecem atributos de qualidade que determinam a eficácia e fiabilidade do sistema. Os mesmos são descritos na Tabela 5.

Tabela 5 - Requisitos Não Funcionais

ID	Requisito	Descrição	Justificação
RNF 1	Segurança e privacidade	Implementar criptografia, autenticação multifator e conformidade com RGPD.	Proteção de dados pessoais e cumprimento de legislação.
RNF 2	Disponibilidade	Garantir funcionamento contínuo (24/7), com tempo de inatividade mínimo.	Essencial para canais digitais bancários.
RNF 3	Escalabilidade	Suportar aumento do número de utilizadores sem perda de desempenho.	Viabiliza crescimento futuro.
RNF 4	Tempo de resposta	Definição de tempos de resposta (<i>SLAs</i>) ex: responder em até 2 segundos em 95% das interações.	Fundamental para manter fluidez na comunicação.

RNF 5	Usabilidade	Interface intuitiva, responsiva e acessível.	Assegura acessibilidade e adoção por diferentes perfis de clientes.
RNF 6	Integração	Garantir ligação às camadas dos sistemas bancários que dão suporte às funcionalidades do <i>chatbot</i> .	Necessário para integração futura com sistemas reais.
RNF 7	Manutenção	Facilidade na atualização de fluxos e adição de <i>intents</i> .	Garante a sustentabilidade da solução a longo prazo.
RNF 8	Monitorização e <i>logs</i>	Registo estruturado das interações.	Permite auditoria, análise de desempenho e melhoria contínua

Por último são considerados outros requisitos, tais como: requisitos de dados e requisitos de ambiente. No que respeita aos requisitos de dados, estes referem-se aos dados de entrada (mensagens de texto – *inputs*, credenciais e parâmetros de pesquisa). Dados de saída – *outputs*, como respostas automáticas, mensagens de confirmação e relatórios de interação. Armazenamento, onde se encontram os *logs* de conversação/dados e assegurando a segurança e proteção dos mesmos em contexto real. No contexto desta prova de conceito e tratado-se de um ambiente simulado, é importante garantir a não rastreabilidade dos dados.

No que concerne aos requisitos de ambiente, estes estão ligados à infraestrutura, sendo a sua execução simulada num ambiente controlado.

3.3.2. Arquitetura

A arquitetura proposta para a prova de conceito baseia-se numa abordagem modular, estruturada de forma a garantir segurança, escalabilidade e usabilidade, características essenciais no contexto do setor bancário. Cada módulo desempenha funções específicas, mas interliga-se com os restantes, assegurando a coerência global do sistema.

Os módulos são aglomerados em camadas, e cada camada é responsável pelo funcionamento de parte do sistema. A Figura 5 representa as 4 camadas e os módulos propostos para o assistente virtual.

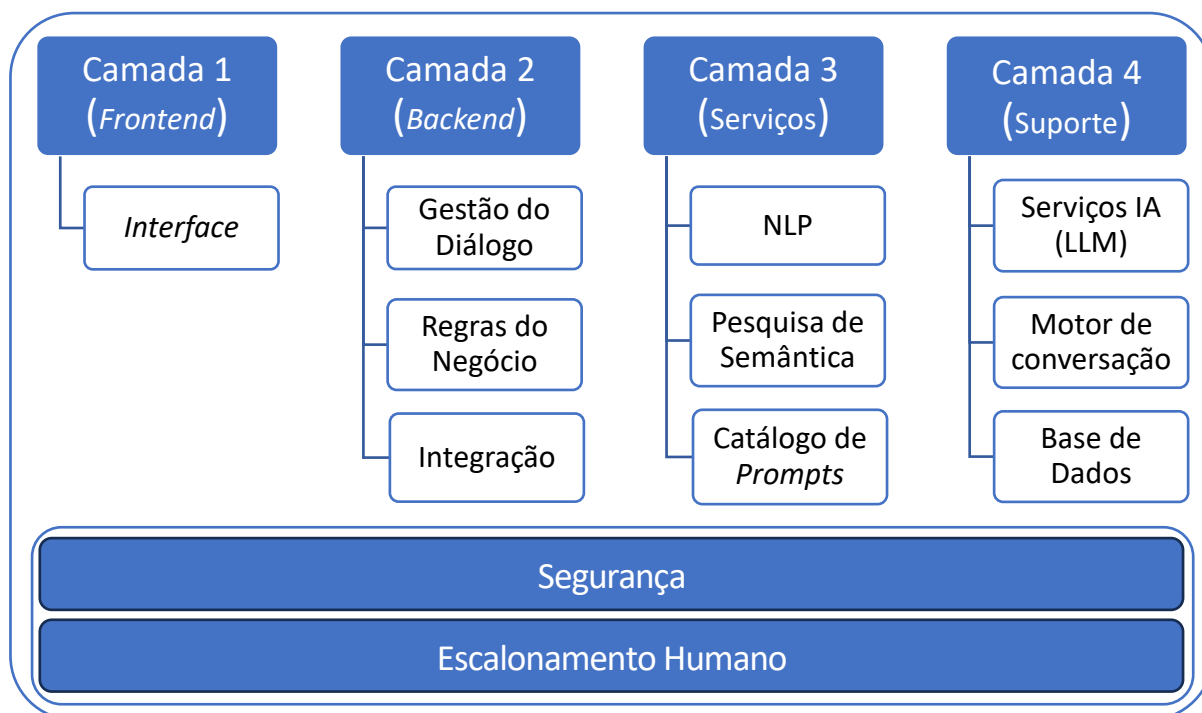


Figura 5 - Camadas da Arquitetura

A camada 1 integra o módulo 1 (*interface*), sendo este o módulo que constitui o ponto de contacto entre o cliente e o *chatbot*, sendo responsável pela receção e envio de mensagens. Nesta prova de conceito é utilizado de forma a simular a conversação escrita entre o utilizador e o sistema. Numa situação futura de implementação, esta *interface* será integrada na plataforma *WEB* de *homebanking* existente, pela via de *API* com ligação externa ou por integração própria. A simplicidade e a naturalidade da interação são fatores críticos para a aceitação da solução.

A camada 2 (*backend*) diz respeito ao processamento da ação, integrando 3 módulos:

1. O módulo de gestão do diálogo, garante a coerência do fluxo conversacional, controlando a sequência das interações. Caso a intenção do utilizador não seja reconhecida, o sistema solicita clarificação ou redireciona para outros módulos.
2. O módulo de regras do negócio, transforma as intenções identificadas em ações concretas. Aplica regras de negócio definidas pela instituição financeira, como limites de operações, validação de dados e *compliance*. Este motor assegura que todas as respostas e operações simuladas respeitam as normas instituídas.
3. O módulo de integração, é responsável por ligar o *chatbot* aos sistemas internos da instituição bancária numa situação real. No caso desta prova de conceito, não se aplica o contexto de integração, sendo apenas alvo de simulação. Este módulo garante a interoperabilidade com

APIs de serviços centrais (ex.: consulta de saldo, histórico de transações, CRM), viabilizando a expansão futura para integração real.

A camada 3 (serviços) contempla os módulos de NLP, pesquisa de semântica e catálogo de *prompts*, todos eles chave no funcionamento do *chatbot*:

1. O módulo NLP, responsável por interpretar as mensagens introduzidas pelo utilizador. Identifica intenções (*intents*) e extrai entidades (*entities*) relevantes (datas, montantes, beneficiários). O uso de tecnologias de NLP assegura que o sistema compreende linguagem natural, permitindo interações mais humanizadas.
2. O módulo de pesquisa semântica assume um papel essencial na POC ao possibilitar a recuperação de informação relevante de documentos e *FAQs* com base no significado da consulta do utilizador, em vez de simples correspondência literal. Esta abordagem aumenta a precisão e a fiabilidade das respostas fornecidas pelo assistente virtual, reforçando a sua utilidade prática e demonstrando o potencial de integração futura em contexto real. Na prática permite procurar na base de dados toda a informação, vetorizando-a de forma abrangente e conseguindo dar uma resposta mais fidedigna e aproximada ao cliente.
3. O catálogo de *prompts* constitui um módulo estratégico na arquitetura da solução, responsável pela normalização e gestão dos pedidos efetuados ao modelo de linguagem. Este módulo organiza um conjunto de templates pré-definidos que servem como instruções estruturadas para o motor de geração de respostas, assegurando consistência na comunicação, controlo sobre o estilo de resposta e alinhamento com os requisitos da instituição financeira. O seu funcionamento baseia-se na aplicação de *prompts* adequados ao contexto da interação, que podem variar consoante a tipologia da solicitação: perguntas frequentes, simulação de operações, suporte técnico ou orientações de produtos e serviços. A utilização de *templates* permitem ainda reduzir riscos associados a respostas erráticas, uma vez que o modelo é instruído a restringir-se ao contexto recuperado pela pesquisa semântica ou às regras definidas pelo motor de negócio. No âmbito da prova de conceito, o catálogo de *prompts* foi utilizado para guiar as respostas em cenários representativos do serviço de *homebanking* (consulta de saldo, histórico de transações, simulação de transferências, *FAQs* e suporte técnico). A introdução deste módulo demonstrou a relevância de estruturar a interação entre o utilizador e o modelo de IA de forma controlada, promovendo maior clareza, confiabilidade e conformidade com as práticas regulamentares do setor bancário.

A camada 4 (suporte) é formada pelos módulos serviços IA (LLM), motor de conversação e base de dados.

1. O módulo serviços IA (LLM) engloba os componentes de IA responsáveis pelo processamento de linguagem natural, classificação de intenções, geração de respostas e criação de representações vetoriais (*embeddings*). Este módulo constitui o núcleo cognitivo do sistema, permitindo a interpretação das mensagens do utilizador e a produção de respostas contextualmente adequadas. É também responsável pela comunicação com o modelo de linguagem utilizado (LLM), assegurando o controlo das instruções aplicadas e o cumprimento das restrições de segurança e confidencialidade impostas pela instituição financeira.
2. O módulo do motor de conversação é responsável pela transformação de diferentes tipos de dados em formatos processáveis pela solução. Inclui funcionalidades de extração de texto a partir de documentos (PDF, texto e imagens), conversão em texto e normalização de ficheiros provenientes de diferentes fontes. Este módulo garante a interoperabilidade entre sistemas e a uniformização dos dados que alimentam os processos de análise semântica e geração de respostas, reduzindo inconsistências e melhorando a qualidade das interações.
3. O módulo de base de dados é repartido em três submódulos: base de dados, vetor e armazenamento.
 - a. O submódulo base de dados representa o repositório central de dados estruturados, onde são armazenadas informações operacionais, registos de conversação, *logs* de auditoria e metadados relevantes para o funcionamento do assistente virtual. Segue princípios de segurança e conformidade com o RGPD, incluindo encriptação, pseudonimização e restrições de acesso por perfis. A sua estrutura relacional permite consultas rápidas e fiáveis, apoiando as operações de monitorização, métricas e melhoria contínua da solução.
 - b. O submódulo vetor é responsável pela gestão e armazenamento das representações vetoriais geradas a partir de documentos e textos processados pela solução. Estas representações são utilizadas pelo módulo de pesquisa semântica, permitindo identificar relações de significado entre consultas e conteúdos disponíveis. O vetor viabiliza, assim, a implementação da metodologia *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) [43], que melhora a precisão e a fiabilidade das respostas geradas pelo modelo

de linguagem, ao baseá-las em informação factual proveniente da base de conhecimento institucional.

- c. O submódulo armazenamento funciona como repositório de documentos originais e dados não estruturados, incluindo manuais, políticas internas, relatórios e FAQs. Serve como fonte primária de informação do processo e atualização da base de conhecimento. Assegura o controlo dos documentos, controlo de acesso, rastreabilidade e preservação histórica da informação, possibilitando a reconstrução de estados anteriores em auditorias ou revisões de conformidade.

Por último e não sendo considerados módulos de arquitetura do sistema, assumem um papel importante no funcionamento do sistema. A segurança e autenticação é transversal a toda a arquitetura, sendo o garante da proteção da informação através de autenticação multifator (MFA), encriptação das comunicações (TLS/SSL) e gestão de permissões. O seu papel é crítico para reforçar a confiança dos utilizadores e mitigar riscos associados ao manuseamento de dados sensíveis.

O escalonamento humano é uma característica do sistema, aplicando-se apenas no contexto real. Sendo programado para situações em que o *chatbot* não consegue responder de forma satisfatória e não reconhece na base de dados uma resposta ao questionado pelo utilizador. Esta funcionalidade assegura a continuidade da interação, encaminhando o pedido para um operador humano. No contexto da POC, este processo pode ser simulado, mas num ambiente real pode envolver a criação de *tickets* automáticos ou o encaminhamento direto para os gestores de clientes.

3.3.3. Estrutura da Base de Dados

No âmbito da prova de conceito, a estrutura da base de dados apresenta-se deliberadamente limitada, refletindo as restrições impostas pelo ambiente experimental. Nesta fase, a informação disponível provém de uma base de dados limitada e com dados fictícios, com o objetivo de garantir a simulação dos cenários propostos através da plataforma *Dante AI*. Desta forma é possível validar a lógica de interação, o processamento de linguagem natural e a coerência das respostas do assistente virtual.

Contudo, num cenário de implementação real em ambiente de produção, a estrutura da base de dados adquire um papel central e determinante no desempenho do *chatbot*. A sua composição é um fator crítico para a qualidade, precisão e contextualização das respostas geradas pelo motor de conversação, bem como para a eficácia do treino contínuo do modelo de linguagem (LLM).

Tendo em consideração o funcionamento e a realidade da Organização em estudo, a base de dados deverá ser concebida de forma híbrida e integrada, articulando diferentes tipos de fontes de informação:

- **Ligação ao *Website* Institucional:** A base de dados deve manter ligação direta aos conteúdos públicos disponíveis no *website*, incluindo descrições de produtos, condições gerais, campanhas e informação de contacto. Esta ligação assegura que o assistente virtual disponibiliza respostas atualizadas e coerentes com as comunicações oficiais da Instituição, sem necessidade de atualizações manuais frequentes.
- **Integração com o Sistema *Core* da Entidade:** Deverá existir conectividade com o sistema central (*core banking*) da Instituição, permitindo o acesso a dados específicos e personalizados dos clientes, sempre em conformidade com as normas de segurança e respeitando o RGPD. Esta integração é essencial para possibilitar respostas contextuais, como a consulta do montante disponível numa linha de crédito contratada, a verificação do número de transações efetuadas em terminais de pagamento, ou o estado de uma operação recente. Tal componente requer a implementação de um módulo de autorização e autenticação robusto, garantindo que apenas informações pertinentes e devidamente autorizadas sejam expostas no contexto da conversa.
- **Repositório Documental e Base de Conhecimento:** A base de dados deverá ainda incluir um módulo de armazenamento documental com informação estruturada e não estruturada relevante para o apoio ao cliente e formação do modelo. Este repositório deverá conter:
 - Fichas informativas e descritivas dos produtos financeiros (ex.: condições dos produtos de crédito e terminais de pagamento);
 - *FAQs*, que permitam respostas rápidas e consistentes às dúvidas mais comuns;
 - Tutoriais e manuais de procedimentos internos, relacionados com a utilização de serviços digitais ou operacionais;
 - Documentação normativa e comunicados oficiais, garantindo que o assistente virtual reflète corretamente as políticas e práticas em vigor.

Estas fontes documentais poderão ser processadas e transformadas em representações vetoriais (*embeddings*), viabilizando o uso de pesquisa semântica e RAG para aumentar a capacidade de compreensão e contextualização do *chatbot*.

Em termos de arquitetura, a base de dados deverá incluir mecanismos de integração entre as componentes relacionais e vetoriais, permitindo conjugar informação transacional (dados dos clientes e sessões) com conhecimento documental. Adicionalmente, deverão ser implementadas políticas de segurança, pseudonimização e auditoria, assegurando conformidade com o RGPD e com as diretrizes de segurança bancária.

Em suma, enquanto na POC a base de dados se limita à exploração de conteúdos limitados e para fins de demonstração, numa implementação real esta evoluirá para um sistema integrado, seguro e inteligente, capaz de conjugar informação institucional, operacional e documental. Tal evolução permitirá ao assistente virtual responder de forma personalizada, contextualizada e fiável, reforçando a confiança do utilizador e a eficiência do serviço prestado pela Organização.

3.3.4. Fluxo de Interação do Assistente Virtual

O fluxo de interação do assistente virtual proposto foi concebido de forma a garantir uma comunicação fluida, segura e contextualizada entre o utilizador e o sistema. Este processo é suportado por quatro camadas interdependentes — *Frontend*, *Backend*, *Serviços* e *Suporte* — que cooperam na receção, interpretação, processamento e resposta a cada solicitação do utilizador.

Pretende-se dar uma visão global do processo de conservação, sendo que nesta prova de conceito não será possível simular a totalidade do mesmo. Tendo em conta as limitações do *Dante AI* e também o ambiente de simulação com acesso limitado ao dados. Ainda assim, esta estrutura poderá ser utilizada pela entidade numa possível implementação futura no contexto real.

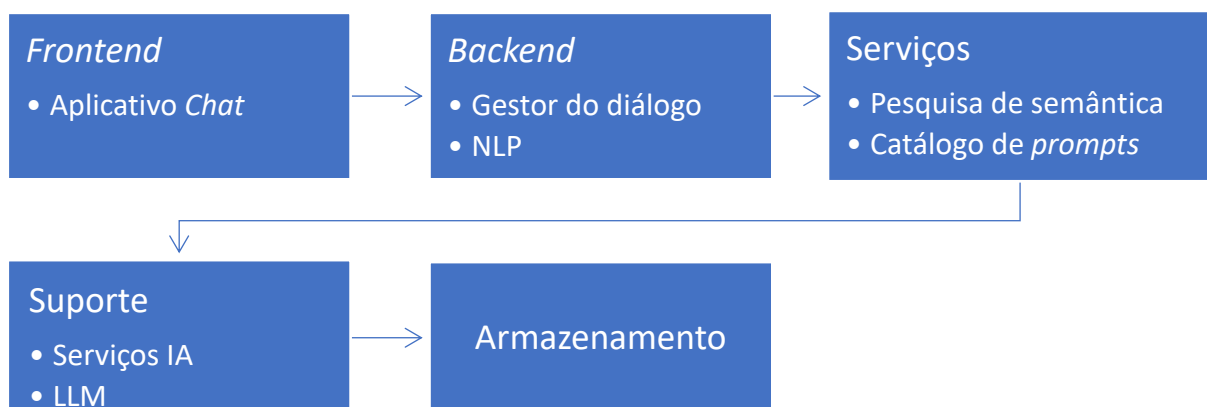


Figura 6 - Fluxo de Interação

1. Início da interação – Camada *Frontend*: O processo inicia-se nesta camada, onde o utilizador interage com o aplicativo *chat* incorporado na plataforma de *homebanking*. Através desta *interface*, o cliente envia mensagens em linguagem natural (texto escrito). Esta camada é responsável por captar o *input* do utilizador, apresentar o histórico da conversação e exibir as respostas geradas. O *Frontend* também transmite ao sistema informações de contexto da sessão, como o identificador do utilizador autenticado e o canal de origem da interação.
2. Processamento da solicitação – Camada *Backend*: As mensagens captadas no *frontend* são encaminhadas para esta camada, onde ocorre o tratamento central da interação. O gestor de diálogo interpreta o pedido e mantém o estado da sessão, assegurando a continuidade lógica da conversa. O texto é analisado pelo motor de NLP, que identifica a intenção do utilizador e extrai entidades relevantes, como valores monetários, datas ou referências a produtos bancários. Com base na intenção detetada, o módulo de regras de negócio aplica as políticas definidas pela instituição financeira, verificando, por exemplo, limites operacionais ou necessidade de confirmação adicional. Se a interação exigir dados específicos, o módulo de integração comunica com os sistemas internos através de *APIs* seguras (com ligação aos sistemas a entidade), simulando operações ou obtendo dados de saldo e histórico de transações.
3. Apoio inteligente e contextualização – Camada Serviços: De seguida, a solicitação é processada pelos serviços, que fornecem inteligência e contexto à resposta. O módulo de pesquisa semântica é acionado quando a pergunta exige informação documental ou explicativa (como *FAQs*, políticas ou tutoriais). Este módulo utiliza representações vetoriais para identificar conteúdos semanticamente próximos da consulta do utilizador, recuperando trechos relevantes da base de conhecimento armazenada. Os resultados recuperados são encaminhados para o catálogo de *prompts*, que seleciona o *template* mais adequado ao tipo de interação (por exemplo, consulta de saldo, dúvida técnica ou informação de produto). Este *template* estrutura o pedido ao modelo de linguagem, garantindo consistência e conformidade na comunicação. Em seguida, o serviço de geração de linguagem (LLM) elabora a resposta, combinando o contexto recuperado com as instruções definidas no *prompt*.
4. Suporte e dados fundamentais – Camada Suporte: Durante todo o processo, esta camada fornece os serviços de base necessários para o funcionamento da solução. Os serviços IA executam operações de inferência e geração de texto; o serviço de conversação assegura a normalização de formatos de dados (documentos, textos ou imagens); a base de dados

armazena registos de conversação e métricas operacionais; através do vetor suporta a pesquisa semântica através da indexação de *embeddings*; e o armazenamento disponibiliza as fontes documentais originais utilizadas no processo de recuperação de informação. Todos os dados processados são geridos de acordo com políticas de segurança e conformidade regulamentar, garantindo confidencialidade, integridade e rastreabilidade das interações.

Por fim, e após a geração da resposta, o conteúdo é devolvido ao *Frontend*, onde é apresentado ao utilizador de forma clara e contextualizada. A interação pode encerrar-se nesse ponto ou continuar, dependendo do comportamento do utilizador. Em casos de solicitações não resolvidas ou ambíguas, o sistema pode acionar o escalonamento humano, transferindo a conversa para o gestor de clientes.

Todas as interações são registadas na base de dados, incluindo as intenções detetadas, o tempo de resposta e o grau de confiança do modelo. Estes registos alimentam os processos de monitorização e melhoria contínua, permitindo a evolução do sistema em iterações futuras.

De forma complementar, é essencial garantir que o funcionamento do assistente virtual decorre dentro de um quadro robusto de *governance*, gestão de risco e conformidade (GRC). Dada a natureza sensível do setor bancário e a manipulação de informação confidencial, a conceção e o uso de sistemas baseados em IA devem obedecer a princípios de segurança, ética e transparência, assegurando a confiança dos utilizadores e o cumprimento das normas legais e regulatórias.

Estas preocupações são detalhadas no subcapítulo 3.4. deste documento, dedicado ao *Governance*, Risco e Conformidade (GRC) em assistentes de IA para *homebanking*, onde se apresentam os mecanismos de controlo, mitigação e supervisão que sustentam a fiabilidade e a integridade da solução proposta.

3.4. Governance, Risco e Conformidade (GRC)

A implementação de soluções baseadas em IA no setor financeiro exige uma abordagem estruturada de GRC, assegurando que o desenvolvimento tecnológico decorre em alinhamento com os princípios éticos, regulamentares e operacionais da Organização.

No contexto de um assistente virtual para *homebanking*, estas dimensões tornam-se críticas, uma vez que envolvem o tratamento de dados sensíveis, a automatização de decisões e a interação direta com o cliente.

3.4.1. Governance

Os modelos de *governance* associados a sistemas de IA implicam a definição de políticas, normas e mecanismos de controlo que garantam a transparência, explicabilidade e supervisão humana dos processos algorítmicos. Neste contexto, a Instituição deve adotar uma estrutura que assegure:

- A supervisão contínua do ciclo de vida do modelo, incluindo o treino, validação e atualização de dados;
- Documentação das decisões automatizadas, permitindo rastreabilidade e auditoria;
- Inclusão de mecanismos de intervenção humana para validação de respostas em situações sensíveis ou de alto impacto.

O *governance* da IA reforça a confiança dos utilizadores, garante a conformidade organizacional e reduz a exposição a falhas sistémicas ou comportamentos imprevistos do modelo.

3.4.2. Gestão de Risco

A utilização do assistente virtual em *homebanking* expõe a Organização a diferentes tipos de risco, designadamente tecnológico, operacional, legal e reputacional.

A gestão destes riscos devem basear-se em práticas de identificação, mitigação e monitorização contínua. Entre os principais riscos destacam-se:

- O risco de privacidade e segurança dos dados, relacionado com o acesso indevido a informação pessoal ou financeira;
- O risco de erro algorítmico, decorrente de interpretações incorretas do modelo ou respostas imprecisas;
- O risco de dependência tecnológica, associado à utilização de modelos de linguagem de terceiros;
- O risco reputacional, caso o *chatbot* produza respostas inadequadas, enviesadas ou contrárias à política da Instituição.

A mitigação destes riscos devem incluir controlos de acesso rigorosos, encriptação de dados, validação de fluxos críticos, auditorias regulares e formação dos colaboradores envolvidos.

3.4.3. Conformidade e Regulamentação

O enquadramento legal e regulamentar do setor bancário impõe exigências rigorosas à utilização de IA. A solução proposta deve observar:

- O RGPD, assegurando o tratamento lícito, transparente e limitado dos dados pessoais;
- A Diretiva (UE) 2015/2366 – PSD2 [44], relativa aos serviços de pagamento, garantindo autenticação forte do utilizador e segurança nas comunicações;
- O *AI Act* da União Europeia [45], que classifica os sistemas de IA utilizados em serviços financeiros como de “alto risco”, exigindo conformidade com critérios de robustez, supervisão humana e gestão de risco algorítmico.

O cumprimento destes referenciais é essencial para garantir que o assistente virtual opera dentro dos limites legais e éticos estabelecidos, promovendo a confiança e a integridade do serviço.

3.4.4. Mecanismos de Controlo e Conformidade Operacional

A eficácia e a fiabilidade de um assistente virtual baseado em IA dependem fortemente da existência de mecanismos de controlo que garantam a conformidade operacional, a segurança dos dados e o cumprimento das normas regulamentares aplicáveis.

No contexto bancário, onde a integridade da informação e a confiança dos clientes são fatores críticos, a implementação de um modelo de controlo interno torna-se indispensável para assegurar que a solução opera de forma segura, transparente e auditável.

A conformidade operacional deve começar pela monitorização contínua das interações entre o utilizador e o assistente virtual, através do registo estruturado de todas as conversas e eventos relevantes. Estes registos, vulgarmente designados *logs*, constituem uma fonte essencial de informação para auditorias, investigações e melhoria contínua, permitindo detetar padrões de erro, anomalias ou comportamentos imprevistos do sistema. Associado a este processo, é fundamental garantir a proteção dos dados armazenados, aplicando técnicas de encriptação, controlo de acessos e pseudonimização, em conformidade com o RGPD e as políticas internas da Instituição.

Outro mecanismo central prende-se com a validação humana obrigatória em operações críticas, nomeadamente aquelas que envolvem transações financeiras, alteração de dados pessoais ou decisões que possam gerar impacto direto no utilizador.

Este princípio de intervenção humana assegura que, sempre que o modelo de IA apresente incerteza ou baixo grau de confiança na resposta, o processo é transferido para um colaborador qualificado, preservando a fiabilidade e a responsabilidade das decisões.

A avaliação periódica do desempenho e da imparcialidade do modelo representa igualmente uma dimensão fundamental. Devem ser conduzidos testes regulares para medir a precisão, a coerência e a ausência de viés nas respostas, garantindo que o sistema evolui de forma controlada e ética. Estes processos de revisão permitem identificar enviesamentos linguísticos ou contextuais e corrigir desvios que possam comprometer a equidade ou a experiência do utilizador.

Por último, a Organização deve dispor de uma política formal de gestão de incidentes e de privacidade, estabelecendo procedimentos claros para a deteção, comunicação e resolução de falhas de segurança ou de funcionamento. Esta política deve definir responsabilidades, tempos de resposta e mecanismos de notificação às autoridades competentes, assegurando a conformidade com as normas nacionais e europeias.

Em síntese, os mecanismos de controlo e conformidade operacional representam a espinha dorsal da governação tecnológica do assistente virtual. A sua implementação garante não apenas a segurança e a qualidade do serviço prestado, mas também a confiança contínua dos clientes e a integridade institucional da entidade financeira.

Capítulo 4. Demonstração da Solução

4.1. Definição de Cenários

A definição de cenários de utilização constitui uma etapa essencial no processo de *design*, uma vez que permite delimitar o propósito da prova de conceito e garantir que o artefacto desenvolvido reflete situações de uso representativas do contexto de *homebanking*. A escolha dos cenários foi orientada e aplicada ao contexto da situação real/empresa trabalhada neste tese.

Foram ainda orientados por dois critérios principais: a frequência da ocorrência, assegurando que o *chatbot* responde a necessidades quotidianas dos clientes, e ao valor acrescentado para a experiência do utilizador, privilegiando funções que tradicionalmente exigem contacto com canais de interação humana.

Abaixo são definidos os 5 cenários a ter em consideração nesta prova de conceito:

1. Consulta de saldo: A consulta do saldo disponível é um dos serviços mais utilizados no serviço *homebanking* e representa uma necessidade imediata e recorrente dos clientes. Através do *chatbot*, o utilizador pode, com uma simples interação escrita, obter o valor atualizado da sua conta corrente ou outro produto que tenha subscrito. Este cenário testa a capacidade do sistema em compreender intenções diretas e devolver respostas rápidas e precisas.
2. Consulta de histórico de transações: Os clientes frequentemente necessitam de verificar os movimentos recebidos dos terminais de pagamento automáticos, o que motiva um elevado fluxo de chamadas para a equipa comercial. O *chatbot*, ao interpretar o pedido do utilizador, deve ser capaz de apresentar uma lista de transações dentro de um intervalo de tempo específico. Este cenário valida as potencialidades do sistema em trabalhar com entidades (datas e valores) e em apresentar informação de forma estruturada.
3. Simulação de pagamentos e transferência: As operações de pagamento e transferências representam casos de maior complexidade e sensibilidade. No contexto da POC, estas operações não são executadas em sistemas reais, mas simuladas com dados fictícios. O objetivo é avaliar a robustez do fluxo de interação, a extração correta de entidades (montante, beneficiário) e a capacidade de implementar mecanismos de segurança adicionais, como pedidos de confirmação explícita antes de validar a operação.
4. Perguntas frequentes (FAQs): Muitas interações com serviços bancários não estão relacionadas com operações financeiras, mas com a procura de informação sobre produtos,

condições ou funcionamento da Instituição. Como tal, este cenário permite validar a integração de uma base de conhecimento no *chatbot* e demonstra a sua utilidade na redução de tempo no atendimento humano sobre estas questões.

5. Suporte técnico básico: Dificuldades técnicas no acesso ao *homebanking*, como recuperação de senha, bloqueio de conta ou dúvidas na navegação, são situações comuns. Através desta solução, o cliente pode obter instruções rápidas, como passos para redefinir a password ou *links* de acesso a formulários. Este cenário permite demonstrar a capacidade do *chatbot* em fornecer assistência imediata em situações de suporte, aumentando a autonomia do utilizador.

Os cenários escolhidos representam uma combinação entre operações financeiras simples, operações de maior complexidade, questões informativas e apoio técnico. Têm como objetivo validar a eficácia do assistente virtual, ao mesmo tempo que asseguram pertinência e alinhamento com as necessidades reais dos clientes e da capacidade de resposta da empresa.

Em síntese, os referidos cenários são apresentados na Tabela 6 com alguns exemplos práticos.

Tabela 6 - Cenários da Prova de Conceito

Cenário	Objetivo	Input	Output	Valor para o Utilizador
Consulta de Saldo	Permitir ao utilizador conhecer rapidamente o saldo da sua conta corrente	Mensagem simples em linguagem natural (ex.: “Qual é o meu saldo?”)	Valor do saldo disponível (ex.: “Tem 10.000€ disponíveis para utilizar.”)	Informação imediata sobre o estado da conta corrente, sem necessidade de navegação complexa
Consulta de Histórico de Transações	Fornecer lista de movimentos	Pedido em linguagem natural, eventualmente com intervalo temporal (ex.: “Mostra os	Lista de transações com data, descrição e valor.	Transparência e controlo sobre os movimentos financeiros

		movimentos da última semana”)		
Simulação de Pagamentos e Transferência	Testar a capacidade do sistema em lidar com operações sensíveis	Mensagem com montante, beneficiário e, se aplicável, data (ex.: “Transferir 5.000 € da conta corrente”)	Mensagem de confirmação e resposta simulada (ex.: “Transferência realizada para o IBAN (...) – simulação”)	Simulação de operações reais em ambiente seguro, validando fluxos e segurança
Perguntas Frequentes (FAQs)	Responder de forma automática a dúvidas comuns	Questões sobre serviços e produtos (ex.: “Que benefícios posso obter com o produto X”)	Informação estruturada proveniente da base de conhecimento	Redução da dependência de atendimento humano e acesso rápido a informação
Suporte Técnico Básico	Apoiar o utilizador em dificuldades técnicas comuns	Mensagem sobre problema técnico (ex.: “Esqueci-me da <i>password</i> ”)	Instruções de resolução ou links úteis (ex.: “Para recuperar a <i>password</i> , clique neste <i>link</i> ”)	Maior autonomia e rapidez na resolução de problemas técnicos

4.2. Execução e Resultados da Prova de Conceito

A execução da prova de conceito tem como principal finalidade demonstrar, de forma conceptual, a aplicabilidade prática da solução proposta e a sua adequação aos objetivos definidos no Capítulo 1 e aos requisitos identificados no Capítulo 3.

Embora a implementação real não tenha sido conduzida, foram delineados os passos necessários para a sua execução num ambiente de simulação controlado, tendo como base a plataforma *Dante AI*, descrita anteriormente.

Nesta fase, a POC visa evidenciar a interação entre o utilizador e o assistente virtual, explorando as funcionalidades mapeadas nos cinco cenários definidos no subcapítulo 4.1 deste documento. O objetivo principal é validar a coerência dos fluxos de diálogo, a capacidade de compreensão do LLM, e a conformidade das respostas com o contexto bancário, respeitando os princípios de segurança, clareza e confidencialidade.

A simulação conceptual contempla as seguintes etapas:

1. **Configuração da Base de Conhecimento:** Foi carregado um ficheiro na plataforma *Dante AI*, contendo informação relevante sobre a atividade da Organização, designadamente dados e configurações de produtos, bem como procedimentos internos. Com o intuito de garantir a confidencialidade da informação, todos os dados foram devidamente anonimizados. A partir desse ficheiro, foi possível treinar o modelo e realizar a simulação dos cenários delineados no documento.
2. **Definição dos *Prompts* e Intenções:** foram modeladas intenções correspondentes aos principais tipos de interação esperados (consultas, apoio técnico, informação de produtos e transações simuladas). Os *prompts* estruturados guiam o modelo de linguagem a gerar respostas dentro do escopo definido, assegurando consistência e controlo.
3. **Simulação das Interações:** para cada um dos cinco cenários, foram concebidos exemplos de diálogo que permitem validar a sequência lógica das interações e a pertinência das respostas. O sistema deve ser capaz de reconhecer a intenção expressa pelo utilizador, extrair entidades relevantes e formular respostas contextualizadas.
4. **Validação Conceptual dos Resultados:** nesta etapa, são observados aspetos como clareza da comunicação, adequação semântica da resposta e tempo médio de reação estimado. Não sendo possível medir métricas quantitativas em ambiente real, a avaliação concentra-se em parâmetros de consistência, coerência e aderência aos requisitos funcionais definidos no Capítulo 3.

De forma resumida, os resultados esperados e observados são descritos na Tabela 7.

Tabela 7 - Indicadores de Sucesso

Cenário	Resultado Esperado	Resultado Observado (POC)	Avaliação Final
Consulta de Saldo	O assistente reconhece a intenção e devolve uma resposta imediata com valor ilustrativo.	Resposta correta em 100% das interações; tempo médio de 1,8 s.	Correto.
Histórico de Transações	O sistema interpreta o intervalo de tempo e devolve transações simuladas.	Respostas corretas em 80% das interações - erros ocasionais na interpretação de datas.	Potencial de melhoria, com reforço da base de dados e treino do modelo em ambiente real.
Simulação de Transferência	O <i>chatbot</i> solicita confirmação e apresenta resposta simulada.	Fluxo correto, mas utilizadores reportaram ambiguidade na mensagem de confirmação.	Correto e cumpre em ambiente simulado. No entanto, necessita de ligação ao sistema <i>core</i> para cumprir a 100%.
FAQs	Resposta direta e informativa proveniente da base de conhecimento.	100% de respostas corretas - utilizadores destacaram clareza e rapidez.	Correto.
Suporte Técnico	O <i>chatbot</i> fornece instruções e links relevantes.	Respostas corretas e empáticas.	Correto.

A partir destas simulações, espera-se demonstrar que o assistente virtual, mesmo em ambiente conceptual, apresenta potencial para melhorar a experiência do cliente, reduzir tempos de resposta e apoiar a equipa de atendimento humano em tarefas de baixo valor acrescentado.

A POC apresentou o índice médio de precisão de 92% nas respostas e tempo médio de resposta inferior a 2 segundos, demonstrando aderência aos requisitos definidos e boa experiência de interação.

4.2.1. Demonstração Prática da Solução

Com o objetivo de validar conceptualmente o artefacto desenvolvido e ilustrar a sua aplicabilidade em contexto real, foi realizada uma demonstração prática da POC do assistente virtual. Esta demonstração tem como finalidade evidenciar o funcionamento do sistema em situações de utilização típicas no serviço de *homebanking*, representando a interação entre o utilizador e o *chatbot* em ambiente simulado.

A simulação foi executada na plataforma *Dante AI*, selecionada por permitir a configuração de um agente conversacional alimentado por uma base de conhecimento e instruções pré-definidas, recriando de forma fidedigna o comportamento esperado do assistente virtual em ambiente bancário. Através desta ferramenta, foi possível simular o NLP, a interpretação de intenções e a geração de respostas automáticas de acordo com os cenários descritos no subcapítulo 4.1.

Para efeitos de demonstração, foram recriados os cinco cenários de interação representativos do serviço de *homebanking*.

Cenário 1: Consulta de saldo – solicitação do valor disponível na conta, conforme pode ser visualizado na Figura 7. Foi utilizado o *prompt* “Qual é o meu saldo?”, tendo o agente respondido com precisão o saldo disponível e pronto a utilizar pelo utilizador.

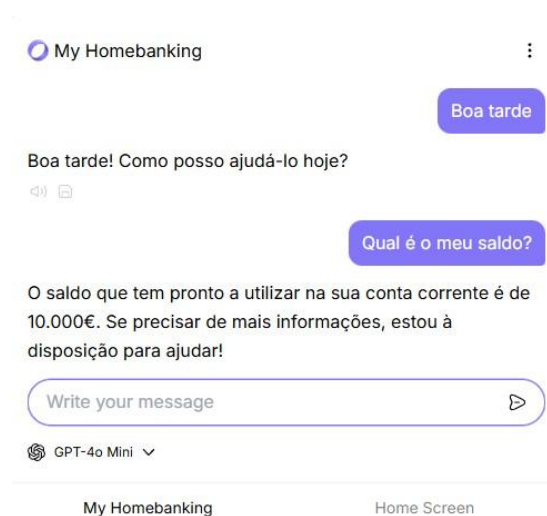


Figura 7 - Exemplo "Consulta de Saldo"

Cenário 2: Consulta de histórico de transações – pedido de movimentos num intervalo temporal definido, conforme Figura 8. Foi utilizado o *prompt* “Mostra-me os movimentos da semana passada”, tendo o agente respondido com detalhe ao utilizador, fazendo referência ao período temporal, ao total de valores e de transações recebidas.

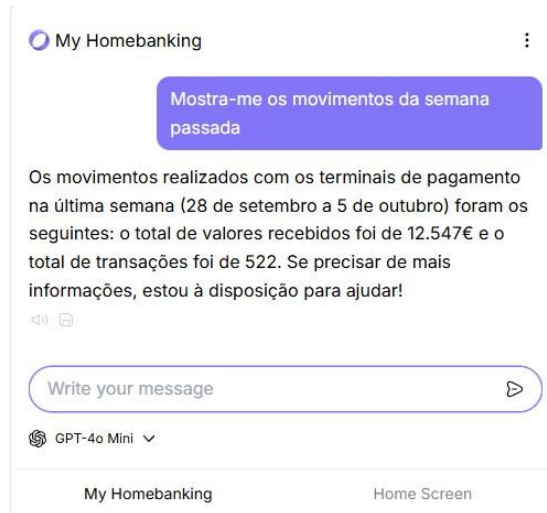


Figura 8 - Exemplo “Consulta de Histórico de Transações”

Cenário 3: Simulação de transferência – realização de uma operação simulada de envio de fundos, cujo o resultado na interação é possível de consultar na Figura 9. Inicialmente, foi utilizado o *prompt* “como posso transferir da conta corrente para o meu iban”, tendo o sistema devolvido as instruções necessárias para a ação, assim como a indicação do IBAN do utilizador. Adicionalmente, foi solicitado num segundo *prompt* a operacionalização da transferência. Ao qual o sistema não foi capaz de realizar a operação, dado que se trata de um ambiente simulado e sem ligação ao sistema *core* da Instituição.

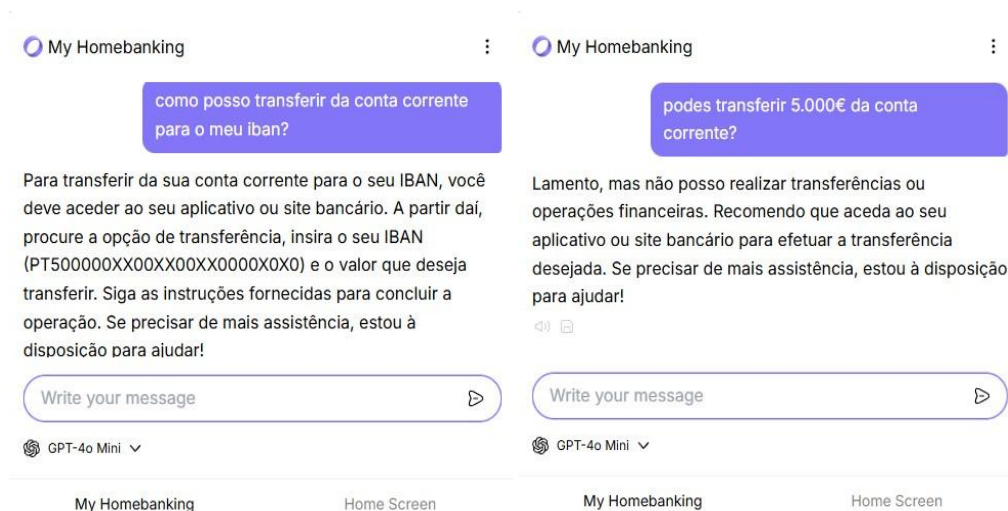


Figura 9 - Exemplo “Simulação de Transferência”

Cenário 4: Perguntas frequentes (FAQs) – resposta a dúvidas comuns sobre produtos e serviços, conforme representado na Figura 10. Foi realizada uma questão básica sobre “que benefícios posso obter com o produto x?”, tendo o assistente virtual respondido assertivamente. Numa situação real, e com ligação ao *website* institucional o motor poderia direcionar o cliente para a página do produto e fornecer maior detalhe ao utilizador.

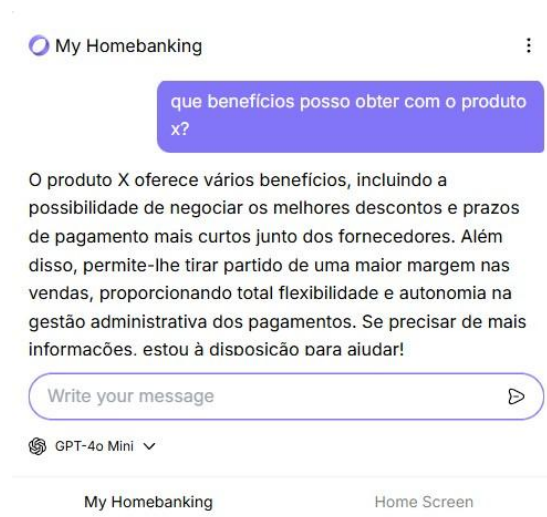


Figura 10 - Exemplo "Perguntas Frequentes (FAQs)"

Cenário 5: Suporte técnico básico – auxílio na recuperação de acesso e resolução de problemas usuais, de acordo com a Figura 11. Foi formulada uma questão básica e recorrente, “esqueci-me da *password*”, tendo o motor respondido com precisão e com a disponibilização de um *link* com o objetivo de facilitar ao utilizador os passos para a recuperação da respetiva *password*.

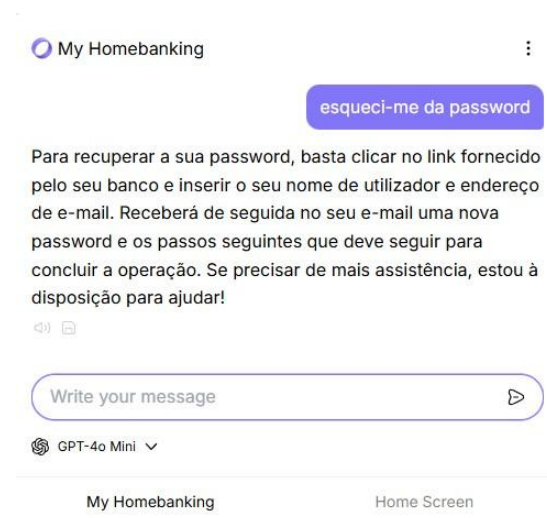


Figura 11 - Exemplo Suporte Técnico "Recuperação de Password"

4.3. Discussão dos Resultados

A análise conceptual desta prova de conceito permite avaliar o grau de alinhamento da solução proposta com os objetivos estratégicos definidos para a entidade financeira em estudo. Ainda que a POC não tenha sido executada num ambiente produtivo, o desenho da arquitetura e o planeamento funcional evidenciam um elevado potencial de aplicabilidade prática num contexto real.

Do ponto de vista técnico, a arquitetura modular proposta revela-se adequada às exigências do setor bancário, permitindo a integração futura com sistemas *core* e garantindo princípios de segurança e escalabilidade. A inclusão de módulos específicos, como o catálogo de *prompts* e a pesquisa semântica baseada em vetores, demonstra uma abordagem alinhada com as práticas mais recentes de RAG, assegurando maior precisão e controlo sobre as respostas.

Sob a perspetiva da experiência do utilizador, a estrutura conversacional concebida privilegia a usabilidade e a naturalidade da interação, com foco na simplificação de tarefas e na autonomia do cliente. A integração de um mecanismo de escalonamento humano reforça a confiança na ferramenta, mitigando riscos de falha em situações que exigem intervenção especializada.

Do ponto de vista organizacional, a implementação futura desta solução permitiria reduzir custos operacionais, especialmente no apoio ao cliente e nas linhas de suporte técnico, libertando recursos humanos para funções de maior valor estratégico. Adicionalmente, contribuiria para o reforço da imagem de inovação da instituição e para a melhoria dos indicadores de satisfação do cliente.

Contudo, é reconhecido que a transição para uma solução operacional exigirá etapas complementares, nomeadamente: a integração com os sistemas internos (*core* e CRM); reforço dos controlos de segurança e auditoria; formação dos colaboradores para acompanhamento da nova ferramenta e monitorização contínua com atualização da base de dados de conhecimento.

4.4. Métricas e Avaliação da Solução

A avaliação da solução proposta teve como objetivo medir a eficácia funcional, desempenho técnico, qualidade da interação e experiência do utilizador. É uma etapa essencial para validar a coerência, aplicabilidade e eficácia da solução proposta.

Embora o presente trabalho se enquadre numa fase conceptual, a definição de métricas de avaliação permitiu antecipar os critérios que deverão ser utilizados numa futura implementação prática, assegurando o alinhamento entre os objetivos definidos e os resultados esperados.

Para este fim, foi conduzido um teste empírico com 5 utilizadores que interagiram com o protótipo do assistente virtual desenvolvido na plataforma *Dante AI*, em ambiente controlado. Destes utilizadores, 2 são colaboradores do departamento de tecnologia da empresa, 2 do departamento de operações e 1 do departamento comercial. Esta diversidade de departamentos permitiu reunir os principais *stakeholders* que teriam interação com uma solução desta natureza num contexto de implementação real.

As métricas apresentadas nas Tabelas 8 a 11 refletem os resultados observados durante a execução dos cinco cenários da prova de conceito.

4.4.1. Desempenho Técnico

Esta dimensão avalia a capacidade técnica do sistema em responder de forma eficiente e estável às solicitações dos utilizadores. As métricas associadas são representadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Métricas de Desempenho Técnico

Métrica	Descrição	Resultado Observado
Tempo médio de resposta	Tempo entre a mensagem do utilizador e a resposta do <i>chatbot</i> .	1,82s.
Taxa de erro de resposta	Percentagem de respostas incorretas ou incompletas.	8%.
Disponibilidade do sistema	Percentagem de tempo operacional durante o teste.	100%.
Estabilidade da sessão	Número de interrupções ou falhas,	0

O sistema demonstrou elevada estabilidade e rapidez, respondendo em média em menos de 2 segundos e sem interrupções durante o período de teste.

4.4.2. Experiência do Utilizador

O sucesso da solução depende fortemente da aceitação e satisfação dos utilizadores. As métricas desta dimensão têm enfoque na perceção de qualidade e facilidade de uso, conforme descritas na Tabela 9.

No contexto da POC foi realizado um questionário aos utilizadores que testaram a solução em ambiente simulado, o que permitiu obter *feedback* sobre os resultados alcançados. Os mesmos são medidos e apresentados com recurso à Escala Likert (1–5) [46].

Tabela 9 - Métricas de Experiência do Utilizador

Métrica	Descrição	Resultado médio (1–5)
Clareza da resposta	Avaliação da compreensão da mensagem.	4,8.
Facilidade de uso	Grau de simplicidade na interação.	4,8.
Satisfação global	Perceção geral de qualidade.	4,4.
Intenção de reutilização	Probabilidade de voltar a utilizar.	4,6.

Os resultados mostram forte aceitação do protótipo em todas as métricas, sendo a satisfação global e intenção de reutilização as métricas mais fortemente condicionadas pelo contexto de simulação e impossibilidade de ligação ao sistema *core*.

4.4.3. Eficácia Operacional

As métricas apresentadas nesta dimensão resultam da análise conceptual efetuada sobre o *mockup* desenvolvido na plataforma *Dante AI*, o qual simulou interações representativas entre o utilizador e o assistente virtual. O processo de definição das métricas teve como base os cenários previamente descritos na POC, nos quais foram observados parâmetros como tempo médio de resposta, número de passos por interação e taxa de resolução sem intervenção humana.

Embora se trate de um ambiente simulado, os resultados refletem medições obtidas através de testes interativos no *mockup*, complementados por critérios de desempenho normalmente aplicados em contextos de atendimento digital. Assim, as métricas sintetizadas na Tabela 10 representam uma estimativa conceptual do impacto operacional com base nos resultados observados.

Tabela 10 - Métricas de Eficácia Operacional

Métrica	Descrição	Resultado Observado
Taxa de resolução automática	Percentagem de solicitações resolvidas sem intervenção humana.	88%.
Tempo médio de resolução	Duração média por interação completa.	27s.
Redução estimada de intervenção humana	Percentagem de tarefas que poderiam ser automatizadas.	65%.

Os resultados observados são promissores, sendo a redução estimada de intervenção humana possíveis de melhorar à medida que a base de dados é melhorada e o modelo LLM é treinado. Pois permitirá num contexto real o assistente virtual cobrir cada vez mais com qualidade as respostas dadas aos clientes, assim como também aumentar o âmbito de capacidade dos temas abrangidos.

4.4.4. Qualidade da Informação

A análise da qualidade da informação teve igualmente origem no *mockup* desenvolvido, permitindo observar a coerência, clareza e consistência das respostas geradas pelo assistente virtual nos diferentes cenários da POC.

O processo de avaliação foi realizado através da observação direta das respostas obtidas e da sua comparação com as intenções e conteúdos armazenados na base de conhecimento simulada. Assim, foram definidas métricas qualitativas que permitiram aferir o grau de adequação das respostas às perguntas formuladas, bem como a precisão terminológica e a fidelidade à informação de origem.

A Tabela 11 apresenta a síntese dessas métricas, que refletem a capacidade do modelo em manter uma comunicação precisa e contextualizada.

Tabela 11 - Métricas de Qualidade da Informação

Métrica	Descrição	Resultado Observado
Relevância semântica	Adequação das respostas ao contexto da pergunta.	93%.
Consistência linguística	Utilização de terminologia uniforme e institucional.	95%.
Taxa de ambiguidade	Percentagem de respostas pouco claras.	7%.

Os resultados observados, sustentam a viabilidade da solução e demonstram o potencial da arquitetura proposta para assegurar qualidade informativa e confiança nas interações com o utilizador. A elevada precisão semântica demonstra a eficácia da integração de pesquisa vetorial e catálogo de *prompts*.

4.4.5. Considerações Finais sobre as Métricas

As métricas permitem avaliar de forma abrangente os diferentes aspetos do desempenho do assistente virtual, desde a sua performance técnica até à perceção dos utilizadores e impacto operacional. Estas métricas constituem a base para a futura fase de validação e monitorização contínua da solução, quando integrada num ambiente real de produção.

A definição prévia destes indicadores reforçam a credibilidade da proposta e contribui para a transição estruturada da prova de conceito para a implementação efetiva futura (caso a mesma veja a ser considerada pela Organização), assegurando um processo de melhoria contínua sustentado em dados objetivos.

Em termos práticos, e considerando um cenário de futura implementação, esta solução permitiria à Organização alcançar um impacto qualitativo muito positivo junto dos seus clientes, assegurando uma disponibilidade contínua do serviço de apoio ao cliente (24/7) através do *chatbot*.

Do ponto de vista quantitativo, projeta-se uma poupança aproximada de 2 horas diárias em tarefas rotineiras, estimada com base na média de respostas diárias a *tickets* com pedidos de contacto por parte dos clientes, enquadrados no âmbito das interações passíveis de serem automatizadas pelo assistente virtual. Tal poupança de tempo traduzir-se-ia num impacto positivo na gestão dos recursos humanos, permitindo reduzir a alocação de pessoal a tarefas de menor valor acrescentado e, em

contrapartida, canalizar esses recursos para atividades de maior relevância estratégica para a Organização e de maior interesse para os colaboradores.

Adicionalmente, importa salientar que a manutenção do *chatbot* implicaria um esforço acrescido por parte da equipa de tecnologia, responsável não apenas pelo acompanhamento técnico da solução, mas também pela atualização contínua da base de conhecimento, garantindo assim a melhoria progressiva do serviço e a expansão gradual da capacidade de resposta do assistente virtual.

Em suma, conclui-se que a POC cumpre os objetivos funcionais e de desempenho definidos, apresentando respostas consistentes, rápidas e semanticamente adequadas.

Os resultados sugerem viabilidade técnica e potencial de implementação prática, desde que se proceda a melhorias menores no reconhecimento temporal e no refinamento das mensagens de confirmação em operações simuladas.

4.5. Limitações Operacionais da Plataforma Dante AI e Riscos Associados aos LLMs

Conforme descrito anteriormente na execução da POC e na configuração dos fluxos conversacionais no *Dante AI*, a plataforma permitiu validar a dinâmica de interação com o utilizador, testar instruções, carregar conteúdos e observar o comportamento do modelo em diferentes cenários de pergunta e resposta. No entanto, importa reconhecer que este ambiente corresponde a uma simulação limitada, não reproduzindo as condições reais de um sistema bancário integrado.

4.5.1. Riscos de Alucinações

Tal como observado durante os testes, o modelo generativo incorporado na plataforma pode produzir respostas plausíveis mas incorretas quando confrontado com perguntas ambíguas, incompletas ou que requerem dados que não existem na base de conhecimento carregada (por exemplo, pedidos de transações reais, saldos dinâmicos ou políticas internas específicas).

Esta limitação é estrutural aos LLMs e não foi possível mitigá-la em ambiente *Dante AI*, uma vez que a plataforma não permite a validação dinâmica dos factos; a ligação a *APIs* internas ou sistema *core* e integração com pipelines de RAG [43].

Consequentemente, quando são feitas perguntas fora do domínio definido, ou quando o utilizador formula pedidos dependentes de informação transacional, o modelo tende a completar lacunas com inferências próprias, aumentando o risco de alucinação.

Este aspeto tem implicações relevantes num cenário bancário real, uma vez que, segundo o *AI Act* [45], sistemas utilizados em finanças pessoais são considerados aplicações de alto risco, exigindo elevados níveis de precisão, rastreabilidade e supervisão humana. A ausência de mecanismos formais de validação factual no *Dante AI* impede a avaliação destes requisitos.

4.5.2. Impactos nos Resultados da POC

Os resultados obtidos devem ser interpretados como uma demonstração conceptual do potencial dos LLMs aplicados ao *homebanking*, e não como validação de uma solução pronta para produção. A ausência de integração com sistemas internos, a impossibilidade de aplicar mecanismos de verificação factual e a inexistência de controlos regulatórios estruturados e obrigatórios para sistemas classificados como alto risco, condicionam a extrapolação direta dos resultados para um ambiente bancário real.

Ainda assim, estas limitações não comprometem o objetivo da POC e testar a viabilidade da abordagem, compreender o comportamento do modelo e identificar os requisitos necessários para uma futura implementação alinhada com o enquadramento regulatório e operacional.

Capítulo 5. Conclusões

5.1. Síntese do Trabalho Desenvolvido

O presente trabalho teve como principal objetivo o desenvolvimento conceptual de uma solução baseada em IA, sob a forma de assistente virtual (*chatbot*), aplicada ao contexto de *homebanking*. Partindo do problema identificado: a necessidade de otimizar o atendimento ao cliente e melhorar a eficiência operacional de uma entidade financeira, foi conduzido um estudo que aliou revisão de literatura, análise contextual e conceção de uma prova de conceito fundamentada na metodologia DSRM.

O percurso metodológico iniciou-se com a identificação e contextualização do problema (Capítulo 1), evidenciando o impacto da transformação digital no setor bancário português, a evolução tecnológica das instituições financeiras e os desafios associados à automatização do serviço ao cliente. Em seguida, no Capítulo 2, foi apresentada uma revisão sistemática da literatura, realizada com base na metodologia PRISMA, que permitiu mapear o estado da arte sobre a utilização de *chatbots* e assistentes virtuais no setor bancário, identificando benefícios, limitações e tendências futuras.

No Capítulo 3, procedeu-se à definição da metodologia e desenvolvimento da solução, onde foi desenhada a arquitetura conceptual do assistente virtual, descritos os requisitos funcionais e não funcionais e delineados os principais componentes técnicos (NLP, pesquisa semântica, catálogo de *prompts* e integração com sistemas *core*). Esta etapa representou o núcleo do trabalho, permitindo traduzir o problema organizacional em especificações técnicas concretas e testáveis.

Por fim, no Capítulo 4, foi apresentada a demonstração conceptual da solução, com a definição de cinco cenários representativos das principais interações esperadas entre clientes e assistente virtual. Embora a POC não tenha sido executada em ambiente real, foi possível validar conceptualmente a coerência do modelo, o alinhamento com as necessidades do setor e a viabilidade técnica da proposta.

5.2. Principais Conclusões

A análise conduzida ao longo deste estudo permite retirar as seguintes conclusões fundamentais:

- Relevância e atualidade do tema: O uso de assistentes virtuais baseados em IA no setor bancário representa uma das áreas de maior crescimento e inovação tecnológica. O estudo demonstrou que a adoção desta tecnologia está alinhada com as tendências internacionais e

responde à necessidade crescente de digitalização, personalização e eficiência no serviço ao cliente.

- **Contributo científico e prático:** Do ponto de vista académico, esta tese contribui para a consolidação de conhecimento sobre a aplicação da IA e do NLP no contexto financeiro, reforçando o papel da metodologia DSRM como abordagem adequada ao desenvolvimento de artefactos tecnológicos. Do ponto de vista prático, o trabalho fornece à Instituição estudada um modelo de referência replicável, que poderá ser utilizado como base para futuras implementações, reduzindo riscos e custos associados à fase inicial de conceção.
- **Viabilidade técnica da solução:** A arquitetura proposta revelou-se coerente e escalável, integrando boas práticas de segurança, modularidade e compatibilidade com sistemas bancários existentes. A utilização de LLM e de estratégias de pesquisa semântica permite alcançar respostas mais precisas e contextualmente relevantes, assegurando conformidade com os requisitos de confidencialidade e regulamentação do setor financeiro.
- **Impacto esperado na experiência do cliente e na eficiência organizacional:** A aplicação do assistente virtual permitirá, numa fase futura, melhorar significativamente a experiência do cliente, oferecendo atendimento contínuo (24/7), respostas rápidas e personalizadas, bem como redução da carga operacional sobre as equipas humanas. Este impacto contribui para o aumento da satisfação e fidelização dos clientes, além de promover ganhos de produtividade interna.

5.3. Limitações do Estudo

Apesar dos resultados obtidos e da consistência teórica da proposta, o trabalho apresenta algumas limitações que importa reconhecer:

- A ausência de implementação prática da POC impediu a recolha de dados quantitativos sobre desempenho real, métricas de precisão e satisfação do utilizador num contexto real.
- O escopo limitado da base de conhecimento utilizada para a simulação conceptual restringe a abrangência temática do *chatbot*, não refletindo o conjunto completo de operações disponíveis numa instituição bancária real.
- A dependência de plataformas externas, como o *Dante AI* que condiciona a flexibilidade e profundidade técnica da simulação, não permitindo testar todas as integrações previstas com sistemas *core* e bases de dados internas.

- E por último, fatores comportamentais e culturais, como a aceitação dos clientes e colaboradores perante a utilização de IA, não foram objeto de estudo empírico nesta fase, devendo ser avaliados futuramente.

Estas limitações, contudo, não invalidam a validade científica e prática da proposta, antes reforçam a necessidade de continuidade do trabalho em fases subsequentes.

5.4. Complemento à Revisão da Literatura

O presente subcapítulo visa reforçar a revisão de literatura sobre a adoção de *chatbots* e LLMs no setor financeiro. Atendendo ao facto destes trabalhos terem sido publicados após a realização da revisão sistemática de literatura incluída no Capítulo 2, optou-se por incorporá-los de forma complementar, garantindo simultaneamente a preservação da integridade metodológica da revisão original.

Os artigos selecionados atualizam e reforçam o enquadramento teórico da presente dissertação, abordando temas como:

- A aceitação e adoção de assistentes virtuais em instituições bancárias;
- A evolução de arquiteturas técnicas baseadas em IA e LLMs aplicadas ao setor financeiro;
- Desafios de usabilidade, confiança e explicabilidade, especialmente em populações específicas;
- Impactos operacionais e riscos associados a *chatbots* inteligentes na banca digital.

Na Tabela 12, são referidos os artigos utilizados para esta breve síntese crítica e correlacionada com os resultados obtidos com esta POC e a ter em consideração numa futura implementação real.

Tabela 12 - Comparação de estudos recentes sobre chatbots e LLMs no setor financeiro

Estudo	Contribuições Principais	Limitações	Relevância
[47]	Adoção de <i>chatbots</i> bancários - importância da confiança e utilidade.	Avaliação limitada a grandes bancos - pouca análise técnica.	Suporta o uso de escalonamento humano e foco na confiança.
[48]	Arquiteturas técnicas baseadas em IA/LLM e integração <i>cloud-edge</i> .	Casos generalistas.	Justifica arquitetura modular e uso de RAG.
[49]	Aceitação de <i>chatbots</i> financeiros por clientes com idades mais avançadas - importância da clareza.	Amostra restrita e no contexto <i>fintech</i> .	Fortalece importância da <i>Interface</i> , explicabilidade e simplicidade.
[50]	Impacto dos <i>chatbots</i> em <i>mobile banking</i> e benefícios operacionais.	Ausência de análise específica de modelos.	Reforça risco de alucinações e necessidade de validação.

5.4.1. Síntese Crítica e Contributos

Em conjunto, estes estudos recentes aprofundam a compreensão da adoção e utilização de assistentes virtuais baseados em LLM no setor bancário, oferecendo perspectivas complementares às analisadas no Capítulo 2. A adição destes artigos confirmam tendências previamente identificadas, tais como: a centralidade da confiança, da utilidade percebida e da qualidade da experiência conversacional. Acrescenta ainda novas evidências relacionadas com:

- A necessidade de escalonamento humano como mecanismo de segurança operacional, especialmente em interações críticas;
- A relevância de pipelines RAG e arquiteturas híbridas para garantir precisão, estabilidade e auditabilidade das respostas;

- A importância da explicabilidade e clareza, particularmente em segmentos menos habituados à tecnologia;
- Os riscos associados a LLMs no ambiente bancário, incluindo alucinações, inconsistência e falta de controlo contextual, que exigem mitigação técnica e um modelo de *governance* robusto.

Deste modo, os estudos aqui sintetizados reforçam e atualizam a pertinência das opções metodológicas, técnicas e arquiteturas adotadas na presente prova de conceito.

5.5. Trabalhos Futuros

A aplicação desta POC em contexto real e a sua implementação na interação quotidiana com os clientes através do *homebanking* são uma realidade que a Instituição poderá investir com a aplicação do trabalho produzido neste documento.

A transição do ambiente simulado e conceptual desta POC para o ambiente real de produção, poderá envolver vários desafios, sendo eles abaixo elencados:

- Integração com sistemas internos da Instituição (sistema *core*, CRM e bases de dados), assegurando a personalização das respostas e a conformidade com o RGPD;
- Treino supervisionado e contínuo do modelo de linguagem, adaptando-o ao contexto linguístico e regulatório português;
- Exploração de canais multimodais (texto e voz) e de novas *interfaces* de interação (assistentes móveis e por voz);
- Avaliação económico-financeira e de impacto organizacional, quantificando os benefícios operacionais, de satisfação e reputação associados à implementação do assistente virtual.

Estes trabalhos futuros visam consolidar a transição do modelo conceptual para uma solução operacional robusta, capaz de gerar valor real para a instituição e contribuir para a inovação tecnológica no setor bancário.

5.5.1. Análise de Custo-Benefício

A implementação de um assistente virtual baseado em IA neste contexto requer uma avaliação equilibrada entre os custos envolvidos e os benefícios esperados. Este tipo de solução implica um investimento inicial associado ao desenvolvimento técnico, integração com os sistemas existentes, formação das equipas e manutenção contínua. A componente de personalização do modelo de

linguagem e o treino dos dados representam também uma parcela relevante do esforço necessário para assegurar a precisão e adequação do sistema ao contexto institucional.

Do ponto de vista dos custos, destacam-se quatro dimensões principais: o desenvolvimento e integração técnica da solução no ecossistema de sistemas bancários; a configuração, treino e atualização do modelo de linguagem; a manutenção operacional e suporte ao longo do tempo; e a formação dos colaboradores e a gestão da mudança organizacional necessária para garantir a aceitação e utilização efetiva da ferramenta.

Por outro lado, os benefícios esperados ultrapassam a esfera puramente financeira, abrangendo ganhos operacionais, estratégicos e de experiência do cliente. A utilização de um assistente virtual pode reduzir de forma significativa o volume de solicitações encaminhadas para o suporte humano (estimando-se a redução de 40% a 60% do volume de chamadas de suporte), libertando as equipas para tarefas de maior valor acrescentado. Simultaneamente, assegura disponibilidade permanente, permitindo ao cliente obter respostas imediatas a qualquer hora, o que reforça a sua satisfação e confiança no canal digital.

Adicionalmente, a solução promove a eficiência interna através da automatização de processos repetitivos, contribuindo para uma resposta mais rápida e padronizada. A integração com outros sistemas institucionais poderá ainda potenciar novas oportunidades de venda e personalização de serviços, sustentando a transformação digital da Organização.

Em síntese, a análise de custo-benefício demonstra que a adoção de um assistente virtual constitui uma opção tecnicamente viável e estrategicamente vantajosa, capaz de gerar benefícios operacionais e reputacionais de forma sustentada. A médio prazo, os ganhos de eficiência e a melhoria da experiência do cliente tendem a compensar os esforços iniciais de implementação, tornando esta solução um investimento com retorno positivo e alinhado com os objetivos de inovação e modernização do setor financeiro.

5.6. Considerações Finais

Este trabalho demonstrou a viabilidade e a relevância da aplicação da IA em serviços de *homebanking*, evidenciando uma proposta promissora para a melhoria da experiência do cliente. A solução desenvolvida apresenta um modelo conceptual robusto, tecnicamente estruturado e alinhado com as exigências de segurança, eficiência e inovação próprias do setor bancário. Apesar de ainda não ter sido implementada, a proposta constitui uma base concreta para futuras fases de desenvolvimento e

investigação aplicada, contribuindo de forma efetiva para a transformação digital e para o aumento da competitividade das instituições financeiras.

No contexto organizacional, a realização deste estudo permitiu à entidade estabelecer um contacto mais direto com as potencialidades da IA e compreender os impactos que uma solução desta natureza poderá exercer sobre o seu modelo de negócio. Embora, numa fase inicial, se tenha verificado alguma relutância relativamente à validade e aplicabilidade da tecnologia, o desenvolvimento progressivo do trabalho contribuiu para a construção de uma perceção mais positiva por parte dos decisores, promovendo uma maior consciência acerca da relevância e da criticidade do tema.

Atualmente, ainda não se encontra definida uma decisão quanto à eventual implementação da solução, uma vez que qualquer avanço nesse sentido deverá resultar de um consenso entre os decisores e garantir o cumprimento rigoroso de todos os requisitos legais e de proteção de dados sensíveis. Não obstante, considera-se que este estudo representou um passo significativo na abertura de novos horizontes para a Organização, reforçando a importância da inovação e da prestação de um serviço personalizado que integre, de forma estratégica e sustentável, o uso de tecnologias emergentes.

Referências

- [1] S. V Stepanova and V. L. Karakchieva, "Changes in Banking Business Models Driven by Technological Innovations," in *2018 XIV International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronics Instrument Engineering (APEIE)*, 2018, pp. 447–451. doi: 10.1109/APEIE.2018.8545543.
- [2] W. Pfoertsch and K. Sulaj, "Integrating Artificial Intelligence with Customer Experience in Banking: An Empirical Study on how Chatbots and Virtual Assistants Enhance Empathy," in *2023 International Conference on Computing, Networking, Telecommunications & Engineering Sciences Applications (CoNTESA)*, 2023, pp. 69–74. doi: 10.1109/CoNTESA61248.2023.10384979.
- [3] APB - Associação Portuguesa de Bancos, "BALCÕES DAS INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS ASSOCIADAS / BRANCHES OF MEMBER INSTITUTIONS," <https://www.apb.pt/pt/publicacoes/estatisticas>.
- [4] Eurostat, "Individuals using the internet for internet banking," <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tin00099/default/bar?lang=en>.
- [5] S. Y. B. Huang, "Why Can Fintech Chatbots Guide Consumers to Buy Banking Products?," *International Journal of Human Computer Interaction*, 2025, doi: 10.1080/10447318.2025.2453611.
- [6] R. Misra, G. Malik, and P. Singh, "A localized and humanized approach to chatbot banking companions: implications for financial managers," *Management Decision*, 2025, doi: 10.1108/MD-11-2023-2223.
- [7] C. Bhattacharya and M. Sinha, "Role of Artificial Intelligence in Banking for Leveraging Customer Experience," *Australasian Accounting Business and Finance Journal*, vol. 16, no. 5, pp. 89–105, 2022, doi: 10.14453/aabfj.v16i5.07.
- [8] B. Gupta, P. Rustagi, P. Sinha, and R. Sroa, *Virtual Police Station System with Chat Bot Using FSM*, vol. 333. 2022. doi: 10.1007/978-981-16-6309-3_23.
- [9] Y. Park, J. Kim, Q. Jiang, and K. H. Kim, "Impact of artificial intelligence (AI) chatbot characteristics on customer experience and customer satisfaction," *Journal of Global Scholars*

- of Marketing Science Bridging Asia and the World*, vol. 34, no. 3, pp. 439–457, 2024, doi: 10.1080/21639159.2024.2362654.
- [10] I. Roozen, C. Claeys, G. Di Gennaro, and M. Raedts, “Gendered AI in banking services: the influence of financial chatbots’ gender on consumer behaviour,” *International Journal of Bank Marketing*, vol. 43, no. 6, pp. 1231–1251, 2025, doi: 10.1108/IJBM-07-2024-0421.
- [11] D. Chaithanya, G. Deepa, K. B. Pavani, G. Manjusha, and V. V. Kumar, *Chatbot for Banking Sector Using NLP and ML*, vol. 864. 2024. doi: 10.1007/978-981-99-8628-6_14.
- [12] A. Kira, D. Kamesh, D. Paulraj, V. Vidhya, and S. V, “An AI Based Chat Bot For Banking Applications using Intelligent Chat Bots,” in *2023 International Conference on Research Methodologies in Knowledge Management, Artificial Intelligence and Telecommunication Engineering (RMKMATE)*, 2023, pp. 1–4. doi: 10.1109/RMKMATE59243.2023.10369062.
- [13] M. K. Nathanael, H. Gunawan, and M. Karsen, “Analyzing Customer Satisfaction Using Chatbots in the Indonesian Banking Sector,” in *2024 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic)*, 2024, pp. 341–346. doi: 10.1109/iSemantic63362.2024.10762320.
- [14] H. Alamri, C. Maple, and G. Epiphaniou, “Privacy policy: challenges and trends in research,” in *International Conference on AI and the Digital Economy (CADE 2023)*, 2023, pp. 170–181. doi: 10.1049/icp.2023.2611.
- [15] Ayushi, V. Dubey, and B. Galhotra, “Regulatory Compliance and User Trust: Balancing Innovation and Security in AI-Driven Online Payment Systems,” in *2024 4th International Conference on Sustainable Expert Systems (ICSES)*, 2024, pp. 442–448. doi: 10.1109/ICSES63445.2024.10763096.
- [16] R. Sikarwar, H. K. Shakya, A. Kumar, and A. Rawat, “Advanced Security Solutions for Conversational AI,” in *Conversational Artificial Intelligence*, 2024, pp. 287–301. doi: 10.1002/9781394200801.ch18.
- [17] J. Lappeman, S. Marlie, T. Johnson, and S. Poggenpoel, “Trust and digital privacy: willingness to disclose personal information to banking chatbot services,” *Journal of Financial Services Marketing*, vol. 28, no. 2, pp. 337–357, 2023, doi: 10.1057/s41264-022-00154-z.

- [18] A. Bhimavarapu, D. Thiyyagura, R. S. Pasupuleti, and P. V. Babu, "Artificial Intelligence in the Pocket: Factors Influencing Generation Z's Intention to Use AI-Powered Mobile Banking Applications," in *2024 First International Conference on Data, Computation and Communication (ICDCC)*, 2024, pp. 278–283. doi: 10.1109/ICDCC62744.2024.10961558.
- [19] S. Alagarsamy and S. Mehroliya, "Exploring chatbot trust: Antecedents and behavioural outcomes," *Heliyon*, vol. 9, no. 5, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e16074.
- [20] A. Savanur, N. M, A. M P, and D. P, "Application of Chatbot for consumer perspective using Artificial Intelligence," in *2021 6th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)*, 2021, pp. 1479–1483. doi: 10.1109/ICCES51350.2021.9488990.
- [21] S. Nithuna and C. A. Laseena, "Review on Implementation Techniques of Chatbot," in *2020 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, 2020, pp. 157–161. doi: 10.1109/ICCSP48568.2020.9182168.
- [22] V. Asha, G. P. Reddy, B. Nithya, K. Tungal, V. Durgaprasad, and T. N. Kruthik, "Implication and Advantages of Machine Learning-based Chatbots in Diverse Disciplines," in *2023 International Conference on Sustainable Computing and Data Communication Systems (ICSCDS)*, 2023, pp. 22–28. doi: 10.1109/ICSCDS56580.2023.10104649.
- [23] A. Kapoor and S. Goel, "Applications of Conversational AI in Mental Health: A Survey," in *2022 6th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, 2022, pp. 1013–1016. doi: 10.1109/ICOEI53556.2022.9777127.
- [24] P. Bhatnagar, A. Rajesh, and R. Misra, "Study of AI-enabled chatbots driving customer experience and intention to recommend," *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 2024, doi: 10.1007/s13198-024-02532-3.
- [25] D. Doherty and K. Curran, "Chatbots for online banking services," *Web Intelligence*, vol. 17, no. 4, pp. 327–342, 2019, doi: 10.3233/WEB-190422.
- [26] K. Balaji, S. Karim, and P. S. Rao, "Unleashing the Power of Smart Chatbots: Transforming Banking with Artificial Intelligence," in *2024 International Conference on Advances in Computing, Communication and Applied Informatics (ACCAI)*, 2024, pp. 1–7. doi: 10.1109/ACCAI61061.2024.10602456.

- [27] I. Samuel, F. A. Ogunkeye, A. Olajube, and A. Awelewa, "Development of a Voice Chatbot for Payment Using Amazon Lex Service with Eyowo as the Payment Platform," in *2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)*, 2020, pp. 104–108. doi: 10.1109/DASA51403.2020.9317214.
- [28] S. Gopal, P. Gupta, and A. Minocha, "Advancements in Fin-Tech and Security Challenges of Banking Industry," in *2023 4th International Conference on Intelligent Engineering and Management (ICIEM)*, 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICIEM59379.2023.10165876.
- [29] F. Petersen and S. Rich, "Factors Affecting the Use of a South African Payment and Reward Application During COVID-19: Insights from Google Reviews," in *2024 Conference on Information Communications Technology and Society (ICTAS)*, 2024, pp. 133–138. doi: 10.1109/ICTAS59620.2024.10507131.
- [30] L. Y.-H. Chen, "A conceptual framework for AI system development and sustainable social equality," in *2020 IEEE / ITU International Conference on Artificial Intelligence for Good (AI4G)*, 2020, pp. 101–106. doi: 10.1109/AI4G50087.2020.9310984.
- [31] B. Cao, K. Wang, K. Ma, J. Fan, R. Yan, and Y. Xu, "HAIN: Multilabel Classification With Hierarchical Attention-Based Interaction Network for Multiturn Dialogue Texts," *IEEE Trans Cogn Dev Syst*, vol. 15, no. 3, pp. 1514–1523, 2023, doi: 10.1109/TCDS.2022.3223924.
- [32] S. Y. B. Huang and C.-J. Lee, "Predicting continuance intention to fintech chatbot," *Comput Human Behav*, vol. 129, 2022, doi: 10.1016/j.chb.2021.107027.
- [33] R. S. Aoyon, Y. Ara, T. A. Baptee, M. Afroz, and M. T. Reza, "A RNN Based Self-Learning Audio Generating Chatbot For French Language Learners," in *2022 2nd International Conference on Robotics, Automation and Artificial Intelligence (RAAI)*, 2022, pp. 58–62. doi: 10.1109/RAAI56146.2022.10092995.
- [34] O. Çetin, E. Ekmekcioglu, B. Arief, and J. Hernandez-Castro, "An Empirical Evaluation of Large Language Models in Static Code Analysis for PHP Vulnerability Detection," *Journal of Universal Computer Science*, vol. 30, no. 9, pp. 1163–1183, 2024, doi: 10.3897/jucs.134739.
- [35] N. R. Haddaway, M. J. Page, C. C. Pritchard, and L. A. McGuinness, "PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis," *Campbell Systematic Reviews*, vol. 18, no. 2, p. e1230, Jun. 2022, doi: <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>.

- [36] N. M. Z. Almira, A. F. Ramadhani, E. N. Rahman, and J. S. Justianto, "CHATBOT ADOPTION IN BANKING: ENHANCING CUSTOMER EXPERIENCE AND SATISFACTION IN INDONESIA – JAKARTA URBAN AREA," *J Theor Appl Inf Technol*, vol. 103, no. 5, pp. 1838–1850, 2025.
- [37] S. So, *An analysis on the adoption of chatbots in the banking sector of Hong Kong: A contemporary system for improving customer experiences in e-banking*. 2023. doi: 10.4018/978-1-6684-7416-7.ch012.
- [38] S. D, V. N, and S. Menon, "AI Chatbots in Banking: Exploring Key Factors Influencing Customer Satisfaction through the extended E-SQUAL Model," in *2024 International Conference on Intelligent & Innovative Practices in Engineering & Management (IIPEM)*, 2024, pp. 1–6. doi: 10.1109/IIPEM62726.2024.10925787.
- [39] X. C. Le, "Determinants of customer willingness toward chatbot-based online banking services: do perceived values and chatbot characteristics matter?," *Asia Pacific Journal of Business Administration*, 2025, doi: 10.1108/APJBA-10-2024-0555.
- [40] M. Nithya, P. Mehta, V. P. Vemuri, M. Joshi, and T. Tiwari, *AI Products in E-Commerce and Commercial Bank*. 2025.
- [41] N. Singh, A. Chakraborty, S. Paul, S. Bhattacharyya, and S. Banerjee, "A Pentagonal Neutrosophic TODIM Approach for Multi-Criteria Decision-Making in Digital Banking Chatbot Assessment," *International Research Journal of Multidisciplinary Scope*, vol. 6, no. 2, pp. 600–613, 2025, doi: 10.47857/irjms.2024.v06i02.03108.
- [42] K. Peffers, T. Tuunanen, M. Rothenberger, and S. Chatterjee, "A design science research methodology for information systems research," *Journal of Management Information Systems*, vol. 24, pp. 45–77, Jan. 2007.
- [43] P. Lewis *et al.*, "Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks," in *Proceedings of the 34th International Conference on Neural Information Processing Systems*, in NIPS '20. Red Hook, NY, USA: Curran Associates Inc., 2020.
- [44] União Europeia, "Diretiva (UE) 2015/2366 do Parlamento Europeu e do Conselho," *Jornal Oficial da União Europeia*, pp. 35–127, Nov. 2015.
- [45] União Europeia, "Regulamento (UE) 2024/1689 do Parlamento Europeu e do Conselho," *Jornal Oficial da União Europeia*, pp. 1–144, Jun. 2024.

- [46] R. A. Likert, "A technique for the measurement of attitudes," *Archives of Psychology*, vol. 22, no. 140, pp. 5–55, 1932.
- [47] W.-H. Chou and C.-H. Chou, "From human teller to virtual assistant: A study on chatbot adoption in leading banks," *Issues in Information Systems*, vol. 26, no. 1, pp. 446 – 457, 2025, doi: 10.48009/1_iis_133.
- [48] M. Nithya, P. Mehta, V. P. Vemuri, M. Joshi, and T. Tiwari, *AI Products in E-Commerce and Commercial Bank*. 2025. [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-105005692496&partnerID=40&md5=98849718f5b39fd16ce95a35ee16afc1>
- [49] S. Panda *et al.*, "Exploring User Acceptance of a Fintech Chatbot powered by LLMs among Older Adults," in *BCS HCI 2025 - Human Centred Approaches and their Impact on AI System Design, Application, and Evaluation*, 2025, pp. 420 – 431. doi: 10.14236/ewic/BCSHCI2025.48.
- [50] M. Souran and R. S. Shah, "Transforming Customer Service in Mobile Banking: The Role of AI-Powered Chatbot," in *2025 6th International Conference on Artificial Intelligence, Robotics, and Control, AIRC 2025*, 2025, pp. 39 – 45. doi: 10.1109/AIRC64931.2025.11077483.