

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO PARÁ - CESUPA
ESCOLA DE NEGÓCIOS, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO - ARGO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

CAROLINE MARIA NUNES BOL
ISABELA SOBRAL PORPINO PAES BARRETO

**UM ESTUDO SOBRE ASSISTENTES VIRTUAIS INTELIGENTES NA
ATUALIDADE: TECNOLOGIA E APLICABILIDADES**

BELÉM
2022

CAROLINE MARIA NUNES BOL
ISABELA SOBRAL PORPINO PAES BARRETO

**UM ESTUDO SOBRE ASSISTENTES VIRTUAIS INTELIGENTES NA
ATUALIDADE: TECNOLOGIA E APLICABILIDADES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Negócios, Tecnologia e Inovação do Centro Universitário do Estado do Pará como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação na modalidade ARTIGO.

Orientador(a): Prof(a). Polyana Santos
Fonseca Nascimento

BELÉM
2022

CAROLINE MARIA NUNES BOL
ISABELA SOBRAL PORPINO PAES BARRETO

**UM ESTUDO SOBRE ASSISTENTES VIRTUAIS INTELIGENTES NA
ATUALIDADE: TECNOLOGIA E APLICABILIDADES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Negócios, Tecnologia e Inovação do Centro Universitário do Estado do Pará como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação na modalidade ARTIGO.

Data da aprovação: 05 /12/2022

Nota final aluno(a) I: 10,0

Nota final aluno(a) II: 10,0

Banca examinadora


Documento assinado digitalmente

 POLYANA SANTOS FONSECA NASCIMENTO
Data: 18/12/2022 17:00:05-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof(a). Ma. Polyana Santos Fonseca Nascimento

Orientador(a) e Presidente da banca


Documento assinado digitalmente

 VITOR HUGO FREITAS GOMES
Data: 18/12/2022 14:04:11-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof(a). Dr. Vitor Hugo Freitas Gomes

Examinador(a) interno(a)

Documento assinado digitalmente

 PEDRO HENRIQUE SALES GIROTTTO
Data: 18/12/2022 20:39:22-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof(a). Me. Pedro Henrique Sales Girotto

Examinador(a) interno(a)

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
Biblioteca do CESUPA, Belém – PA

Bol, Caroline Maria Nunes.

Um estudo sobre assistentes virtuais inteligentes na atualidade: tecnologia e aplicabilidades / Caroline Maria Nunes Bol, Isabela Sobral Porpino Paes Barreto; orientadora Polyana Santos Fonseca Nascimento. – 2022.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro Universitário do Estado do Pará, Ciência da Computação, Belém, 2022.

1. Assistentes virtuais. 2. Inteligência artificial. 3. Assistentes virtuais inteligentes. I. Barreto, Isabela Sobral Porpino Paes. II. Nascimento, Polyana Santos Fonseca, orient. III. Título.

CDD 23ª ed. 006.3

AGRADECIMENTOS

CAROLINE MARIA NUNES BOL

Agradeço aos meus pais, Teilla e Erick Bol, pelo incentivo, dedicação e paciência, além do amor incondicional que levaram a este momento. Além disso agradeço por terem me mostrado sempre o melhor caminho, não me deixando desistir nem por um segundo e sendo minhas inspirações como pessoas e como profissionais.

Agradeço aos meus amigos, pelos momentos de companheirismo, compreensão e força em todos os momentos, tenho orgulho de todos e espero que nossa amizade permaneça a mesma, mesmo com cada um voando alto atrás de seus sonhos.

Agradeço à minha família, por torcerem por mim em todos os momentos. À nossa orientadora Polyana Santos Fonseca Nascimento, pelo suporte, correções e ensinamentos que foram fundamentais neste processo. À minha chefe de estágio, Simonne Callegario, pela amizade, oportunidade de aprendizagem e pelo suporte na experiência de trabalho. Por fim, agradeço também aos BTS e DPR, por serem exemplos de criatividade artística e pelo conforto que suas músicas me proporcionam diariamente.

ISABELA SOBRAL PORPINO PAES BARRETO

Agradeço, primeiramente, aos meus pais por terem me apoiado todos esses anos, sempre confiaram no meu potencial e me ajudaram de todas as maneiras que puderam. Ao meu padrinho, que é um grande profissional da TI e uma inspiração para mim, que sempre estava disponível para tirar minhas dúvidas e me ensinar coisas novas, além de me proporcionar minha primeira experiência profissional num lugar onde aprendi muito.

Agradeço aos meus amigos, que estiveram comigo em todos os momentos, e acompanharam a montanha-russa que foi passar pela graduação, sempre me motivando e me dando apoio. Sou imensamente feliz por ter a amizade e carinho de vocês.

Agradeço à professora Polyana, que além de ter ministrado algumas das matérias que mais gostei durante a graduação, também foi essencial nessa etapa de produção do TC como nossa brilhante orientadora.

Agradeço, por fim, aos Twenty One Pilots, aos The Boyz e à Taylor Swift, que frequentemente me confortaram com suas músicas nos momentos que mais precisei, e mesmo de tão longe, e sem me conhecer, fizeram muito por mim.

RESUMO

O uso das assistentes pessoais inteligentes (IPAs) cresceu rapidamente na última década, apresentando aplicações tanto de grande escala, desenvolvidas pelas maiores empresas de tecnologia atuais, quanto de menor escala, para uso de clientes de empresas específicas em diversas esferas. O perceptível ganho de influência das assistentes no cotidiano das pessoas e o contínuo investimento na área contribui para que seja necessária uma constante discussão sobre o uso e evolução das IPAs. Nesse contexto, o presente trabalho busca investigar como está a situação atual das assistentes inteligentes, nos âmbitos tecnológicos e de aplicabilidades, além de comparar as contribuições do Brasil nessa área em relação ao restante do mundo. O método utilizado para atingir esses objetivos consiste em uma revisão sistemática sobre o assunto, feita por meio de uma investigação em repositórios acadêmicos em busca de materiais bibliográficos. Como resultado, este artigo apresenta as várias áreas de atuação nas quais as IPAs estão inseridas, além de elucidar os principais componentes que fazem parte do seu funcionamento, bem como a arquitetura mais utilizada pelas assistentes mais famosas. Por fim, as contribuições deste trabalho buscam mostrar as perspectivas futuras para a continuidade dos estudos das IPAs, apresentando pontos de preocupação e ramos promissores para a área.

Palavras-chave: Assistentes Pessoais Inteligentes. Assistentes Virtuais Inteligentes. Inteligência artificial. Revisão sistemática.

ABSTRACT

The usage of Intelligent Personal Assistants (IPAs), has rapidly grown in the past decade, represented by both large scale applications, developed by the biggest tech companies nowadays, and smaller applications developed by various businesses to interact with their clients, being dedicated to tasks related to the company's necessities. The IPA's notable influence gain in people's everyday life and the continuous investment in this area contributes to a discussion regarding the assistants' use and evolution. In this context, this article aims to look into the current situation regarding intelligent assistants, considering its technology and fields of usage, as well as comparing Brazil's contribution in this area in contrast to the rest of the world. The method chosen to achieve these objectives consists in a systematic review regarding IPAs, by investigating academic repositories in search of bibliographic materials. As a result, this article presents the many fields of application that are using IPAs technology, as well as showing the main elements that compose their structure and the most currently used architecture. Lastly, this work's contribution is to show future perspectives in this area, like promising ways forward and parts that need attention, in a way as to guide future academic works.

Palavras-chave: Intelligent personal assistants. Intelligent virtual assistants. Artificial intelligence. Systematic review.

LISTA DE SIGLAS

IA - Inteligência Artificial

IPA - Assistente Pessoal Inteligente, do inglês *Intelligent Personal Assistant*

NLP - Processamento de Linguagem Natural, do inglês *Natural Language Processing*

NLU - Entendimento de Linguagem Natural, do inglês *Natural Language Understanding*

TI - Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
1 CONTEXTUALIZAÇÃO	9
1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
1.2 Problema da pesquisa	13
1.3 JUSTIFICATIVA	14
1.4 OBJETIVOS	14
1.4.1 Objetivo Geral	14
1.4.2 Objetivos Específicos	14
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 UM ESTUDO SOBRE A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA EM ASSISTENTES VIRTUAIS	16
2.1 Introdução	16
2.2 METODOLOGIA DA PESQUISA	17
2.3 Resultados	17
2.4 DISCUSSÃO	28
2.5 CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 Revisão bibliográfica

1.1.1 Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial (IA) surgiu em meados da década de 1950, e desde então diversas pesquisas foram desenvolvidas e publicadas. Entretanto, a IA é conceituada de formas diferentes nesses estudos (MEDEIROS, 2018).

Russell e Norvig (2004) dividem os principais conceitos em 4 categorias, considerando se os sistemas inteligentes propostos buscam pensar como seres humanos ou pensar racionalmente, e também se buscam agir como seres humanos ou agir racionalmente. O Quadro 1, criado por Russel e Norvig (2004), exemplifica esses conceitos:

Quadro 1 - Principais conceitos de IA

Sistemas que pensam como seres humanos	Sistemas que pensam racionalmente
“O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem[...] <i>máquinas com mentes</i> , no sentido total e literal.” (HAUGELAND, 1985)	“O estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais.” (CHARNIAK e MCDERMOTT, 1985)
“[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisão, a resolução de problemas, o aprendizado...” (BELLMAN, 1978)	“O estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir.” (WINSTON, 1992)
Sistemas que atuam como seres humanos	Sistemas que atuam racionalmente
“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas.” (KURZWEIL, 1990)	“A Inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes” (POOLE et al, 1998)

Fonte: Russell; Norvig (2004).

As definições do lado esquerdo da tabela buscam medir o sucesso de um sistema inteligente ao compará-lo com o desempenho humano; essa abordagem é uma ciência empírica, baseada em hipóteses e confirmação experimental. Já as do lado direito da tabela focam em uma concepção ideal de inteligência (racionalidade) para medir seu sucesso, que “faz tudo certo” com os dados que têm, e essa abordagem se baseia em conceitos matemáticos e da engenharia (RUSSELL; NORVIG, 2004).

Esses conceitos têm sido consistentemente utilizados para o estudo da inteligência artificial, porém existe uma tensão entre as abordagens focadas no ser humano e as racionalistas, e ao longo dos anos elas vêm tanto desacreditando uma da outra quanto se ajudando (RUSSELL; NORVIG, 2004).

Apesar das divergências, todos se unem em uma característica em comum: a possibilidade de criar “máquinas pensantes”. Então a IA busca estudar os diferentes métodos para elaborar sofisticados sistemas inteligentes para tentar atingir seu ideal (TEIXEIRA, 2019).

1.1.2 Processamento de Linguagem Natural

A linguagem natural diz respeito às linguagens que foram naturalmente desenvolvidas e evoluídas pelos seres humanos como forma de comunicação, como o português, o inglês e os demais idiomas, e o termo foi criado para diferenciar essas linguagens humanas das linguagens formais ou linguagens computacionais, como Java e C++ (KUMAR, 2013).

Já o Processamento de Linguagem Natural (NLP, do inglês *Natural Language Processing*), é a subárea da IA e da linguística voltada para as interações entre sistemas computacionais e as linguagens naturais (KUMAR, 2013). Para Liddy (2001), o NLP é considerado como uma variedade de técnicas computacionais que buscam analisar e representar a linguagem natural computacionalmente para diversas tarefas ou aplicações. As pesquisas e aplicações dessa área têm como objetivo entender e manipular textos e falas da linguagem natural de maneira útil (CHOWDHURY, 2003).

Os textos naturais utilizados para análise no NLP podem ser em qualquer idioma, modo ou gênero, produzidos tanto de forma escrita quanto oralmente, contanto que seja em alguma linguagem usada por humanos na comunicação uns com os outros. Além disso, os textos não devem ser construídos especificamente para passarem por essa análise, e sim deve ser escolhido um texto usado em um contexto real (LIDDY, 2001).

O NLP pode ser dividido em dois segmentos distintos, um que busca entender um texto colocado para análise, e outro que busca gerar um texto significativo (KHURANA *et al*, 2022).

1.1.3 Entendimento de Linguagem Natural

Segundo Chowdhury (2003), no cerne de qualquer solução de NLP se encontra o Entendimento de Linguagem Natural (NLU, do inglês *Natural Language Understanding*). É o NLU que dá às máquinas a capacidade de entender e analisar a linguagem natural, por meio da extração de conceitos, entidades, emoções, palavras-chave e outros do texto analisado (KHURANA *et al*, 2022).

Um sistema que entenda a linguagem natural necessita ter uma grande quantidade de conhecimento sobre as estruturas da linguagem, como: o que são as palavras e como elas podem ser combinadas para formar frases; o significado das palavras e como elas se aplicam para criar sentido em uma frase e em um determinado contexto; além disso, o sistema precisa ter conhecimento de mundo e de como os seres humanos raciocinam (CHOWDHARY, 2012).

Existem vários níveis de entendimento diferentes dentro desta parte, sendo eles: a fonologia, que diz respeito ao arranjo sistemático dos sons; a morfologia, que é a identificação de pequenas unidades da palavra (chamados de morfemas) que por si só tem algum significado; o léxico, para interpretar o significado individual das palavras; a sintática, que é o agrupamento de diversas palavras para a formação de cláusulas e frases, priorizando a formação correta das sentenças ao analisar a estrutura gramatical da frase formada; a semântica, que busca determinar o sentido verdadeiro de uma sentença, que para os humanos significa utilizar seus conhecimentos da língua e sua vivência para entendê-la, porém para as máquinas significa determinar os possíveis sentidos da frase ao processar sua estrutura lógica e reconhecer as palavras mais relevantes para entender as interações entre as palavras e conceitos presentes; o discurso, que lida com mais de uma frase por vez, conectando-os para garantir a coerência; e por fim a pragmática, que traz conhecimentos ou conteúdos além do que o que está contido na frase analisada, de forma a lidar com as implicações e inferências do orador (KHURANA *et al*, 2022).

Um dos maiores problemas para o entendimento da linguagem natural são as ambiguidades da fala. Esse empecilho pode fazer com que a frase seja analisada em múltiplas formas sintáticas diferentes, ou interpretar errado o significado de uma palavra, ou uma palavra pode trazer diferentes possibilidades. Esses problemas podem ser resolvidos com o conhecimento da frase completa, mas mesmo assim é um fator de dificuldade (KHURANA *et al*, 2022).

1.1.4 Assistentes Virtuais

A partir do conceito de algoritmos inteligentes, proveniente da Inteligência Artificial, é possível notar outra representação presente no cotidiano das pessoas. Sendo assim, os Assistentes Virtuais, ou assistentes pessoais virtuais (VPAs) são definidos como softwares projetados para interagir com diversos tipos de usuários em linguagem natural (CRUZ *et al.*, 2013).

Bots, abreviação de *robots*, foram desenvolvidos como softwares capazes de imitar ações humanas várias vezes. São pessoas que atuam de acordo com um programa de software em vez de serem controladas diretamente por um usuário humano (MOWBRAY, 2012), são programas que têm como objetivo interagir com humanos e se adequar ao contexto, seja respondendo perguntas ou dando informações pertinentes.

A partir do questionamento de Alan Turing, em 1950, sobre se um programa poderia se comunicar com um grupo de pessoas sem perceberem que era, de fato, artificial, diversas formas de assistentes virtuais foram criadas e popularizadas, sendo caracterizadas futuramente também como *chatbots* (NUNES, 2012). O programa Eliza, criado em 1966 (WEIZENBAUM, 1966), simulava uma conversa que um psicanalista teria com seu paciente, com respostas limitadas a um tópico específico, além de não conseguir aprender algo com este diálogo. Em 1972, há o surgimento do programa PARRY (COLBY; WEBER; HILF, 1971) que simulava um comportamento de um paciente com esquizofrenia, definindo suas respostas através de um rastreamento das respostas emocionais do usuário (LEONHARDT, 2005), ainda não sendo capaz de aprender com a conversa.

Para se aproximar de como seria uma conversa entre humanos (LEONHARDT, 2005), o programa Alice foi criado em 1995 (WALLACE, 2009), inspirado na Eliza, possuindo um vocabulário extenso, classificando o usuário com base na idade, localização, profissão e sexo. Para este chatbot, foi criada uma nova linguagem, AIML (Linguagem de Marcação da Inteligência Artificial), sendo essa a grande diferença entre este programa e o programa Eliza, comparando o vasto número de regras, padrões e palavras-chaves. Já nos anos 2000, há a criação do chatbot Cybelle, passando informações sobre agentes virtuais em francês ou inglês. Em 2001, uma grande evolução aconteceu com a criação do *SmarterChild* (MOLNÁR; ZOLTÁN, 2018), por ser utilizado em programas de troca de mensagens.

Com a evolução das redes sociais, um desenvolvimento maior da tecnologia das assistentes virtuais foi necessário para acompanhar a mudança na forma que as pessoas estavam se comunicando com marcas e empresas, em diversas esferas. Sendo assim, além da criação de chatbots com propósitos específicos, a nova era da Internet das Coisas (IOT), permitiu a conexão de objetos inteligentes, a partir da comunicação com estes chatbots (KAR & HALDAR, 2016). É importante ressaltar a presença de *bots* notáveis, a partir de 2010, como Siri da Apple, Alexa da Amazon, Cortana da Microsoft e Google now da Google, atuando de uma forma diferente de como a predecessora Eliza funcionava, sendo referências

na esfera de aplicações que executam ações, respondem perguntas e se conectam com a maioria dos objetos inteligentes, modificando e facilitando o cotidiano dos usuários como suas assistentes pessoais.

Chatbots, tem uma definição similar a assistentes virtuais, sendo sistemas de interação a partir de linguagem natural, que pode ser simulada a partir de algoritmos computacionais com uma linguagem base, com o objetivo de conversar de forma humanizada, no atendimento ao usuário. Podem ser softwares simples, baseados em modelos previamente estruturados com várias possibilidades de pequenas conversas, como softwares mais complexos, baseados num dado processo de aprendizagem (SCHUMAKER *et al.*, 2007).

Um robô é o reflexo do que esperamos que ele seja, e muitos deles foram fabricados para serem servis e dóceis e, para passar essa mensagem, eles assumem a forma humana e, geralmente feminina, como por exemplo, as assistentes virtuais pessoais: Alexa, Siri e Cortana (WALLITER, 2016). Sendo assim, esses assistentes são uma maneira de tornar o cotidiano mais eficiente e prático, pois esses softwares conseguem executar diversas tarefas de acordo com as demandas do usuário, ao contrário de serviços que dependem permanentemente de seres humanos, esses assistentes virtuais, uma vez que tenham sido instruídos corretamente, nunca abandonam as diretrizes que lhe foram passadas (CRUZ; ALENCAR; SCHIMITZ, 2013). Robôs, assistentes virtuais e chatbots têm apresentado alto desenvolvimento ao imitar sentimentos humanos na interação com as pessoas, gerando empatia para a inteligência artificial (JONCO; SILVEIRA, 2015).

Nessa época, os sistemas de reconhecimento de voz, por exemplo, já conseguiam reconhecer alguns conjuntos de palavras, desde que fossem pequenos e que fossem pronunciadas de forma pausada. Já nos anos 80, o vocabulário aumentou de forma significativa, mas apenas a partir dos anos 90 esses sistemas estariam aptos a reconhecerem sentenças completas, sendo divididos em dois grupos: sistemas que podem reconhecer sentenças sem a necessidade de treinamento, sendo mais fáceis de serem utilizados e os que exigem treinamento antes, tendo uma alta taxa de acerto. Entretanto, é importante ressaltar que nenhum sistema é livre de erro, mesmo os mais avançados.

1.2 Problema da pesquisa

Ao longo dos anos foi possível observar uma crescente demanda por informações de forma ágil. Nesse cenário, as assistentes pessoais inteligentes se tornaram cada vez mais

presentes em diversas áreas e aplicações, como por exemplo, no atendimento a clientes, em atendimento de comércio eletrônico, em salas de aula ou em no ensino remoto, em aplicativos de saúde e bem estar, em plataformas de turismo e até no auxílio em transações financeiras.

Logo, com a popularização do uso de assistentes virtuais, pergunta-se quais tecnologias têm sido utilizadas, quais as principais aplicações, em quais segmentos, e quais as possíveis alternativas de aplicação da tecnologia no futuro.

1.3 Justificativa

A justificativa para esta pesquisa vem do fato de que é possível notar a evolução e a influência das assistentes virtuais no cotidiano das pessoas, em diversas esferas. Essas tecnologias avançam de acordo com as necessidades atuais da sociedade, e também devido ao fato de que cada vez mais investimentos são feitos na relação entre inteligência artificial e predições de acessibilidade do usuário, formando tais assistentes. Por causa da relevância deste tema, há a necessidade de uma constante discussão e análise para acompanhar a evolução das assistentes virtuais, de modo que os resultados encontrados sirvam de guia para que mais estudos sejam realizados nas diversas vertentes que surgirem, além de incentivar que novas aplicações sejam criadas e estudadas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo analisar as assistentes virtuais inteligentes no âmbito das tecnologias envolvidas na sua composição, bem como as diversas áreas de atuação em que se encontram. Para isso, será realizada uma revisão sistemática acerca desse tema. Nesse contexto, surge a pergunta inicial da pesquisa: “Como está o cenário tecnológico atual das assistentes virtuais inteligentes?”.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão bibliográfica acerca dos estudos sobre inteligência artificial em assistentes virtuais;
- Analisar o cenário atual das assistentes virtuais inteligentes, considerando a tecnologia por trás, assim como seus campos de atuação;
- Apresentar perspectivas e desafios futuros nas aplicações de assistentes virtuais.

1.5 Estrutura do trabalho

O trabalho consiste em um primeiro capítulo contendo a introdução da temática de assistentes virtuais inteligentes, e é apresentado um referencial teórico, o problema de pesquisa e a justificativa que nortearam o estudo e seus objetivos. Finalmente, no segundo capítulo, é apresentado um artigo contendo uma revisão de trabalhos sobre o contexto atual das assistentes virtuais inteligentes e suas aplicações.

2 UM ESTUDO SOBRE A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA EM ASSISTENTES VIRTUAIS

2.1 Introdução

A tecnologia está presente em todos os aspectos do cotidiano, gerando mudanças de comportamento, interação, aprendizado entre outros tipos de mudança. Porém, da mesma forma que os humanos têm sua linguagem própria, utilizada para a comunicação de uns com os outros, surgiu a necessidade de comunicação com a tecnologia que utilizam, para que possam expressar dúvidas, interesses e questionamentos de uma forma natural e humanizada, com a utilização de texto ou fala (ZANDROZNY *et al.*, 2000). A partir deste ponto, a Inteligência Artificial passa a ganhar grande destaque, sendo uma forma de possibilitar a comunicação entre seres humanos e máquinas.

A Inteligência artificial (IA) envolve várias tecnologias, como sistemas de aprendizado, redes neurais, algoritmos, processamento de linguagem natural e semelhantes que têm a capacidade de simular capacidades humanas que são relacionadas com inteligência, como o raciocínio, a tomada de decisão e a comunicação. A IA está enraizada cada vez mais na história da humanidade e pode ser encontrada em diversos equipamentos e ferramentas, sendo essencial para facilitar a vida das pessoas que a utilizam.

Foi com base nisso que surgiram os assistentes virtuais. Segundo [Mitchell et al. 1994], uma assistente comandada por voz reconhece e interpreta comandos verbais, e assim, realiza tarefas solicitadas pelo usuário, ocultando toda a parte computacional que viabiliza a sua execução. Fazendo uma diferenciação, os primeiros assistentes tinham a função de serem *chatbots*, porém com o passar do tempo, novas necessidades surgiram, corroborando com o surgimento de assistentes inteligentes mais específicos para realizarem diferentes funções além de apenas responder por texto. As duas categorias atuam, muitas vezes, de forma humanizada, pois sua inteligência artificial faz com que esses assistentes aprendam, de certa forma, a responder perguntas ou realizar atos úteis para o usuário.

A partir dessas considerações, este trabalho tem como objetivo fazer uma revisão sistemática acerca das assistentes virtuais inteligentes, a fim de analisar o cenário atual em que elas se encontram, além de tecnologias e perspectivas futuras. Serão abordados pontos acerca da tecnologia envolvida no funcionamento dessas assistentes, bem como suas áreas de

atuação e perspectivas futuras, além de verificar onde o Brasil se encaixa neste cenário de evolução tecnológica e suas contribuições para estudos e aplicações.

2.2 Metodologia da Pesquisa

Este artigo foi baseado em uma pesquisa exploratória, por meio de uma investigação em acervos on-line e repositórios acadêmicos, com foco em materiais bibliográficos acerca das temáticas de assistentes virtuais inteligentes. Essa pesquisa teve como objetivo responder a pergunta inicial da pesquisa sobre o contexto acadêmico e tecnológico atual das assistentes pessoais com inteligência artificial, estabelecendo termos de busca a partir da pergunta (Quadro 2) juntamente com o ano das publicações das literaturas.

Quadro 2 - Dados da Pesquisa

Tema	Parâmetros
Pergunta inicial da pesquisa	Como está o cenário tecnológico atual das assistentes virtuais inteligentes?
Termos de busca	Assistentes virtuais inteligentes, <i>intelligent personal assistants</i> , processamento de linguagem natural, <i>natural language processing</i> , visão geral, <i>overview</i> , revisão, <i>review</i> , tecnologia, <i>technology</i>
Ano de publicação	De 2018 a agosto/2022
Idioma	Português ou inglês

Fonte: Autoral (2022).

Em seguida, foram selecionadas as literaturas mais relevantes para o tema proposto neste artigo e desenvolvido um banco com os trabalhos selecionados para avaliação e obtenção dos resultados. Foram utilizados os repositórios acadêmicos *Google Scholar*, *ScienceDirect*, *IEEE Xplore*, *Scielo* e *Capes*, com o objetivo de buscar e selecionar trabalhos nacionais e internacionais para formação da base de trabalhos.

2.3 Resultados

Inicialmente, os termos de busca selecionados consistiam em “assistentes virtuais inteligentes” e “processamento de linguagem natural”, bem como seus equivalentes em inglês. A pesquisa obteve cerca de 21 mil resultados na plataforma *Google Scholar*, entretanto, a maioria dos trabalhos encontrados seguindo os termos previamente mencionados tangenciou o tema ou focava em uma aplicação específica. Como o objetivo do trabalho não era voltado para uma aplicação particular, para essa mesma plataforma foram adicionados os termos “revisão”, “visão geral” e “tecnologia” com o intuito que pelo menos um desses, bem como

“assistentes virtuais inteligentes”, estivesse presente no título do trabalho. Dessa forma, 4 trabalhos foram encontrados para compor os resultados.

Na plataforma *ScienceDirect*, foram utilizados os mesmos termos de busca usados no Google Scholar. Inicialmente, 63 trabalhos foram encontrados, então para reduzir o escopo da pesquisa foi utilizada a opção de buscar apenas por artigos de revisão, e também deu-se preferência para os trabalhos que também atendiam o critério de conter as palavras chave em seus títulos. Com isso, 3 trabalhos atenderam aos critérios, porém um desses trabalhos estava repetido em ambas as plataformas.

Já as plataformas Scielo e Capes não retornaram nenhum trabalho que atendessem as palavras-chaves para pesquisa, e o IEEE *Xplore* não apresentou trabalhos que estivessem dentro do escopo da revisão sistemática proposta.

No total, foram selecionados 6 trabalhos para formar a base de dados. Dentre estes trabalhos, observou-se que as assistentes virtuais, pelo menos as mais populares, fazem uso de uma arquitetura parecida, tendo um fluxo similar no seu funcionamento, mesmo que focadas para áreas diferentes. Percebeu-se também que são várias as áreas que estão adotando as IPAs no cenário atual, e com isso vários problemas e perspectivas futuras foram citados para o avanço dessas aplicações. É importante ressaltar que todos os trabalhos selecionados foram publicados em inglês, mesmo que dois deles sejam de autores brasileiros. O Quadro 2 apresenta os trabalhos selecionados.

Quadro 2 - Base de trabalhos

Trabalhos	Repositório	Termo de busca
LOPATOVSKA, I., 2019.	Google Scholar	<i>intelligent personal assistants, natural language processing, review OR overview OR technology</i>
BALCI, E., 2019.	Google Scholar	<i>intelligent personal assistants, natural language processing, review OR overview OR technology</i>
ADAMOPOULOU, E.; MOUSSIADES, L., 2020.	ScienceDirect	<i>intelligent personal assistants, natural language processing</i>
BOZKURT, A.; GOKSEL, N., 2018.	Google Scholar	<i>intelligent personal assistants, natural language processing, review OR overview OR technology</i>
SILVA, A. <i>et al.</i> , 2020.	ScienceDirect	<i>intelligent personal assistants, natural language processing</i>
BAVARESCO, R. <i>et al.</i> , 2020.	ScienceDirect	<i>intelligent personal assistants, natural language processing</i>

Fonte: Autoral (2022).

2.3.1 Overview of the intelligent personal assistants (LOPATOVSKA, 2019)

Este trabalho apresentou uma visão geral a respeito das assistentes virtuais inteligentes, focando nas aplicações mais relevantes no mercado atual (Amazon Alexa, Google Assistente, Apple Siri e Microsoft Cortana). As IPAs estão presentes em grande parte dos *smartphones*, sendo valorizadas pelo seu suporte a interações por comando de voz, dado que muitas das interações com essas assistentes são feitas enquanto os usuários estão com as mãos ocupadas realizando outras tarefas do dia a dia. Essa tecnologia também é de grande auxílio para as pessoas com deficiência, principalmente a deficiência visual, e promove essa acessibilidade com seus recursos de voz.

Além disso, foi feita uma análise sobre o uso das assistentes em diversos contextos, como na utilização em diferentes países ou em diferentes ambientes (como o público e o privado). A diferença de uso entre países é reflexo majoritariamente da popularidade de determinado hardware (como a disputa de preferência entre a Apple e as demais empresas com aparelhos Android) e também do suporte oferecido ao idioma de cada local. Quanto a diferença entre ambientes públicos e privados, percebeu-se que é mais comum o seu uso em ambientes privados, mas que o uso de IPAs vem aumentando em organizações públicas, como em hospitais, museus e salas de aulas. Entretanto, muitas vezes o uso nos ambientes públicos é abaixo do esperado, visto que os usuários ou não sentem a necessidade de utilizá-las nesses ambientes, ou não percebem que esse recurso está disponível, ou também ficam com receio de incomodar as pessoas ao redor, bem como resguardar a sua privacidade.

Ademais, é destacado que, apesar das diversas assistentes apresentarem uma arquitetura de rede semelhante umas às outras, elas se diferenciam bastante no seu design de interface, requisitos de hardware e nas tarefas as quais elas têm melhor desempenho. Por exemplo, a Alexa, por ser de uma das maiores empresas de varejo online do mundo e estar conectada ao site deles, tem grande eficiência nas compras online feitas por comando de voz. Já a Google Assistente, que é da maior plataforma de pesquisa web, faz um trabalho muito bom respondendo perguntas informacionais em comparação com outras assistentes.

2.3.2 Overview of intelligent personal assistants (BALCI, E., 2019)

Neste artigo, a temática das assistentes pessoais inteligentes foi abordada de forma mais ampla, com uma visão geral sobre as tecnologias presentes. As IPAs foram classificadas como sistemas que coletam informações do usuário, avaliando e retornando uma resposta. Por

terem várias habilidades úteis aos seres humanos, as IPAs oferecem assistência em diversas esferas do cotidiano, seguindo critérios bem definidos de como seria uma IPA ideal. Para isso, o estudo comparou e testou IPAs conhecidas, como Siri, Cortana, Alexa e Google Assistente em várias áreas como compras, entretenimento, administração e outros, para analisar suas performances. Mas para manter sempre o melhor desempenho possível, as assistentes devem estar integradas com tecnologias que tragam vantagens e possibilidade de melhoria, como processamento de linguagem natural.

Sendo assim, foram analisados pontos importantes em relação a tecnologia utilizada em assistentes virtuais. Certas evoluções na área de aprendizado de máquina possibilitaram a melhoria de problemas observados frequentemente em IPAs, como reconhecimento de fala, classificação em tópicos, análise de sentimentos e a tradução e resposta a perguntas, tornando comandos tecnológicos mais eficientes nessas ferramentas. Mas além de recursos explorados, foram analisados recursos que devem estar presentes, com o objetivo de manter um mesmo padrão de qualidade.

A integração das IPAs com outras tecnologias foi listada como recurso crucial, citando como referência um aplicativo para checar a saúde de um paciente, sendo conectado a três sensores espalhados pelo corpo. A adaptabilidade também é importante, pela questão da autonomia que vem com o aprendizado a partir de novas experiências. Por ser uma tecnologia que trabalha diretamente com seres humanos, os IPAs também devem ter como recurso o antropomorfismo, com características semelhantes às dos humanos, a partir de interações sociais, com o objetivo de aprender os gostos do usuário com o tempo. Além disso, o tópico de consciência de conceito foi listado como essencial, para determinar que os sistemas devem possuir a habilidade de detectar eventuais mudanças de contexto de informações e se adaptar a isso. Por último, foi escolhido o conceito de multimodalidade, que é a capacidade de usar vários canais de I/O ao mesmo tempo para captar uma grande quantidade e intensidade de informações, com o objetivo de possibilitar uma melhor conexão entre o usuário e o IPA, por exemplo, mostrando uma resposta para o usuário em forma de texto, áudio, ou controlando algum objeto inteligente ao mesmo tempo.

Porém, além de mostrar os pontos necessários, o estudo também mostrou os desafios que os sistemas de assistentes pessoais inteligentes enfrentam. Dentre diversos tópicos, foram selecionados três, sendo eles processamento de linguagem natural, senso comum e por fim, privacidade e segurança. Em conclusão, o trabalho mostra que os recursos tecnológicos de

uma IPA devem estar sempre alinhados com a eficiência que isso traz para o usuário, justamente para garantir que as assistentes tenham um amplo campo de atuação no cotidiano. Para isso, avanços no processamento de linguagem natural são necessários, assim como o entendimento de conceitos humanos por parte das IPAs e a proteção de informações privadas do usuário.

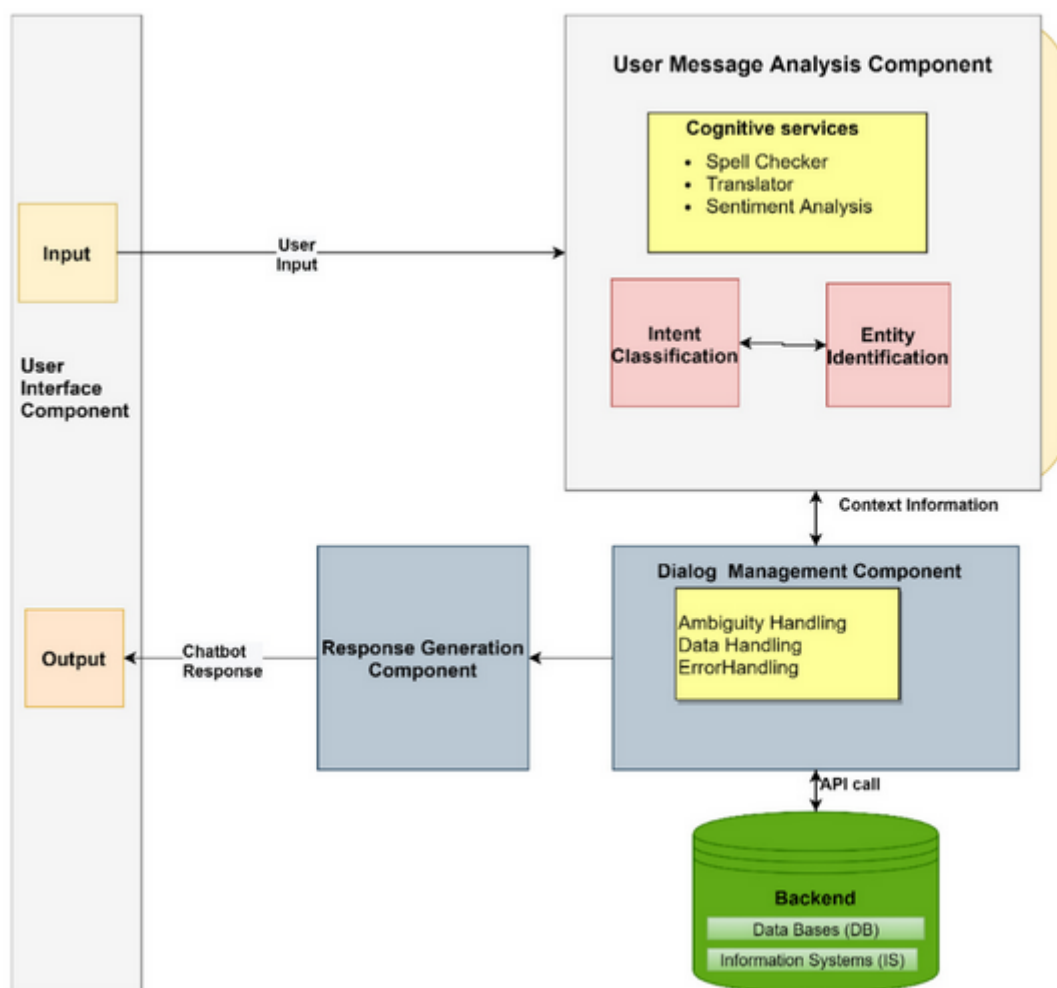
2.3.3 Chatbots: History, technology, and applications (ADAMOPOULOU, E.; MOUSSIADES, L., 2020)

A proposta deste estudo foi detalhar a evolução histórica e tecnológica de Chatbots, assim como suas aplicações, trazendo várias esferas de atuação e seus objetivos. Para essa revisão, a pergunta principal foi: “Qual é a evolução e o estado atual da tecnologia dos Chatbots e suas aplicações?”, tendo como base uma investigação para organizar as pesquisas na esfera de chatbots e suas diferentes formas de abordagem.

Elaborando o tópico, foi feita a criação de uma linha do tempo da evolução da tecnologia que levou até o surgimento dos chatbots. Começando com o questionamento de Alan Turing, em 1950, se máquinas poderiam falar com seres humanos sem eles perceberem que o interlocutor era artificial, o trabalho mostra vários exemplos de *bots* e aplicações envolvendo inteligência artificial ao longo dos anos. Além disso é feito um detalhamento das categorias de chatbots, a partir de um critério simples e levando em consideração que um chatbot pode estar em mais de uma categoria, como por exemplo informativos, conversacionais e os que são baseados em tarefas. Dependendo das permissões que são fornecidas pela equipe de desenvolvimento do estudo também os divide em categorias de *open-source* e comerciais, além dos vários tipos de comunicação que os chatbots utilizam, como texto, voz, imagem ou a combinação de todos acima.

Em seu desenvolvimento, o trabalho explicou de forma detalhada as diferentes abordagens tecnológicas dos chatbots, detalhando objetivamente o conceito de processamento de linguagem natural e entendimento de linguagem natural, redes neurais artificiais. Para entender melhor a tecnologia que compõe os chatbots, o estudo analisou a arquitetura desses sistemas, levando em consideração diversas arquiteturas propostas para vários objetivos e serviços diferentes, fazendo uma comparação. Passando por componentes de interface, análise de mensagem, *backend* e resposta, o texto exemplificou seus modelos e mostrou como seria uma arquitetura geral do processo de criação de chatbots (Figura 5).

Figura 5- Arquitetura geral dos Chatbots



Fonte: Adamopolou *apud* Moussiades (2020)

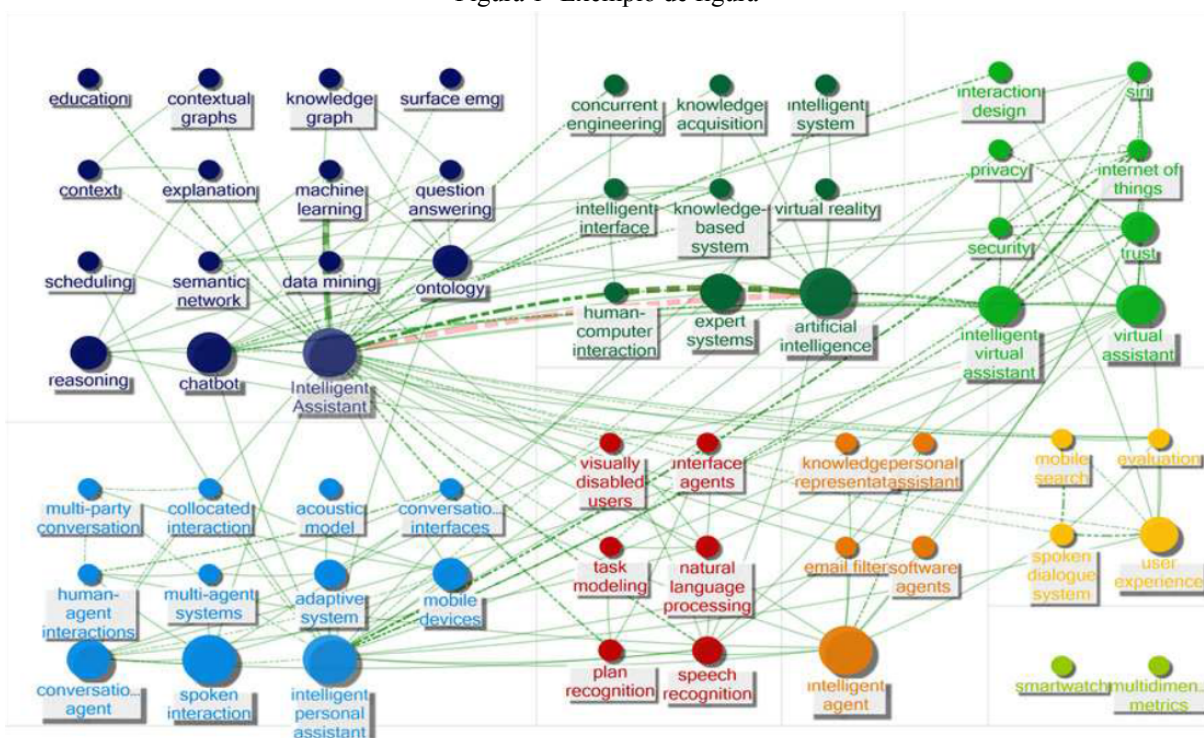
Por fim, o trabalho sumariza os pontos fracos que ainda podem ser encontrados em chatbots e mostra aplicações de chatbots para várias esferas diferenciadas do cotidiano, concluindo que é possível notar uma evolução significativa no desenvolvimento e uso de chatbots, mesmo com eventuais riscos de segurança da informação. A expectativa é de uma melhoria relevante na esfera de processamento de linguagem natural por parte dos chatbots,

de forma otimista para o futuro, mantendo um questionamento sobre a relação entre linguagem e pensamento.

2.3.4 Technology renovates itself: Key concepts on intelligent personal assistants (IPAs) (BOZKURT; GOKSEL, 2018)

Essa pesquisa faz uso de uma análise de redes sociais para acompanhar e comparar trabalhos acadêmicos sobre as IPAs, de forma que foram analisadas as palavras-chaves dos trabalhos para checar os vários ramos que o estudo das assistentes inteligentes podem gerar. O grafo gerado (Figura 1) ilustra os principais conceitos relacionados ao estudo das IPAs:

Figura 1- Exemplo de figura



Fonte: Adaptado de Mays *apud* Greenhalg (1997)

Com base nos resultados obtidos, seis conceitos primordiais foram identificados. Primeiramente, observou-se que as assistentes inteligentes existem de diversas formas, e são referenciadas de forma ligeiramente diferente, podendo ser chamadas tanto de assistentes pessoais inteligentes, quanto assistentes virtuais inteligentes, entre outros, porém sem a necessidade de explicar as nuances que diferenciam uma da outra, sendo essencialmente a mesma coisa. O segundo foi que a IA é a alma dos sistemas inteligentes, bem como de outros sistemas inteligentes, estando entrelaçada e servindo de base para as estruturas das IPAs, logo os avanços no campo da inteligência artificial também definirá o futuro dessas assistentes.

Em seguida, três conceitos foram a respeito dos tipos de interação desses sistemas. A primeira foi sobre conversas faladas entre humanos e entidades não humanas, percebeu-se que as entidades aparentam imitar a forma de comunicação humana e adaptam as suas conversas para obter uma melhor interação, e o quão habilidosas elas são nessa tarefa é importante para a aceitação do usuário e integração na vida cotidiana. Em seguida, foram analisadas as interações homem-máquina e a máquina-máquina: a primeira é entre os usuários e as assistentes inteligentes, identificada como a base do NLP, de forma que sustenta os avanços desse campo da IA e provoca avanços na pesquisa das IPAs; a segunda se dá entre várias máquinas, de maneira a aumentar o potencial de cada uma por meio de conhecimentos compartilhados e aprender uma com a outra.

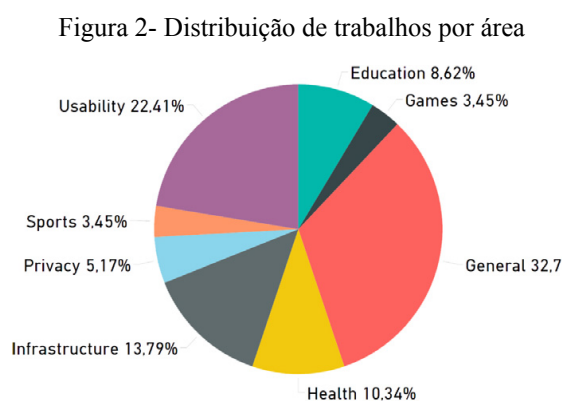
Por fim, outro eixo importante percebido pelo trabalho é a preocupação com a segurança dos dados compartilhados nessas assistentes, e que apesar do potencial das IPAs, essa questão se põe como um desafio nesses sistemas.

2.3.5 Intelligent personal assistants: A systematic literature review (SILVA *et al.*, 2020)

Esse trabalho propôs uma revisão sistemática baseada em uma série de perguntas tanto de cunho geral quanto de cunho específico para identificar diferentes áreas principais no estudo das IPAs, e conseguiu trazer uma revisão a respeito do estado atual das assistentes pessoas inteligentes, a taxonomia para classificação de características essenciais dessas aplicações, e também o mapeamento de seu uso atual e seus domínios.

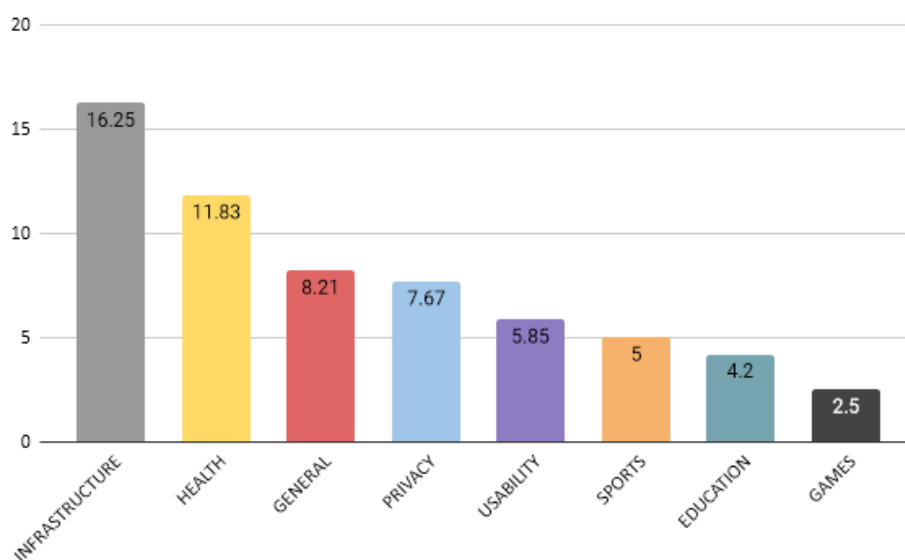
O texto elabora que por trás das aplicações de assistentes virtuais estão vários conceitos da inteligência artificial, de maneira a traduzir a fala humana para um conjunto de comandos compreensíveis para os computadores, utilizando diferentes abordagens nesse processo, como: reconhecimento de voz para conversão de comandos do usuário para texto; classificação semântica de palavras e frases por meio do NLU; interação e resposta de perguntas do usuário por meio do gerenciamento de diálogo; além da conversão do texto gerado em voz para dar a resposta por meio da síntese de fala. Pela investigação feita a respeito estado atual das IPAs, constatou-se que não há um método *default* para a criação dessas assistentes, e que apesar do avanço atual das tecnologias das IPAs, existe um déficit em mais interfaces amigáveis aos usuários e de diálogos em linguagem natural, além do surgimento de problemas nas áreas de usabilidade, segurança e privacidade, diretamente afetando a confiança e adoção dessas tecnologias.

Quanto aos domínios de atuação das IPAs, o estudo fez uma análise quantitativa para mapear, dentre os 58 trabalhos selecionados, em quais áreas os estudos sobre essas assistentes estavam sendo aplicados. A Figura 2 apresenta o gráfico desse mapeamento:



Fonte: Silva *et al.* (2020)

Figura 3- Média de citações por área



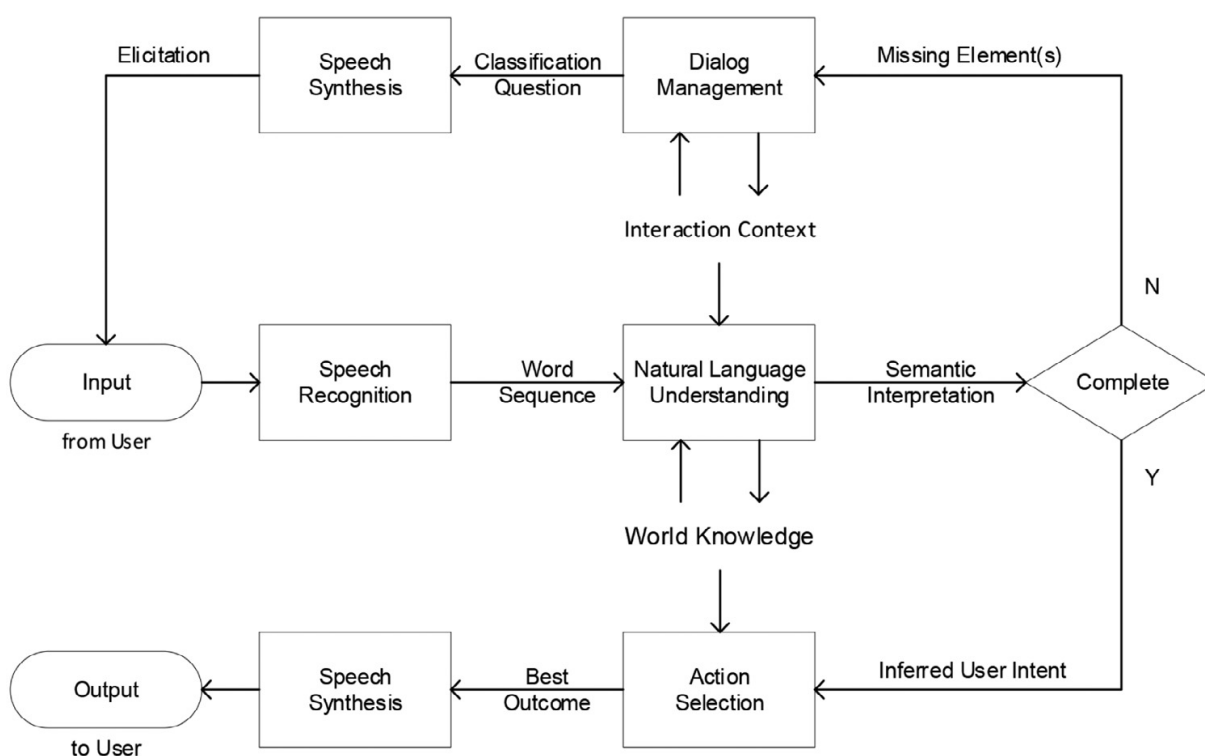
Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2020)

Também foi analisado de que forma os trabalhos escolhidos estavam sendo citados (Figura 3) por outras pesquisas para encontrar áreas com oportunidades para a aplicação de IPAs. Com isso, vários âmbitos foram descobertos: o domínio da Educação leva para pesquisas a respeito do aprendizado de outros idiomas e assistência ao estudante; o domínio

de Esportes e Jogos apresentam estudos a respeito de adesão do usuário, frameworks para videogames e esportes como pesca e ciclismo; o domínio da Saúde focou fortemente no armazenamento e processamento de sinais vitais; os domínios de Privacidade e Usabilidade eram focados majoritariamente em melhorar a interação com os usuários, entender como as IPAs estão sendo utilizadas e explicar os seus usos; o de Infraestrutura apresentou trabalhos sobre a otimização das assistentes e seus diálogos;

Já no âmbito da tecnologia, o trabalho explica que há uma diversidade de propostas arquiteturais para as aplicações de assistentes inteligentes, mas foi apresentado um modelo de funcionamento utilizado pelas principais IPAs atuais (Figura 4).

Figura 4- Visão geral do modelo de funcionamento das Assistentes Pessoais Inteligentes



Fonte: Silva *et al.* apud Bellegarda (2020)

O primeiro passo é a transcrição da fala do usuário para permitir que as ferramentas e recursos do NLU consigam fazer a interpretação do *input*. Em algumas situações, principalmente devido a interferências externas, o sistema não consegue concluir a interpretação do *input*, então é realizado o tratamento de erros por meio do gerenciador de diálogos que elabora uma pergunta para ser retornada ao usuário de maneira a esclarecer o que lhe foi requisitado. No fluxo ideal, o sistema é bem sucedido na interpretação e consegue inferir a intenção do usuário para descobrir qual ação deve tomar de forma que faça sentido no contexto em que se encontra. Por fim, a assistente escolhe qual a melhor saída e dá sua

resposta.

2.3.6 Conversational agents in business: A systematic literature review and future research directions (BAVARESCO *et al.*, 2020)

Essa pesquisa teve como objetivo analisar em que tipos de negócios as assistentes virtuais inteligentes estão sendo adotadas, bem como as suas metas principais dentro desses ambientes e quais os desafios futuros que essa tecnologia deve enfrentar.

O trabalho identificou, com base nos artigos utilizados por eles, nove domínios de negócios que fazem uso das IPAS, e os destrincharam da seguinte forma: o primeiro e mais explorado foi o Comércio, dividido nas sub-tipos de *e-commerce*, vendas, compras e agendamento de voos; o Financeiro, subdividido em bancário e investimentos; o de Gerenciamento, com os ramos de contratação, queixas do usuário, administração pública, gerenciamento de TI e evitar a violação de patente; o domínio Técnico, representado pelo suporte técnico; o de Telecomunicações, focado em *call-centers*; o Turismo, voltado para informações turísticas; Por fim, os domínios de Comida, Médico e Negociação tiveram só um trabalho de cada, sendo das áreas de restaurante, farmácia e engajamento do usuário respectivamente. O Quadro 4 apresenta os principais objetivos das IPAs nesses domínios:

Quadro 4 - Objetivos principais dos estudos

Objetivo Principal	Quantidade de Trabalhos
Conselheiro	2
Engajamento com cliente	5
Suporte ao cliente	17
Suporte interno	5
Investimento	1
Fazer pedidos	6
Perguntas e respostas	25
Recomendação	2
Gerenciamento de atividades	1

Fonte: Adaptado de Bavaresco *et al.* (2020).

A pesquisa apontou também os desafios futuros que estão sendo debatidos pelos trabalhos acadêmicos publicados na área, sendo eles: uso de informações adicionais, como perfil do usuário e contexto das interações; métodos de detecção de intenção; agentes autônomos para a execução de diferentes tarefas; geração de respostas personalizadas, junto com análise de sentimentos e emoções; análise do comportamento dos clientes por meio do histórico de interações; criação de algoritmos eficientes para reconhecimento de entidades; e contabilização de conversas não lineares, para manter várias hipóteses de diálogo.

Por fim, o trabalho conclui apresentando algumas oportunidades e direcionamentos futuros para o estudo e aplicação das IPAs. A transparência e a capacidade de conversar como humanos foram ditas como determinantes para conseguir a confiança do usuário durante a conversa, e para isso há três métodos que devem ser combinados para alcançar essa confiança, o auto aprendizado, a personalização e uso de técnicas generativas, de maneira que a aplicação e avanço desses métodos nas IPAs poderão enriquecer a sua base de conhecimentos e ganhar *insights* para a tomada de decisões nos ambientes em que estão aplicadas.

2.4 Discussão

Na última década, as assistentes inteligentes cresceram rapidamente, principalmente considerando que a maioria das empresas de tecnologia tem competido umas com as outras utilizando as suas próprias IPAs colocadas no mercado, tanto na forma de softwares associados a aparelhos mobile (como a Siri da Apple e a Bixby da Samsung), quanto com seu próprio hardware (como a Google Home e a Amazon Echo) para integrar no controle das casas inteligentes (HAN; YANG, 2018). Devido ao seu valor, pesquisas de mercado projetam que o mercado das IPAs deve crescer cerca de 32,8% mundialmente entre os anos de 2016 e 2024, além da expectativa de estarem inseridas em 3,3% das casas em escala mundial (HAN; YANG, 2018). Além disso, de acordo com estimativas, o valor de mercado das assistentes virtuais tem uma projeção para exceder 9 bilhões de dólares americanos até 2023 (GAGGIOLI, 2018).

Dentre os trabalhos analisados, foi possível perceber que essa tendência de crescimento das IPAs não está apenas no âmbito individual ou familiar, mas vários negócios diferentes também estão adotando ou criando aplicações de assistentes inteligentes para utilizar com o seu público. Existe uma tendência de reciclagem e adaptação de conceitos mais antigos, com o intuito de implementar novas funcionalidades a certos fatores do cotidiano, reformulando a experiência dos seus clientes. É notável, por exemplo, a inserção de inteligência artificial em guias de visita a museus, para facilitar a interação entre os visitantes e os sistemas já presentes nesses locais. Isso só foi possível graças à melhoria de certos aspectos, como o poder de processamento, capacidades sensoriais, reconhecimento de fala e outros. Mas é possível notar que, nesta aplicação e em outras da atualidade, o foco está em priorizar a naturalidade na interação entre os usuários e os sistemas inteligentes (DOYLE *et al*, 2019).

Além de serem serviços que facilitam tarefas do cotidiano ou problemas específicos, por serem uma espécie de extensão tecnológica do ser humano, a linguagem dos assistentes virtuais está em constante processo de evolução. Como exemplo de um grande aperfeiçoamento tecnológico, o sistema de reconhecimento de voz Cortana, do grupo *Microsoft Artificial Intelligence and Research*, apresenta uma taxa de erro de palavras semelhante a que é observada em seres humanos (5,9%), sendo um nível de precisão relevante. (WALLITER, 2016). Isso proporciona uma melhoria na interação entre o ser humano e a tecnologia, por meio das assistentes virtuais, ampliando ainda mais as áreas em que elas estão inseridas no contexto atual.

Essa colaboração de inteligência artificial e assistentes virtuais também traz a possibilidade de um amplo mercado, desde chatbots de bancos até examinar diversas variáveis de índices mundiais, antes de comprar ou vender ações de bolsa de valores (JONCO, 2013). Sendo um exemplo regional, a BIA, inteligência artificial do Bradesco, foi criada para oferecer atendimento aos clientes, imediatamente, em forma de chat. Seu funcionamento é motivado pelo comportamento do usuário, como apresentado em suas campanhas em 2019. A cada pergunta, o chatbot tem a chance de aprender cada vez mais, solucionando dúvidas e problemas de forma natural (STRAZZA, 2019).

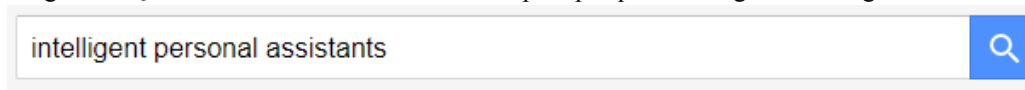
Quanto às tecnologias utilizadas, os resultados indicam a existência de uma arquitetura comum que compõe as assistentes mais famosas atualmente, sendo que o que as diferencia é mais ligado a que tarefas cada uma desempenha melhor. No geral, os componentes mais recorrentes nas IPAs atuais são o reconhecimento de voz, o NLU, o gerenciador de diálogos, o gerador de linguagem natural, o sintetizador de fala e a base de conhecimentos, porém elas não são limitadas a ter apenas esses elementos (KEPUSKA; BOHOUTA, 2018). Outros componentes que estão sendo propostos para agregar ao funcionamento dessas assistentes são, por exemplo, o modelo de gráficos, que busca analisar imagens e vídeos em tempo real, e modelo de gestos, que utiliza a câmera para ler os movimentos do usuário e expressões faciais (KEPUSKA; BOHOUTA, 2018). Essas adições também indicam um aumento de acessibilidade para usuários com diferentes tipos de deficiência.

Porém, mesmo com vários pontos positivos que estão mostrando o avanço das IPAs, a questão da segurança e privacidade foi levantada em vários dos artigos analisados como um ponto de atenção para o desenvolvimento das assistentes inteligentes, mostrando que é uma preocupação recorrente envolvendo as IPAs, principalmente quando estão em ambiente

público. Um exemplo disso é que pessoas que utilizam as assistentes de seus celulares tendem a hesitar em utilizá-las em tarefas que envolvam seus dados pessoais, especialmente quando não estão em local privado (LIAO *et al*, 2019). Por isso, é possível entender a preocupação com a privacidade dos dados que são deixados como rastros, pois podem ser alvos de empresas que têm como objetivo extrair o máximo de informações do usuário para anúncios, ou até cair na mão de *hackers*. Nesse contexto, como apontado por Lopatovska (2019), é importante que mais estudos sejam realizados no que concerne à aceitação das IPAs em ambientes públicos.

Trazendo o tema para um contexto nacional, percebeu-se que nenhuma das grandes IPAs no mercado atual são de origem brasileira, sendo mais comum encontrar aplicações específicas desenvolvidas para o atendimento de empresas bancárias e do comércio eletrônico. Durante a pesquisa, foi notável que há uma quantidade significativamente menor de trabalhos publicados em português, mesmo que alguns dos trabalhos utilizados na revisão sejam de autores brasileiros, porém foram publicados no estrangeiro, sendo esse o caso de Bavaresco *et al* (2020) e Silva *et al* (2020). Por exemplo, na plataforma Google Scholar, considerando o termo de pesquisa “*intelligent personal assistants*” (“assistentes virtuais inteligentes” em português), é visível que os trabalhos relacionados às IPAs internacionalmente tem um número expressivo de 503.000 resultados (figura 5), enquanto os em português são bem escassos, apresentando apenas 17.200 trabalhos (figura 6).

Figura 5- Quantidade de resultados retornados para pesquisa em inglês no Google Scholar



Aproximadamente 503.000 resultados (0,04 s)

Fonte: Autoral (2022)

Figura 6- Quantidade de resultados retornados para pesquisa em português no Google Scholar



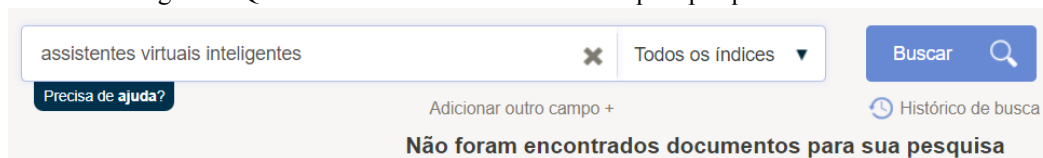
Aproximadamente 17.200 resultados (0,08 s)

Fonte: Autoral (2022)

Essa situação também pode ser observada nas plataformas brasileiras, em que a Scielo não retornou resultados compatíveis com esse termo de pesquisa (figuras 7), e a Capes apresentou apenas 2 resultados que tangenciaram o tema (figura 8). Enquanto isso, as

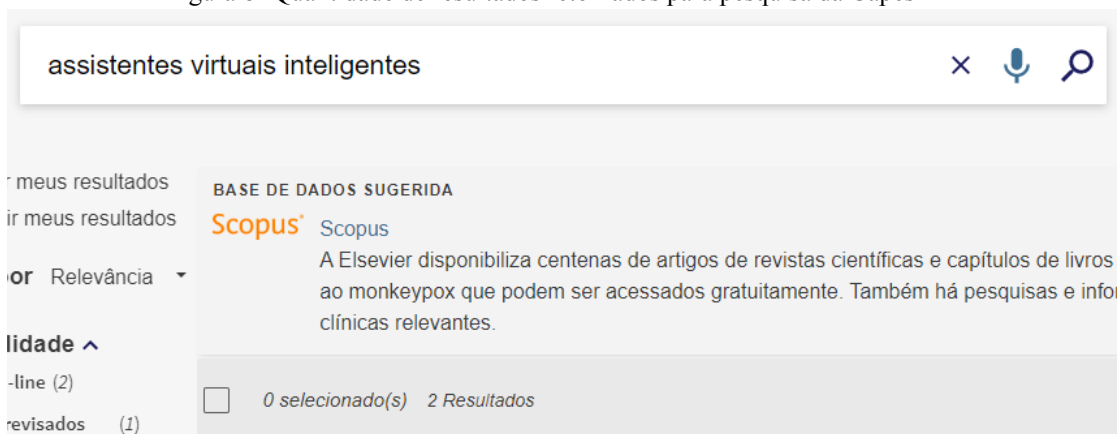
plataformas *Science Direct* e *IEEE Xplore* apresentaram uma variedade de trabalhos possíveis para consulta (figuras 9 e 10, respectivamente).

Figura 7- Quantidade de resultados retornados para pesquisa da Scielo



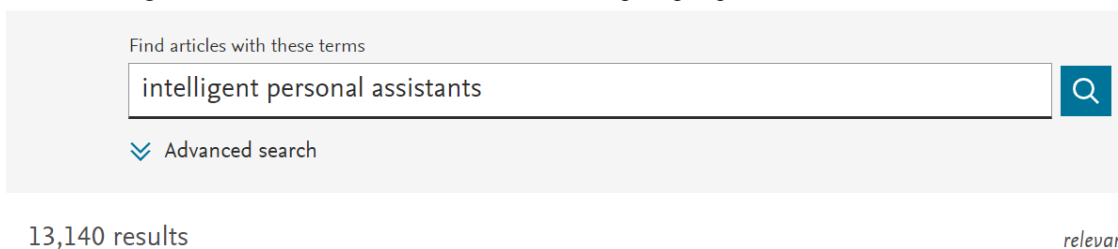
Fonte: Autoral (2022)

Figura 8- Quantidade de resultados retornados para pesquisa da Capes



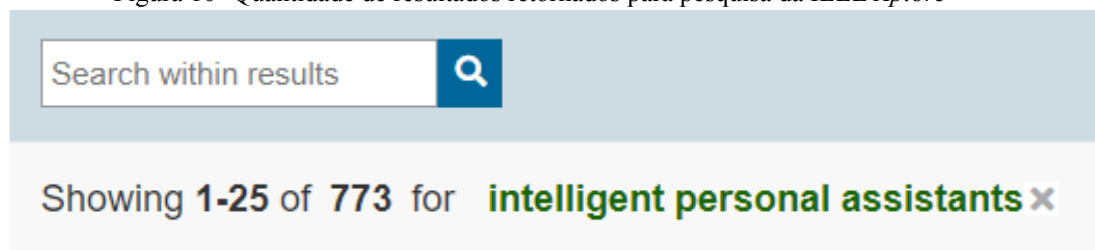
Fonte: Autoral (2022)

Figura 9- Quantidade de resultados retornados para pesquisa da *Science Direct*



Fonte: Autoral (2022)

Figura 10- Quantidade de resultados retornados para pesquisa da *IEEE Xplore*



Fonte: Autoral (2022)

Por fim, vale ressaltar que mesmo que internacionalmente os resultados relacionados ao termo de pesquisa tenham retornado um número significativo de publicações, possuem objetivos dispersos e uma grande variedade de focos diferentes, como trabalhos com foco em explorar uma assistente específica ou até mesmo criando sua própria assistente, então apesar

de conterem o termo chave, muitos apenas tangenciam o tema proposto. Com isso, os artigos que mais se alinharam com o tema proposto neste trabalho foram escolhidos para o esforço de revisão realizado, por meio da inserção de filtros mais específicos, elucidados no tópico de Materiais e Métodos.

2.5 Conclusão/Considerações Finais

Esse artigo apresentou uma revisão sistemática acerca da conjuntura atual das assistentes pessoais inteligentes. Consideramos que a revisão conseguiu cumprir seus objetivos de analisar o cenário atual das tecnologias e aplicações das IPAs, além de comentar sobre a situação em que o Brasil se encontra a nível de pesquisa e de aplicações em relação ao mundo, de maneira que foi possível reunir informações relevantes acerca do tema para acompanhar a evolução das assistentes, além de se tornar um guia para futuros estudos na área.

Nesse contexto, a revisão também elucidou várias perspectivas para o futuro do estudo das IPAs. Destaca-se, principalmente, a necessidade de manter a segurança e privacidade dos usuários, sendo um ramo de destaque para trabalhos futuros, bem como a questão da aceitação dos usuários para utilização das IPAs em ambientes públicos. Outro destaque é para a implementação de novos componentes para serem agregados às funcionalidades disponíveis na maioria das assistentes, de maneira a promover maior acessibilidade aos usuários. Adicionalmente, também seria interessante ampliar o escopo da busca, aceitando mais línguas além de português e inglês, para verificar nos demais idiomas, por exemplo, como os estudos de NLP se relacionam com as IPAs. Portanto, há muitos ramos a serem explorados, aprofundados e aprimorados quando se trata de assistentes inteligentes, proporcionando variadas oportunidades a serem discutidas em trabalhos futuros.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMOPOULOU, Eleni; MOUSSIADES, Lefteris. Chatbots: History, technology, and applications. **Machine Learning with Applications**, v. 2, p. 100006, 2020.

BALCI, Erdem. Overview of intelligent personal assistants. **Acta Infologica**, v. 3, n. 1, p. 22-33, 2019.

BAVARESCO, Rodrigo et al. Conversational agents in business: A systematic literature review and future research directions. **Computer Science Review**, v. 36, p. 100239, 2020.

BOZKURT, Aras; GOKSEL, Nil. Technology renovates itself: Key concepts on intelligent personal assistants (IPAs). In: **EDULEARN18 Proceedings**. IATED, 2018. p. 4291-4297.

COLBY, K. M., WEBER, S., & Hilf, F. D. Artificial paranoia. *Artificial Intelligence*, 2(1), 1–25, 1972.

CHAKRABARTI, C., LUGER, G. F. A framework for simulating and Evaluating Artificial Chatter bot conversations. Paper presented at the The 26th international **Florida artificial intelligence research society conference**, St. Pete Beach, FL, 2013.

CRUZ, L. T., ALENCAR, A. J., SCHIMITZ, E. A. Assistentes virtuais inteligentes. Rio de Janeiro. **Brasport**, 2013.

CHOWDHARY, K. R. Natural language processing. 2012.

CHOWDHURY, G. G. Natural language processing. **Annual Review of Information Science and Technology**, p. 51-89, 2003.

DOYLE, P.R.; EDWARDS, J.; DUMBLETON, O.; CLARK, L.; COWAN, B.R. Mapping perceptions of humanness in speech-based intelligent personal assistant interaction. **arXiv**, arXiv:1907.11585, 2019.

DUGULEANĂ, Mihai et al. A virtual assistant for natural interactions in museums. **Sustainability**, v. 12, n. 17, p. 6958, 2020.

GAGGIOLI, Andrea. Virtual personal assistants: An emerging trend in artificial intelligence. **Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking**, v. 21, n. 12, p. 803-804, 2018.

HAN, Sangyeal; YANG, Heetae. Understanding adoption of intelligent personal assistants: A parasocial relationship perspective. **Industrial Management & Data Systems**, v. 118, n. 3, p. 618-636, 2018.

JONCO, C. M. Hey Siri: inteligência artificial e a humanização dos assistentes pessoais. 2015.

KAR, R.; HALDAR, R. Applying chatbots to the internet of things: Opportunities and architectural elements. *International Journal of Advanced Computer Science and*

Applications, 7, 2016.

KEPUSKA, Veton; BOHOUTA, Gamal. Next-generation of virtual personal assistants (microsoft cortana, apple siri, amazon alexa and google home). In: **2018 IEEE 8th annual computing and communication workshop and conference (CCWC)**. IEEE, 2018. p. 99-103.

KHURANA, Diksha et al. Natural language processing: State of the art, current trends and challenges. **Multimedia Tools and Applications**, p. 1-32, 2022.

KUMAR, Ela. Natural language processing. **IK International Pvt Ltd**, 2013.

LEONHARDT, M. Doroty: um chatterbot para treinamento de profissionais atuantes no gerenciamento de redes de computadores. Dissertação (mestrado) – Curso de computação. **Universidade Federal do RGS**, Porto Alegre. 2005.

LIAO, Yuting et al. Understanding the role of privacy and trust in intelligent personal assistant adoption. In: **International Conference on Information**. Springer, Cham, 2019. p. 102-113.

LIDDY, E. D. Natural Language Processing. In **Encyclopedia of Library and Information Science**, 2nd Ed. NY. Marcel Decker Inc, 2001.

LOPATOVSKA, Irene. Overview of the intelligent personal assistants. **Український журнал з бібліотекознавства та інформаційних наук**, n. 3, p. 72-79, 2019.

LUIZ, B. A. Desafios no desenvolvimento de assistentes pessoais virtuais: um estudo comparativo. **Instituto Federal de São Paulo**, Campinas, 2019.

MEDEIROS, Luciano Frontino de. Inteligência artificial aplicada: uma abordagem introdutória. **Curitiba: Intersaberes**, 2018.

MITCHELL, T., CARUANA, R., FREITAG, D., MCDERMOTT, J., and ZABOWSKI, D. **Experience With a Learning Personal Assistant** 1. Technical report. 1994.

MOLNÁR, György; SZÜTS, Zoltán. The role of chatbots in formal education. In: **2018 IEEE 16th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY)**. IEEE, 2018. p. 000197-000202

MOWBRAY, M. Ethics for Bots. Paper presented at the 14th International Conference on System Research, Informatics, and Cybernetics. Baden-Baden: jul.-ago. 2002. Disponível em: <http://www.hpl.hp.com/techreports/2002/HPL-2002-48R1.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2022.

NUNES, F. Chatbots e Mimetismo: uma conversa entre humanos, robôs e artistas. Proceedings of 6th **International Conference on Digital Arts**, ARTECH, 2012

REBECCHI, Adriana de Barros et al. Robô humano: estudo sobre humanização no atendimento com chatbot. 2020.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 1021p.

SCHUMAKER, R. P., GINSBURG, M., CHEN, H., LIU, Y. (2007). An evaluation of the chat and knowledge delivery components of a low-level dialog system: The AZ-ALICE experiment. **Decision Support Systems**, 42(4), 2236-2246.

SILVA, Allan de Barcelos et al. Intelligent personal assistants: A systematic literature review. **Expert Systems with Applications**, v. 147, p. 113193, 2020.

STRAZZA, Pedro. Nova campanha do Bradesco foca nas várias funções da BIA, a inteligência artificial do banco. 2019. Disponível em: <<https://www.b9.com.br/101879/nova-campanha-do-bradesco-foca-nas-varias-funcoes-da-bia-a-inteligencia-artificial-do-banco/>>. Acesso em 27 nov. 2022.

TEIXEIRA, João. O que é inteligência artificial. **E-Galáxia**, 2019.

WALLACE, R. S. The anatomy of a.I.I.C.e. In R. Epstein, G. Roberts, & G. Beber(Eds.), Parsing the Turing test: philosophical and methodological issues in the quest for the thinking computer (pp. 181–210). **Dordrecht: Springer Netherlands**, 2009.

WALLITER, Carolina. Ética em inteligência artificial e o futuro da humanidade. 2016. Disponível em: <<http://pontoeletronico.me/2016/inteligencia-artificial/>>. Acesso em 28 abr. 2022.

WEIZENBAUM, J. ELIZA—A computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Commun. ACM*, 9(1), 36–45, 1966.

ZANDROZNY et al. Natural language dialogue for personalized interaction. **Communications of the ACM**, n. 43, v. 8, p. 116–120, 2000.