

Accessibility Assessment in Banking Chatbots using Texts Written by Deaf People who use Portuguese as a Second Language

Anna Paula Figueiredo
Gonçalves

Depto de Ciência da Computação
Universidade Federal de Lavras
Lavras, Brazil
anna.goncalves2@estudante.ufla.br

André Pimenta Freire
Depto de Ciência da Computação
Universidade Federal de Lavras
Lavras, Brazil
apfreire@ufla.br

Denilson Alves Pereira
Depto de Ciência da Computação
Universidade Federal de Lavras
Lavras, Brazil
denilsonpereira@ufla.br

ABSTRACT

Context: The study examines the ability of banking chatbots to understand and respond to interactions with deaf people who use Portuguese as a second language (L2), with a focus on digital accessibility in automated banking services. **Problem:** The hypothesis is that banking chatbots have difficulty interpreting requests in Portuguese as L2 and expressions based on the gloss of Brazilian Sign Language (Libras), resulting in digital exclusion and barriers in service. **Solution:** The proposal diagnoses the ability of chatbots, aiming at their understanding in the interactions of deaf users in order to improve accessibility. **SI Theory:** The research uses Inclusive Design and *Task-Technology Fit* (TTF), assessing whether chatbots are suitable for the needs of users who use Portuguese as L2. **Method:** A case study was carried out, with a qualitative approach. Ten banking activities were simulated in the chatbots of Banco do Brasil, Bradesco and Itaú, using inputs in formal Portuguese and as L2, with the help of ChatGPT for translations. **Summary of Results:** The results indicate error rates between 10% and 70%, with most errors in inputs that used Portuguese as L2 or colloquial language, evidencing the inadequacy of the chatbots for the deaf community. **Contributions and Impact to the Field of IS:** The study suggests the need for improvements in the language models of the chatbots to make them more inclusive for deaf users, generating impact in academia and in the technology industry.

CCS CONCEPTS

• **Information systems** → *Search interfaces*; • **Computing methodologies** → *Natural language generation*; • **Human-centered computing** → *User studies*.

KEYWORDS

Accessibility, Chatbots, ChatGPT, Portuguese as Second Language

1 INTRODUÇÃO

A acessibilidade digital tem um papel fundamental para garantir a inclusão de todas as pessoas, inclusive as pessoas com deficiência, no uso dos mais diversos serviços. Este estudo destaca pessoas Surdas que se comunicam por meio da Língua de Sinais, tais como a Língua Brasileira de Sinais (Libras), na qual a comunicação ocorre por meio de sinais e gestos [19, 34] que tem estrutura e gramática próprias. As pessoas que representam o maior grupo de usuárias de línguas de sinais são pessoas Surdas, que usam línguas como a Libras como sua primeira língua [19].

Há inúmeras línguas de sinais no mundo, e cada uma é única e dependente de cada região, possuindo sua própria cultura e representação. No contexto internacional, uma das línguas de sinais mais conhecidas é a *American Sign Language* (ASL) [3]. No Brasil, a língua de sinais mais utilizada é a Língua Brasileira de Sinais (Libras) [27]. A Libras é reconhecida como a língua oficial da comunidade Surda, e é definida pela Lei Brasileira de Inclusão como a primeira língua dessa comunidade [1, 9]. Entretanto, conforme a constituição de 1988, o Português é a Língua oficial Brasileira. Com isso, a fase de alfabetização se dá por meio do uso do Português. O Português também é a língua usada pelos meios de comunicação, como na publicação de artigos científicos e de notícias, no meio acadêmico, nas provas do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) e nas interações nas redes sociais [5, 22]. Assim, as pessoas Surdas que dominam a Libras têm o Português como sua segunda língua (L2) para uso em textos escritos.

Diversos estudos relatam que no campo das Línguas de Sinais um dos principais desafios é transcrição da forma escrita desses sinais [8, 30, 31, 35, 36, 44]. Tal problema se dá pelo fato que o modo de construção e interpretação dos sinais é diferente do contexto escrito, o que gera ambiguidade de interpretação e descontextualização. A construção se dá pelo uso de substantivos, verbos no infinitivo, e não segue a mesma ordem sintática e semântica da disposição das palavras da linguagem escrita base. Assim, para fazer a interpretação e tradução desses sinais para um outro idioma grafado é utilizado um mecanismo denominado glosa [17, 18, 27, 45].

Com isso, as pessoas Surdas que são alfabetizadas em Libras e têm o Português como segunda língua tendem a escrever em Português em um formato similar à tradução usada em glosa. Por exemplo, a frase em Português “O jacaré comeu a cobra” é normalmente escrita pelos Surdos como “Jacaré cobra comer”. Neste artigo, vamos usar o termo *Português-dos-Surdos* [37] para nos referir a esse formato de escrita.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, a estimativa é de que haverá cerca 2,5 bilhões pessoas com algum grau de perda auditiva em 2050 [50]. Segundo a Federação Mundial dos Surdos, 80% da população Surda mundial apresenta baixos níveis de escolaridade e dificuldades de alfabetização [49]. Reis et al. [41] observaram um problema significativo ao aplicar testes de usabilidade do aplicativo VLibras-Móvel com a comunidade Surda. Os testes apresentavam aos usuários descrições de tarefas em Português, no entanto, os participantes tiveram muita dificuldade em interpretar o Português escrito. Já o estudo realizado por Costa et al. [13] apresentou vários fatores que impactam a comunicação entre pessoas com deficiências. Um desses fatores é a falta de consideração das necessidades desse

público durante a construção e desenvolvimento de tecnologias. Inicialmente, essas tecnologias não consideram as necessidades de pessoas com deficiências desde sua concepção.

Esse fato nos leva a uma hipótese de que essa comunidade enfrenta desafios, principalmente na interação com tecnologias. Esses desafios podem estar presentes na interação com *chatbots*, já que a interação é em sua maior parte textual. Com isso, acredita-se que os *chatbots* podem não estar preparados para entender as solicitações desse público.

Chatbots são sistemas de software que interagem com seus usuários por meio de linguagem natural [11]. Existem diferentes tipos de *chatbots*, desde aqueles que utilizam texto para entrada de dados pelos usuários e para retorno das informações, até aqueles que compreendem comandos por voz e que possuem avatares que simulam o comportamento de um ser humano. Este trabalho se restringe aos *chatbots* textuais.

Os *chatbots* são disponibilizados como forma automática de atendimento a clientes, e têm tido uso crescente por vários órgãos públicos e privados. A utilização de *chatbots* propicia uma maior disponibilidade e rapidez no atendimento do que aquele feito por humanos. Entretanto, um fator importante para o bom desempenho do *chatbot* é sua capacidade de processar e compreender de maneira adequada os textos escritos pelas pessoas que buscam atendimento.

Este trabalho busca analisar a capacidade de *chatbots* para processar textos escritos em Português por pessoas Surdas que têm a Libras como primeira língua. Para que *chatbots* possam compreender textos em diferentes variantes, é necessário que os dados utilizados para treinamento de seus modelos de linguagem sejam representativos de diferentes grupos de usuários, incluindo textos escritos por pessoas Surdas. A representação de pessoas com deficiência em *datasets* para treinamento de modelos é um dos aspectos de justiça em Inteligência Artificial [6, 7, 46]. A falta de representação de textos de pessoas Surdas nessas bases pode fazer com que *chatbots* não compreendam os textos escritos por esses usuários de forma adequada.

Baseado na Teoria de Design Inclusivo, que propõe que a eficácia do uso de uma tecnologia está diretamente relacionada ao quão bem suas características atendem às necessidades e facilitam as tarefas dos usuários, garantindo acessibilidade e usabilidade para uma ampla diversidade de perfis [39]. Este artigo apresenta uma análise de três *chatbots* do setor bancário: o *chatbot* do Banco Bradesco, Banco do Brasil e do Banco Itaú. Esses *chatbots* são importantes para a comunidade, pois são os principais canais de atendimento automático do setor bancário, fornecendo serviços essenciais.

A Teoria Task-Technology Fit (TTF) complementa essa análise ao propor que o desempenho de uma tecnologia depende de como suas funcionalidades se adequam às tarefas dos usuários [29]. A TTF examina se os *chatbots* estão ajustados às demandas do usuário, avaliando se suas características, como interface e interação, estão alinhadas com as necessidades dos clientes no contexto bancário. A TTF é relevante para analisar a adequação desses sistemas, visto que *chatbots* eficazes devem não só resolver problemas, mas também ser fáceis de usar, eficientes e inclusivos. Os *chatbots* foram escolhidos por usarem tecnologia de ponta, com técnicas de Inteligência Artificial [2, 12, 25]. A avaliação foi baseada na comparação da interpretação dos *chatbots* com as entradas escritas em Português formal e entradas escritas em *Português-dos-Surdos*. Os resultados

mostram que os *chatbots* analisados podem não estar respondendo eficientemente ao tipo de entrada em *Português-dos-Surdos*. Essa discrepância se dá em um nível maior ao não utilizar palavras-chaves que envolvam o contexto de aplicação do *chatbot*. A falta de adequação entre a forma de escrita dos Surdos e a tecnologia dos *chatbots* resulta em um desempenho ineficaz na compreensão das solicitações. Esse fato aponta para a necessidade de um ajuste entre as capacidades do *chatbot* e a forma de comunicação da comunidade [38].

Em testes preliminares, foram também avaliados os *chatbots* do setor de Varejo, os *chatbots* da Vivo e da Magazine Luiza. No entanto, os resultados obtidos mostraram-se insatisfatórios, mesmo quando considerados os parâmetros de português formal. Diante disso, optou-se por direcionar o estudo de caso aos *chatbots* do setor bancário, partindo-se do pressuposto de que esse segmento faz uso de tecnologias mais avançadas.

A metodologia deste estudo é composta por cinco etapas principais, com o objetivo de investigar a eficácia dos *chatbots* bancários na compreensão da linguagem escrita por pessoas Surdas. As etapas incluem simulações de atividades bancárias, variação dos textos para diferentes níveis de conhecimento, tradução para *Português-dos-Surdos*, simulação das interações com os *chatbots* e avaliação da compreensão. Essa abordagem sistemática visa identificar limitações e contribuir para a melhoria das respostas dos *chatbots* em contextos específicos.

As principais contribuições deste trabalho são a confirmação do problema de acessibilidade de pessoas Surdas por meio de *chatbots* e o diagnóstico da compreensão da sua escrita, usando como um estudo de caso o setor bancário. Não foram encontradas pesquisas na literatura que abordam esse tema. Os resultados no setor bancário indicam taxas de erro entre 10% e 70% na interpretação das consultas, com maior ocorrência de erros em entradas que utilizaram o português como L2 ou língua coloquial, evidenciando a inadequação dos *chatbots* para a comunidade surda.

2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Esta seção apresenta os conceitos fundamentais para um melhor entendimento do estudo em questão. São discutidos os conceitos de *chatbots*, glosa e testes Caixa Preta.

2.1 Chatbots

Os *chatbots* são sistemas que empregam algoritmos de Processamento de Linguagem Natural para interpretar e responder consultas de usuários. Eles são programas, baseados em Inteligência Artificial, que simulam conversas humanas, permitindo interações com dispositivos digitais que se assemelham a diálogos com pessoas reais [47]. Os *chatbots* são fundamentais para diversas aplicações, incluindo atendimento ao cliente, suporte técnico, *marketing*, vendas, entre outros [32].

Nesse contexto, o setor bancário destaca-se ao utilizar *chatbots* para tarefas de atendimento e serviços ao usuário. Segundo um levantamento da Take Blip, plataforma em nuvem de *business messaging*, 85% dos 27 bancos brasileiros analisados possuem um serviço de atendimento automatizado no WhatsApp [2]. Neste estudo, foram analisados os *chatbots* do Banco Bradesco, Banco do Brasil

e Itaú Unibanco, devido à sua maior representatividade no mercado e ao uso de tecnologias avançadas para desenvolvimento e atendimento ao público.

O Banco Bradesco desenvolveu a BIA (Bradesco Inteligência Artificial), primeira solução brasileira baseada na tecnologia Watson da IBM treinada em português [25]. Desde seu lançamento em 2019, a BIA realizou mais de 87 milhões de interações, com 80% de aprovação dos usuários. Sua tecnologia de *Machine Learning* aprimora continuamente a eficiência e autonomia dos serviços prestados [10, 25].

O Banco do Brasil implementou, em 2019, um *chatbot* de atendimento via WhatsApp, integrando Inteligência Artificial para transações bancárias. Em 2022, a solução, baseada na tecnologia Watson da IBM, atendia 3 milhões de clientes com 11 serviços financeiros. O sistema processa mensagens criptografadas para operações como transferências e consultas de saldo, resolvendo 70% das demandas em redes sociais, com 77% de acurácia, e expectativa de ampliação para 100%. Em 2023, o banco intensificou o uso do Motor de Análise de Inteligência Artificial (Maia) [4].

Desde 2023, o Itaú Unibanco implementou cerca de 250 soluções de IA generativa para otimizar processos e atendimento ao cliente, incluindo leitura de processos judiciais e análise de perfis para prevenção de fraudes e avaliação de riscos [12]. Atualmente, 75% dos atendimentos iniciais são realizados por IA em canais digitais, reforçando a eficiência operacional do banco. Além disso, a popularização de modelos como o ChatGPT tem impulsionado a exploração de novas aplicações em interações diretas com clientes [12, 42].

A ausência identificada por meio de uma revisão sistemática da literatura destaca a lacuna significativa na pesquisa sobre chatbots textuais para pessoas surdas. Apesar do crescente interesse em tecnologias de assistência e na inclusão digital, pouco se tem investigado sobre como essas ferramentas podem ser adaptadas para atender às necessidades comunicativas de indivíduos surdos, especialmente no que diz respeito à interação em linguagem escrita. Essa carência de pesquisa não apenas limita a compreensão do potencial dos chatbots na promoção da acessibilidade, mas também destaca a necessidade urgente de investigações que explorem e desenvolvam soluções mais inclusivas, proporcionando uma base sólida para futuras inovações nesse campo.

2.2 Glosa

Glosa é uma ferramenta textual utilizada para representar a Libras em textos escritos. Essa prática facilita a compreensão, a tradução por intérpretes e a comunicação entre os usuários de sinais. A glosa é composta por palavras em letras maiúsculas que correspondem aos sinais manuais com sentido equivalente na língua de sinais [1, 5, 24, 31, 48]. Dessa forma, serve como uma tradução simplificada de morfemas (menor unidade de significado em uma língua) da língua sinalizada para morfemas de uma língua oral [36].

Conforme apresentado por McCleary et al. [30], desde meados dos anos 1960, diversas propostas de representação das Línguas de Sinais foram apresentadas. O sistema de William Stokoe, introduzido em 1965, foi pioneiro ao criar um sistema de notação gráfica para a American Sign Language (ASL) [30]. Estudos realizados por

McCleary et al. [30] e Paiva et al. [36] mostram que os sistemas de glosas no Brasil iniciaram-se a partir de 1984, com Ferreira Brito.

A glosa sintática refere-se à representação textual que busca manter a estrutura gramatical da língua de sinais, incluindo sinais não manuais e o uso do espaço de sinalização. Esses aspectos podem ser indicados por códigos sobrescritos e letras ou números subscritos, respectivamente, visando uma transcrição mais precisa da sintaxe da língua de sinais [28]. Por outro lado, a glosa semântica foca na tradução dos significados dos sinais, utilizando palavras da língua oral que traduzem aproximadamente os sinais de forma que o sentido seja mantido de maneira clara e acessível [19, 28].

Na prática, a glosa é utilizada para transcrever enunciados em Libras de forma que uma palavra em português, grafada em maiúsculas, represente um sinal manual [5, 31]. Além disso, sinais não manuais, como expressões faciais, podem ser indicados por códigos adicionais para uma representação mais completa e complexa, envolvendo símbolos adicionais, tais como: @ - > < ^ [20, 36]. A Tabela 1 apresenta alguns exemplos do dicionário de Libras, disponibilizado pelo Instituto Nacional de Educação de Surdos, que contém exemplos de frases em português e o formato glosa em Libras [14].

Um dos principais desafios no uso de glosas é a falta de aceitação geral entre a comunidade científica e os próprios Surdos. Isso ocorre devido à natureza codificada e gráfica desses sistemas, que pode dificultar a compreensão dos textos para aqueles que não estão familiarizados com a forma de transcrição [31]. Além disso, a ausência de um sistema de transcrição amplamente aceito para Libras adiciona uma camada de complexidade e uma possível imprecisão na utilização das glosas [36]. Entretanto, o seu uso é fundamental, principalmente para a alfabetização e comunicação escrita [5, 20, 24].

Apesar dos desafios, as glosas oferecem benefícios significativos. Elas proporcionam uma forma simplificada e acessível de transcrição das línguas de sinais, facilitando a leitura e a compreensão dos textos por uma audiência mais ampla [1, 35, 36]. A utilização de glosas também apoia a luta da comunidade Surda pelo reconhecimento e apoio de sua identidade linguística e cultural, promovendo maior inclusão social e acessibilidade [1, 35]. No contexto do presente trabalho, o uso da escrita de glosas foi importante como um “proxy” para aproximar textos que representem uma escrita em Português usada por pessoas Surdas.

2.3 Teste Caixa Preta

Um teste é um processo de avaliação sistemática que visa verificar se um sistema atende aos seus requisitos e funciona conforme o esperado. Por meio da execução de testes, é possível identificar falhas, *bugs* e comportamentos inesperados, garantindo a qualidade e confiabilidade do *software* [33, 40]. Por meio da simulação do uso real do sistema, esses testes verificam se as funcionalidades atendem aos requisitos e se o sistema se comporta de forma esperada diante de diversas entradas [33].

Em testes de caixa preta, o testador não tem conhecimento do código-fonte ou da estrutura interna do software. O foco está nas funcionalidades e no comportamento do sistema a partir de entradas e saídas [23, 43]. Essa abordagem é vantajosa por simular a interação do usuário em um cenário real. Em aplicações como *chatbots*, esses

Tabela 1: Exemplo de Frases em Glosa - Dicionário INES

Português	Glosa
Agora todas as pessoas têm um computador.	AGORA TOD@ PESSOA TER COMPUTADOR.
Agora eu vou ao banco porque preciso pagar a conta de luz.	AGORA EU IR BANCO PRECISAR PAGAR LUZ.
Eu tenho um débito com o banco, para comprar um carro.	EU DÉBITO BANCO COMPRAR CARRO.
O dinheiro é importante porque precisamos comprar coisas.	DINHEIRO IMPORTANTE PRECISAR COMPRAR COISA.
Hoje à tarde farei um saque no banco.	HOJE TARDE EU IR B-A-N-C-O DINHEIRO SAQUE.
Hoje irei ao banco para verificar o saldo.	EU IR HOJE BANCO VERIFICAR S-A-L-D-O.

testes são úteis para garantir o bom funcionamento, já que falhas podem causar frustração, perda de tempo e até mesmo danos à reputação da empresa, como aconteceu com a Air Canadá em 2024 [16, 21].

Os testes ajudam a verificar se os *chatbots* são acessíveis a todos os usuários, incluindo aqueles com deficiências, e auxiliam na manutenção da qualidade ao longo do tempo [26]. Os testes de caixa preta em *chatbots* devem considerar a acessibilidade, garantindo que todos os usuários possam interagir com o sistema de maneira eficaz e inclusiva.

3 METODOLOGIA

Este estudo investiga a capacidade de *chatbots* bancários em compreender e responder à linguagem escrita pelas pessoas Surdas (*Português-dos-Surdos*). A pesquisa buscou identificar limitações nos *chatbots* em atividades simples do cotidiano dessas pessoas que pudessem ser causadas por problemas nas bases de treinamento dos modelos de linguagem. A metodologia divide-se nas seguintes etapas:

- (1) Simulação de atividades bancárias
- (2) Variação nos textos para diferentes níveis de conhecimento bancário
- (3) Tradução para *Português-dos-Surdos*
- (4) Simulação da interação com os *chatbots*
- (5) Avaliação da compreensão dos *chatbots*

Cada etapa do processo está descrita nas subseções a seguir.

3.1 Simulação de Atividades Bancárias

Para avaliar os *chatbots* em um contexto realista, foram criados 10 cenários com base em um *brainstorm* entre os autores, considerando interações observadas no atendimento bancário. As simulações incluem serviços básicos, como consulta de saldo, transferências e pagamentos, além de solicitações mais complexas, como empréstimos e taxas associadas. Dessa forma, a simulação busca representar situações reais enfrentadas pelos usuários ao interagir com assistentes virtuais no ambiente bancário. Os textos utilizados para as tarefas estão descritos na próxima seção.

3.2 Variação dos Textos com Diferentes Níveis de Conhecimento Bancário

Foram criados textos em português para a solicitação de cada serviço, considerando duas abordagens: uma utilizando termos do contexto bancário e outra empregando a linguagem coloquial. Essa metodologia foi adotada para avaliar a capacidade dos *chatbots*

em interpretar tanto palavras-chave do setor bancário quanto expressões mais informais, que podem representar um desafio de compreensão. Além disso, busca-se contemplar usuários leigos que podem não estar familiarizados com o vocabulário técnico. Os textos foram gerados pelos próprios autores e estão apresentados na Tabela 2.

3.3 Tradução para *Português-dos-Surdos*

A tradução do texto do português formal para o *Português-dos-Surdos* foi intermediada pela técnica de glosa sintática. Essa técnica fornece uma notação escrita que representa os sinais da Libras, de modo a aproximar a Libras da língua portuguesa. Para realizar a tradução, foi utilizado o ChatGPT¹ em sua versão 3.5. A partir de avaliações empíricas, realizadas por um intérprete de Libras, observou-se que o ChatGPT é capaz de fazer uma tradução com qualidade satisfatória. Porém, ele é limitado no uso de símbolos e representações mais complexas da glosa. Entretanto, para a finalidade deste projeto, o texto sem as representações específicas dos sinais da Libras em glosa aproxima-se mais do texto escrito em Português pelos Surdos.

Para fazer as traduções, foi utilizado o *prompt* “Chat, quero que você traduza alguns textos em português para Libras em formato de GLOSA sintática, você pode fazer isso?”. Em seguida, foram informados os textos, com as saídas conforme ilustrado na Tabela 3.

3.4 Simulação da Interação com os *chatbots*

Foi realizado um teste de caixa preta com os *chatbots* dos seguintes bancos: Banco do Brasil, Bradesco e Itaú. O teste de caixa preta é um dos testes de software em que o testador avalia a funcionalidade de uma aplicação sem conhecer os detalhes internos de sua implementação. Assim, o foco está nas entradas e saídas do sistema, sem considerar como essas saídas são produzidas internamente. Esse teste envolve verificar se o *chatbot* responde de maneira correta e esperada às diversas entradas fornecidas pelos usuários.

Os testes foram conduzidos pela equipe de desenvolvimento, utilizando as solicitações escritas em Português formal, conforme apresentadas na Tabela 2, e as solicitações traduzidas para o *Português-dos-Surdos*, conforme apresentadas na Tabela 3, nos dois tipos de linguagem. A interação com os *chatbots* foi realizada via aplicativo WhatsApp, por meio dos canais de atendimento disponibilizados por cada banco: Banco do Brasil (61 4004-0001), Banco Bradesco

¹<https://chat.openai.com/>

Tabela 2: Frases em Português para Requisição dos Serviços Bancários

Cenário	Linguagem Bancária	Linguagem Coloquial
1	Olá gostaria de verificar o saldo da minha conta.	Quanto de dinheiro tenho na minha conta?
2	Preciso fazer uma transferência para outra pessoa.	Preciso mandar dinheiro para a conta de outra pessoa.
3	Como posso efetuar o pagamento de uma fatura ou boleto online?	Quero pagar a conta de água.
4	Poderia me informar sobre as últimas três transações na minha conta?	Quais foram meus três últimos gastos?
5	Gostaria de solicitar o meu extrato bancário.	Quais foram as entradas de dinheiro na minha conta e as saídas do mês?
6	Meu cartão foi perdido, gostaria de bloqueá-lo imediatamente.	Meu cartão novo chegou o que fazer para eu poder usar ele?
7	Preciso agendar um atendimento presencial no banco.	Preciso ir para o banco como posso agendar um horário?
8	Quais são as taxas de juros para pegar empréstimo com o banco?	Quanto mais vou pagar para pegar dinheiro emprestado com o banco?
9	Infelizmente perdi meu cartão. Gostaria de relatar e saber quais medidas devo tomar.	Meu cartão foi roubado como comunicar o roubo?
10	Estou interessado em solicitar um empréstimo pessoal.	Preciso de pegar dinheiro emprestado para pagar a conta de luz este mês.

Tabela 3: Frases em Glosa Geradas pelo ChatGPT

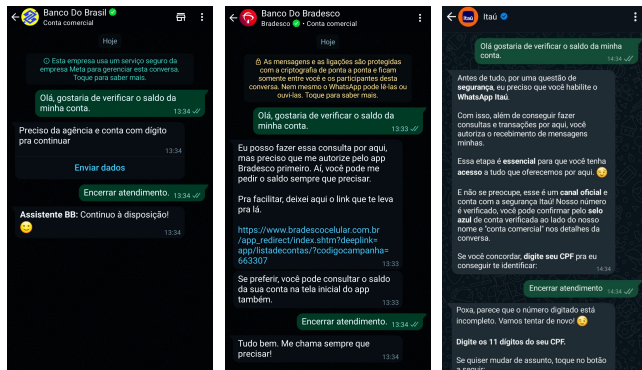
Cenário	Linguagem Bancária	Linguagem Coloquial
1	OI QUERER VERIFICAR SALDO MINHA CONTA.	DINHEIRO QUANTO CONTA-MINHA TEM?
2	PRECISAR FAZER TRANSFERÊNCIA OUTRA PESSOA.	DINHEIRO MANDAR CONTA-OUTRA PRECISO.
3	COMO POSSO PAGAR FATURA OU BOLETO ONLINE?	ÁGUA CONTA-PAGAR QUERO.
4	PODER INFORMAR SOBRE ÚLTIMAS TRÊS TRANSAÇÕES MINHA CONTA?	TRÊS ÚLTIMO GASTOS-MEU QUAIS FORAM?
5	QUERER SOLICITAR EXTRATO BANCÁRIO.	DINHEIRO ENTRADAS-MINHA CONTA E SAÍDAS MÊS.
6	CARTÃO PERDER QUERER BLOQUEAR IMEDIATAMENTE.	CARTÃO NOVO CHEGOU O QUE FAZER EU PODER USAR ELE?
7	PRECISAR AGENDAR ATENDIMENTO PRESENCIAL BANCO.	BANCO IR PRECISO HORÁRIO COMO AGENDAR?
8	QUAIS TAXAS JUROS PARA PEGAR EMPRÉSTIMO BANCO?	DINHEIRO EMPRESTADO PEGAR QUANTO PAGAR MAIS?
9	INFELIZMENTE PERDER CARTÃO. QUERER RELATAR SABER MEDIDAS TOMAR.	CARTÃO ROUBADO COMUNICAR ROUBO COMO?
10	INTERESSAR SOLICITAR EMPRÉSTIMO PESSOAL.	DINHEIRO EMPRESTADO PEGAR CONTA-LUZ PAGAR PRECISO ESTE MÊS.

(11 3335-0237) e Banco Itaú (11 4004-4828). O teste com a linguagem bancária ocorreu em 29/04/2024, enquanto os testes com a linguagem coloquial foram realizados em 04/05/2024.

Na Figura 1, é possível observar a interação com os *chatbots* do Banco do Brasil, Bradesco e Itaú, respectivamente, para a tarefa de verificação de saldo na conta, utilizando a linguagem bancária em Português formal. Em ambas a solicitações, foi considerado que os *chatbots* conseguiram compreender a solicitação, pois eles pedem autorização de segurança ou os dados da conta.

3.5 Avaliação da Compreensão

O teste de compreensão teve como objetivo avaliar dois aspectos fundamentais: a funcionalidade da aplicação e a sua usabilidade. A funcionalidade de um sistema envolve principalmente assegurar que ele faz o que deveria fazer. Nesse caso, o *chatbot* deve fornecer respostas corretas e relevantes às perguntas dos usuários, de acordo com seu propósito e escopo. Além disso, o *chatbot* deve ser capaz de entender e processar entradas em linguagem natural de forma eficaz.



(a) Banco do Brasil

(b) Bradesco

(c) Itaú

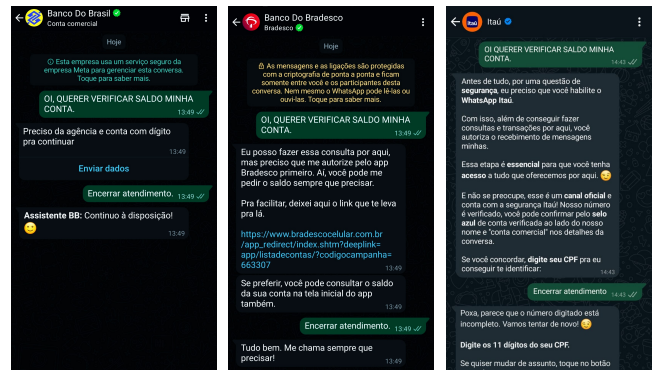
Figura 1: Verificação de Saldo em Português Formal

Já a usabilidade consiste na qualidade da experiência do usuário ao interagir com o *chatbot*. Um *chatbot* deve ser fácil de usar, permitindo que os usuários alcancem seus objetivos sem frustração. Além disso, ele deve possibilitar a conclusão das tarefas de forma rápida e com o mínimo de esforço. As respostas fornecidas devem ser claras, compreensíveis e consistentes, evitando ambiguidades e confusões. É essencial que a interação com o *chatbot* seja satisfatória, proporcionando uma experiência útil e agradável. Por fim, o *chatbot* deve ser acessível a todos os usuários, incluindo aqueles com deficiência, garantindo que todas as funcionalidades estejam disponíveis para todos.

A avaliação foi feita a partir da primeira resposta de cada solicitação ao *chatbot*. Não houve continuidade da conversa, pois seriam necessários informar dados bancários sensíveis, além de tornar a avaliação mais complexa do que seria a compreensão *Português-dos-Surdos*. As solicitações contidas nas Tabelas 2 e 3 foram submetidas a cada *chatbot*. Para simplificar, foi avaliado somente se o *chatbot* foi capaz ou não de compreender o que foi solicitado a ele. Essa compreensão foi mensurada pela sua capacidade de responder corretamente a solicitação, ou apresentar menus que continham detalhes da solicitação. Respostas automáticas padronizadas ou o redirecionamento para outras opções foram consideradas como uma não compreensão da solicitação.

A Figura 2 apresentam os exemplos da entrada em *Português-dos-Surdos* para os *chatbots* Banco do Brasil, Bradesco e Itaú, respectivamente, usando a linguagem bancária. Assim como verificado na Figura 1, nós consideramos que os *chatbots* conseguiram também compreender a solicitação em *Português-dos-Surdos*.

No entanto, essa compreensão nem sempre ocorre corretamente. As Figuras 3, 4, 5 apresentam as respostas à solicitação do Cenário 04, em Português formal e em *Português-dos-Surdos*, para ambos os *chatbots*, respectivamente. Nesse caso, os *chatbots* do Banco do Brasil e o Bradesco não conseguiram compreender a solicitação tanto em Português formal, quanto no *Português-dos-Surdos*. Já o Banco Itaú conseguiu interpretar o português Formal, mas não interpretou muito bem o *Português-dos-Surdos*.

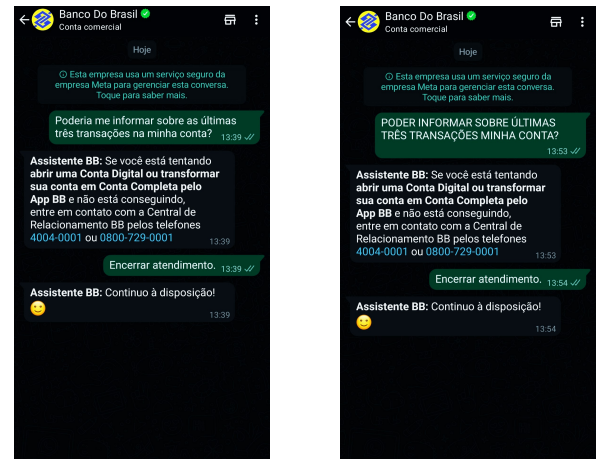


(a) Banco do Brasil

(b) Bradesco

(c) Itaú

Figura 2: Verificação de Saldo em Português-dos-Surdos



(a) Português Formal

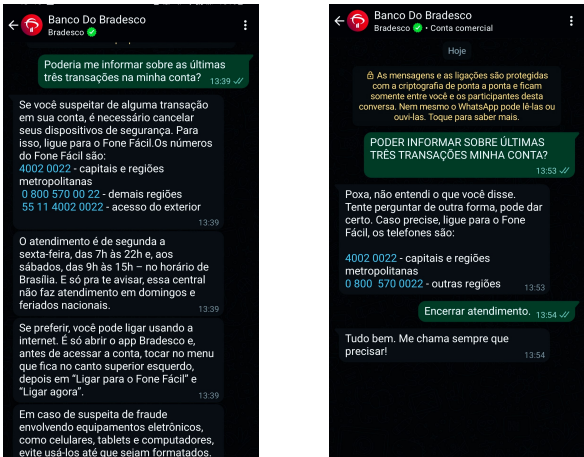
(b) Português-dos-Surdos

Figura 3: Informação sobre as Três últimas Transações - Linguagem Formal : Banco do Brasil

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados discute as taxas de acertos (e erros) dos *chatbots* para responderem às dez solicitações nos cenários de linguagem bancária e linguagem coloquial, usando o Português formal e o *Português-dos-Surdos*. A Figura 6 apresenta os resultados da avaliação quando se usa a linguagem bancária. Os resultados da análise indicam que, em termos de desempenho, os *chatbots* das instituições financeiras apresentam um desempenho satisfatório na compreensão do Português formal. O Itaú se destaca com 10 acertos e nenhum erro, seguido pelo Banco do Brasil e Bradesco, ambos com 8 acertos e 2 erros.

Entretanto, ao se considerar o *Português-dos-Surdos*, o desempenho dos *chatbots* varia significativamente. O Banco do Brasil apresenta uma taxa de acertos de 8 e apenas 2 erros, demonstrando uma compreensão relativamente boa desse formato. Por outro lado, o Bradesco enfrenta maiores dificuldades, com 6 acertos e 4 erros,



(a) Português Formal (b) Português-dos-Surdos

Figura 4: Informação sobre as Três últimas Transações - Linguagem Formal : Banco Bradesco

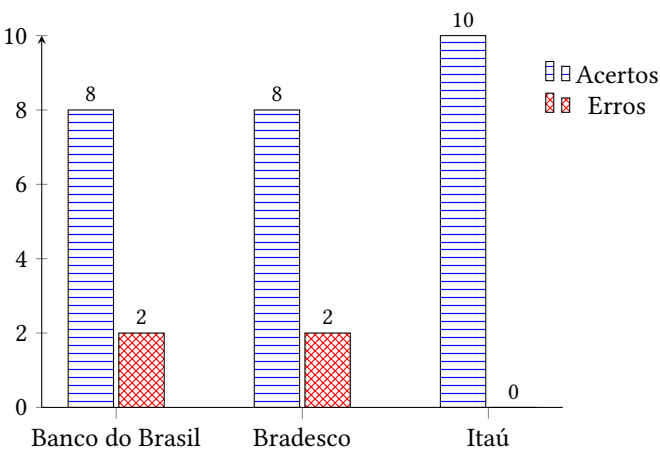


(a) Português Formal (b) Português-dos-Surdos

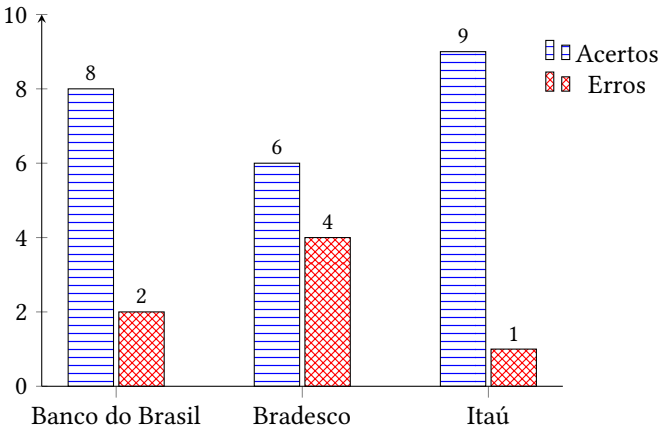
Figura 5: Informação sobre as Três últimas Transações - Linguagem Formal : Banco Itaú

resultando em uma taxa de erro de 40%. Já o Itaú mantém um bom desempenho para o *Português-dos-Surdos* com 9 acertos e apenas 1 erro.

A Figura 7 apresenta os resultados da avaliação quando se utiliza a linguagem coloquial. Nessa linguagem, é refletido expressões mais típicas de pessoas que não conhecem o vocabulário bancário. Esses resultados variam consideravelmente entre os chatbots das instituições financeiras. O Bradesco mantém uma taxa de acerto de 70% tanto para as solicitações em Português formal quanto em *Português-dos-Surdos*, demonstrando uma consistência em sua capacidade de compreensão em ambas as modalidades. Em contrapartida, o Banco do Brasil apresenta um desempenho contrastante: enquanto acerta



(a) Português Formal

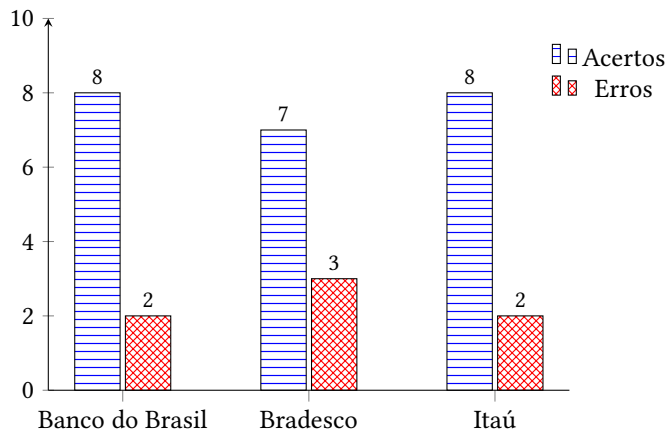


(b) Português-dos-Surdos

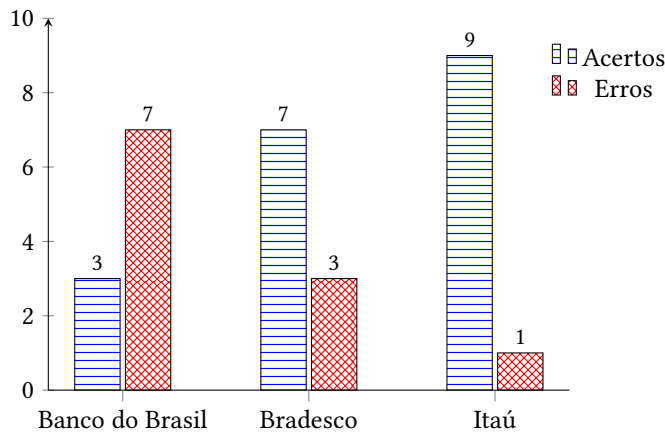
Figura 6: Linguagem Formal: Comparação de Acertos e Erros por Banco

80% das solicitações em Português formal, a taxa de acertos cai drasticamente para apenas 30% em *Português-dos-Surdos*, resultando em uma taxa de erros elevada, onde não consegue atender 70% das solicitações. O Itaú se destaca na análise, acertando 80% das solicitações em Português formal e mantendo um bom desempenho no *Português-dos-Surdos*, com 90% de acertos.

A Tabela 4 apresenta os casos em que os *chatbots* acertam quando o texto está escrito em Português formal e erram em *Português-dos-Surdos*. Observa-se que a maioria dos erros se dá no uso da linguagem coloquial, onde os erros variam até 50% na cobertura dos casos, sendo que somente o Itaú não se encaixa nessa situação na linguagem coloquial. Quanto ao cenário bancário, os erros variam de 10% a 20% o que indica que os *chatbots* estão se saindo melhor nesse aspecto. Entretanto, o que chama a atenção é o Itaú obter um erro no cenário 04, cujo objetivo é verificar transações, usando a linguagem bancária, já que ele acerta para o contexto coloquial.



(a) Português Formal



(b) Português-dos-Surdos

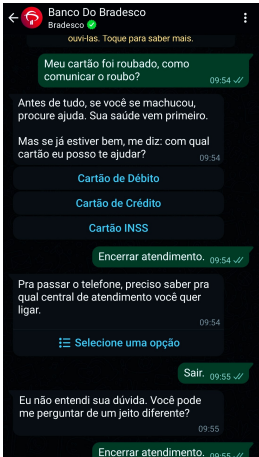
Figura 7: Linguagem Coloquial: Comparação de Acertos e Erros por Banco

Tabela 4: Cenários de Acertos em Português Formal e Erros em Português-dos-Surdos

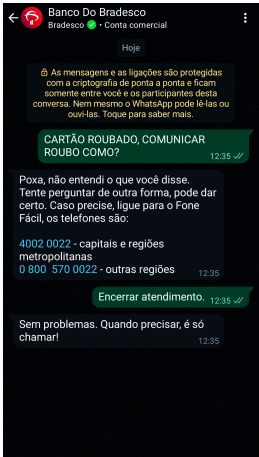
Chatbot	Contexto	Cenário
Banco do Brasil	coloquial	01, 04, 05, 06, 07
Banco do Brasil	bancário	02
Bradesco	coloquial	08, 09
Bradesco	bancário	06, 09
Itaú	coloquial	-
Itaú	bancário	04

Um cenário que se destaca para o Bradesco é o 09, o qual consiste em relatar a perda de um cartão. As Figuras 8 e 9 apresentam o resultado obtido na interação com o *chatbot*. Nesse exemplo, tanto para a linguagem bancária quanto para a linguagem coloquial, o

chatbot apresenta respostas de não entendimento para a *Português-dos-Surdos*. Já para o português formal, no contexto de linguagem bancária, o *chatbot* é, inclusive, cordial.

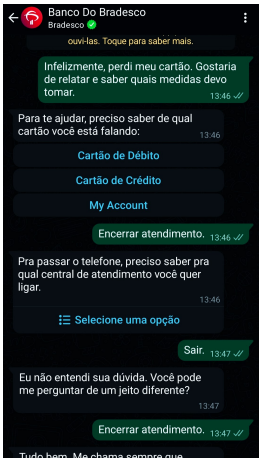


(a) Português Formal

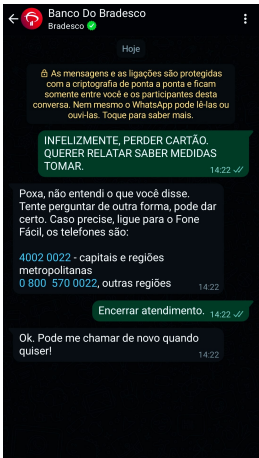


(b) Português-dos-Surdos

Figura 8: Cenário 09 com Linguagem Bancária - Bradesco



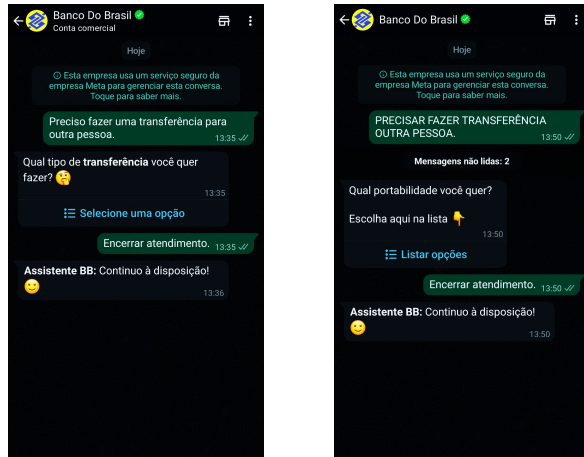
(a) Português Formal



(b) Português-dos-Surdos

Figura 9: Cenário 09 com Linguagem Coloquial - Bradesco

Foram analisados os casos em que ocorreram erros em ambas as entradas, tanto no Português formal quanto no *Português-dos-Surdos*. Para o contexto coloquial, os *chatbots* erraram no Cenário 08, que envolve a solicitação de informações sobre a taxa de juros e câmbio, para o Banco do Brasil e Itaú e no Cenário 10, que simula a solicitação de um empréstimo pessoal para o Banco do Brasil e Bradesco. Já para a linguagem bancária, foi observado essa falha no Cenário 04 para o Banco do Brasil e do Bradesco, sendo uma falha no cenário 07 agendamento de atendimento presencial, pertencente somente ao Bradesco. Nessa comparação, se sobressai o *chatbot* do



(a) Português Formal

(b) Português-dos-Surdos

Figura 10: Cenário 02 com Linguagem Bancária - Banco do Brasil

Itaú que não possuiu falhas para ambas entradas, Português formal e *Português-dos-Surdos*.

Foram analisados os casos de erros em *Português-dos-Surdos*, conforme a cobertura de cenários propostos, apresentados na Tabela 5. Ao analisar esses casos, considerando os dez cenários propostos, é possível observar que, pelos menos, um dos *chatbots* errou para a grande maioria dos casos, chegando em uma taxa de erro de 80% para a linguagem coloquial e 50% para a linguagem bancária. Com isso, a taxa de cenários cobertos é de 20% a 50%, respectivamente.

Tabela 5: Avaliação dos Erros em *Português-dos-Surdos* conforme os Cenários Propostos

Tipo	Linguagem Coloquial	Linguagem Bancária
Erros	01, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10	02, 04, 06, 07, 09

Essa análise sugere que pessoas surdas podem encontrar barreiras para realizar tarefas básicas por meio de *chatbots*, principalmente as com pouco conhecimento sobre o vocabulário bancário, o que pode resultar em uma experiência de atendimento limitada ou até mesmo inviabilizar o uso desses sistemas para certos serviços.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Ao testar os *chatbots* do Banco do Brasil, Bradesco e Itaú com o *Português-dos-Surdos* por meio de um teste de caixa preta, foram identificadas lacunas. A avaliação considerou dois cenários: um com terminologias bancárias e outro com linguagem coloquial, ambos utilizando traduções para glosas da Língua Brasileira de Sinais. Os resultados indicam que os *chatbots* avaliados ainda não estão preparados para atender pessoas surdas com domínio limitado do Português formal, apresentando taxas de erro entre 50% e 80%, dependendo da plataforma. O desempenho foi melhor com terminologias bancárias, mas caiu significativamente com linguagem

coloquial, o que é preocupante, pois esta reflete a comunicação cotidiana do público-alvo. Estudos, como o de [15], mostram que muitas pessoas surdas têm dificuldades com o Português escrito, ressaltando a necessidade de aprimorar os *chatbots* para maior acessibilidade e inclusão.

A análise revelou falhas significativas dos *chatbots* ao lidar tanto com o Português formal quanto com o *Português-dos-Surdos* em tarefas essenciais, como solicitação de empréstimos em linguagem coloquial e verificação de transações em linguagem bancária. Apesar do melhor desempenho com o Português formal, o *chatbot* do Banco do Brasil apresentou 70% de erro sem o uso de terminologias bancárias, indicando baixa adequação para pessoas com Português como segunda língua ou menor familiaridade com o setor. Em contraste, o Itaú teve desempenho mais robusto, com erros mínimos na linguagem coloquial, apontando um caminho para aprimorar os demais *chatbots*.

O estudo indica baixa representatividade de textos em Português escritos por pessoas surdas nos *datasets* de treinamento dos modelos de linguagem. O *chatbot* do Banco do Brasil demonstrou menor compreensão em textos em Português como segunda língua em comparação ao Bradesco, o que sugere menor presença desses dados em seu *dataset*. Garantir maior representatividade desses textos é fundamental para promover justiça no uso da Inteligência Artificial para pessoas com deficiência [6, 7, 46]. Do ponto de vista teórico, este estudo contribui para as áreas de Sistemas de Informação, *Design Inclusivo* e Acessibilidade Digital, ao evidenciar que a baixa diversidade linguística nos *datasets* compromete a usabilidade dos *chatbots*. A Teoria de *Design Inclusivo* destaca a importância de tecnologias que atendam a diferentes perfis de usuários, mas os achados mostram que os *chatbots* ainda não cumprem essa necessidade. A Teoria *Task-Technology Fit* (TTF) também indica que essas tecnologias não se ajustam adequadamente às demandas comunicacionais das pessoas surdas.

Como trabalho futuro, esta pesquisa está explorando o *fine-tuning* de modelos de linguagem e a criação de *chatbots* que reconheçam o *Português-dos-Surdos*, ampliando a acessibilidade.

ACKNOWLEDGMENTS

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq, FAPEMIG e CAPES.

REFERÊNCIAS

- [1] Marília S. O. Araújo, Elenice R. F. Peixoto, and Rosângela S. N. Sousa. 2021. A constituição da Identidade Linguística Surda: a narrativização avaliativa sobre a língua portuguesa e LIBRAS. *Nova Revista Amazonica* 9, 2 (June 2021), 1–23.
- [2] Associação dos Gerentes do Banco do Brasil. 2022. Maioria dos bancos usa chatbot para atendimento no WhatsApp. <http://www.agebb.com.br/tag/chatbot/>. Acessado em maio de 2024.
- [3] Benjamin J. Bahan. 1998. *Non-Manual Realization of Agreement in American Sign Language*. Ph. D. Dissertation. Boston University, Boston, MA, USA.
- [4] Banco do Brasil. 2023. BB usa tecnologia generativa para apoiar atendimento. <https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/imprensa/n/67461/bb-usa-tecnologia-generativa-para-apoiar-atendimento/#/>. Acessado em junho de 2024.
- [5] Priscila R. F. Bedana, Fernando A. Freitas, Sarajane M. Peres, and Felipe V. Barbosa. 2019. Análise de Tradução Automática Português-Libras no Contexto do Edital do Enem 2018. In *VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2019.1151>
- [6] Cynthia L. Bennett and Os Keyes. 2020. What is the point of fairness? Disability, AI and the complexity of justice. *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing* 125 (2020), 1–1.
- [7] Reuben Binns and Reuben Kirkham. 2021. How could equality and data protection law shape AI fairness for people with disabilities? *ACM Transactions on*

- Accessible Computing (TACCESS) 14, 3 (2021), 1–32.
- [8] Danielle Bragg, Oscar Koller, Mary Bellard, Larwan Berke, Patrick Boudreault, Annelies Braffort, Naomi Caselli, Matt Huenerfauth, Hernisa Kacorri, Tessa Verhoef, Christian Vogler, and Meredith Ringel Morris. 2019. Sign Language Recognition, Generation, and Translation: An Interdisciplinary Perspective. In *Proceedings of the 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* (Pittsburgh, PA, USA) (ASSETS '19). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 16–31. <https://doi.org/10.1145/3308561.3353774>
 - [9] Brasil. 2015. Lei Brasileira de Inclusão (LBI). Diário Oficial da União. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015.
 - [10] Victor Caputo. 2017. Bradesco usa inteligência artificial no atendimento a clientes. <https://exame.com/tecnologia/bradesco-usa-inteligencia-artificial-no-atendimento-a-clientes/>.
 - [11] L. Ciechanowski, A. Przegalinska, M. Magnuski, and P. Gloor. 2019. An experimental study of human–chatbot interaction. *Future Generation Computer Systems* 92 (2019), 539–548.
 - [12] Estadão Conteúdo. 2024. Itaú estuda como levar inteligência artificial generativa para atendimento ao cliente. <https://www.moneytimes.com.br/itau-estuda-como-levar-inteligencia-artificial-generativa-para-atendimento-ao-cliente/> Acessado em: 27 set. 2024.
 - [13] Richelieu R. A. Costa, Derzu Omaia, Tiago M. U. Araujo, Jóison O. Pereira, Anderson S. Coutinho, Miguel P. S. Cruz, Victoria M. Pontes, Matheus M. Barbosa, Abner S. Silva, and Guido L. S. Filho. 2023. Acessibilidade na TV 3.0 Brasileira a partir de Mídias de Legenda, Glosa e Áudio Descrição. In *Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (WebMedia)* (Ribeirão Preto - SP). Sociedade Brasileira de Computação, 123–126. https://sol.sbc.org.br/index.php/webmedia_estendido/article/view/4848
 - [14] Guilherme de Azambuja Lira and Tanya Amara Felipe de Souza. 2024. Dicionário de Libras. <https://www.ines.gov.br/dicionario-de-libras/> Acessado em maio de 2024.
 - [15] Matjaž Debevc, Primož Kosec, and Andreas Holzinger. 2011. Improving multimodal web accessibility for deaf people: Sign language interpreter module. *Multimedia Tools and Applications* 54 (08 2011), 181–199. <https://doi.org/10.1007/s11042-010-0529-8>
 - [16] Cem Dilmeğani. 2024. 10+ Epic Chatbot/Conversational Bot / LLM Failures ('24 Update). AI Multiple Research. <https://research.aimultiple.com/chatbot-fail/>
 - [17] Sebastian Drude. 2003. Advanced Glossing — a language documentation format and its implementation with Shoebox. International LREC Workshop on Resources and Tools in Field Linguistics.
 - [18] Cristiane Ellwanger, Cristina P. Santos, Pedro Soares, and Tiago L. Weisheimer. 2020. G'Libras: Um Sistema Especialista para Auxílio à Criação de Glosas. IV Workshop de Desafios da Computação aplicada à Educação, 101–110. <https://doi.org/10.5753/desafie.2015.10045>
 - [19] Tanya A. Felipe. 1998. A Relação Sintático-Semântica dos Verbos e Seus Argumentos na Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS).
 - [20] Tanya A. Felipe and Myrna S. Monteiro. 2007. *Libras em Contexto* (6 ed.). Ministério da Educação, Brasília, DF.
 - [21] B. Filipczyk, J. Gołuchowski, J. Paliszkievicz, and A. Janas. 2016. Chapter 12 - Success and failure in improvement of knowledge delivery to customers using chatbot—result of a case study in a Polish SME. In *Successes and Failures of Knowledge Management*, Jay Liebowitz (Ed.). Morgan Kaufmann, Boston, 175–189. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805187-0.00012-7>
 - [22] Alana Gandra. 2022. Lei que reconhece Libras como Língua Oficial do País completa 20 anos. Agência Brasil. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-04/lei-que-reconhece-libras-como-lingua-oficial-do-pais-completa-20-anos>
 - [23] J. Gao, H.S.J. Tsao, and Y. Wu. 2003. *Testing and Quality Assurance for Component-based Software*. Artech House. <https://books.google.com.br/books?id=oUEwDwAAQBAJ>
 - [24] Maria Cecília R. Gôes. 2020. *Linguagem, surdez e educação* (1 ed.). Editora Autores Associados.
 - [25] IBM. 2019. Com BIA, Bradesco e IBM transformam o atendimento de milhões de usuários. <https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/com-bia-bradesco-e-ibm-transformam-o-atendimento-de-milhoes-de-usuarios/>. Acessado em maio de 2024.
 - [26] Antje Janssen, Lukas Grütznert, and Michael H. Breitner. 2021. A Critical Success Factors Analysis for Chatbots. In *Proceedings of the Forty-Second International Conference on Information Systems*. International Conference on Information Systems, Association for Information Systems, Austin, TX, USA. <https://aisel.aisnet.org/icis2021/CompletedResearchPaper>.
 - [27] Tarcísio A. Leite, João P. Ampessan, Jaqueline Boldo, Juliana T. Lohn, and S. A. Oliveira, Graciete. 2021. Semântica Lexical na Libras: libertando-se da tirania das glosas. *Revista da ABRANLIN* 20, 2 (December 2021), 1–23. <https://doi.org/10.25189>
 - [28] Manuela A. C. B. L. Lima. 2015. Tradução Automática com Adequação Sintático-Semântica para LIBRAS.
 - [29] Davit Marikyan and Savvas Papagiannidis. 2023. Task-Technology Fit: A review. In *TheoryHub Book*, Savvas Papagiannidis (Ed.). Newcastle University. Available at <https://open.ncl.ac.uk>.
 - [30] Leland McCleary, Evani Viotti, and Tarcísio A. Leite. 2010. Descrição das línguas sinalizadas: a questão da transcrição dos dados. *ALFA: Revista de Linguística* 54, 1 (July 2010), 73–96. <https://periodicos.fclar.unesp.br/alfa/article/view/2880>
 - [31] Leland Emerson McCleary and Evani de Carvalho Viotti. 2007. Transcrição de dados de uma língua sinalizada: um estudo piloto da transcrição de narrativas na língua de sinais brasileira. Cênoma Editorial, Goiânia, 73–96. https://biblio.fllch.usp.br/McCleary_LE_21_1697317_TranscricaoDeDadosDeUmaLinguaSinalizada.pdf
 - [32] Oisín Muldowney. 2017. *CHATBOTS: An Introduction And Easy Guide To Making Your Own. Curses & Magic*, Dublin, Ireland.
 - [33] Glenford J. Myers, Corey Sandler, and Tom Badgett. 2012. *The art of software testing* (3rd ed ed.). John Wiley & Sons, Hoboken, NJ. <https://www.bibsonomy.org/bibtex/2e0210c841672327e9b813ae343a6a5ec/hlackner>
 - [34] Leoni R. S. Nascimento and Edivaldo S. C. Costa. 2022. Escrita de Sinais no Brasil e Suas Interfaces. Edufro - Editora da Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, RO.
 - [35] Vinícius Nascimento. 2023. Do Campo ao Texto em Pesquisas com Tradutores e Intérpretes de Libras-Português: desafios na transcrição de corpora bilíngue intermodal simultâneo. *DELTA: Documentação de Estudos em Linguística Teórica e Aplicada* 39, 4 (2023), 202339458715. <https://doi.org/10.1590/1678-460X202339458715>
 - [36] Francisco A. S. Paiva, José M. Martino, Plínio A. Barbosa, Ângelo Benetti, and Ivani R. Silva. 2016. Um Sistema de Transcrição para Língua de Sinais Brasileira: o caso de um avatar. *Revista do GEL* 13, 2 (December 2016), 202339458715. <https://doi.org/10.21165>
 - [37] Mirlian Mara Novaes Parreira and Layane Rodrigues de Lima. 2020. Uma Análise da Interlíngua em Textos Escritos em Português como Segunda Língua de Estudantes Surdos da Educação Básica: A Influência da Libras. In *Perspectivas para o ensino de línguas* (1 ed.), Alexandre Melo de Sousa, Rosane Garcia, and Tatiane Castro dos Santos (Eds.). Vol. 4. Editora da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, Acre, 78–94.
 - [38] Umesh Persad, Patrick Langdon, and P. John Clarkson. 2007. A Framework for Analytical Inclusive Design Evaluation. In *Proceedings of the International Conference on Engineering Design (ICED'07)* (Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris, France). The University of Cambridge.
 - [39] Hans Persson, Henrik Åhman, Alexander Arvei Yngling, and Jan Gulliksen. 2014. Universal design, inclusive design, accessible design, design for all: different concepts—one goal? On the concept of accessibility—historical, methodological and philosophical aspects. *Universal Access in the Information Society* 14 (2014), 505–526. <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0358-z>
 - [40] R.S. Pressman and B. Maxim. 2016. *Engenharia De Software: Uma Abordagem Profissional*. McGraw Hill - Artmed.
 - [41] Luana Silva Reis, Tiago Maritan U. de Araújo, Maria Dayane F. Cirino Lima, Angelina S. da Silva Sales, and Yuska Paola Costa Aguiar. 2017. Avaliação de Usabilidade do Aplicativo VLibras-Móvel com Usuários Surdos. In *Anais Estendidos do XXIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (Granado)*. Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, RS, Brasil, 123–126. https://sol.sbc.org.br/index.php/webmedia_estendido/article/view/4848
 - [42] Rafael Romer. 2024. Itaú Unibanco acelera desenvolvimento de código com copiloto de IA. <https://itforum.com.br/noticias/itau-desenvolvimento-copiloto-ia/> Acessado em: 27 set. 2024.
 - [43] Roman Savenkov. 2008. How to Become a Software Tester. Roman Savenkov.
 - [44] Jerry C. Schnepp. 2011. A Representation of Selected Nonmanual Signals in American Sign Language. College of Computing and Digital Media Dissertations. https://via.library.depaul.edu/cdm_etd/4
 - [45] Dan Slobin. 2015. Quebrando modelos: as línguas de sinais e a natureza da linguagem humana. *Fórum Linguístico* 12 (09 2015), 844. <https://doi.org/10.5007/1984-8412.2015v12n3p844>
 - [46] Shari Trewin, Sara Basson, Michael Muller, Stacy Branham, Jutta Treviranus, Daniel Gruen, Daniel Hebert, Natalia Lyckowski, and Erich Manser. 2019. Considerations for AI fairness for people with disabilities. *AI Matters* 5, 3 (2019), 40–63.
 - [47] Alan M. Turing. 1950. Computing Machinery And Intelligence. *Mind* 49 (1950), 433–460.
 - [48] Sherman Wilcox and Phyllis Wilcox. 1997. *Learning to see: Teaching American Sign Language as a second language*. University Press.
 - [49] World Federation of the Deaf. 2016. Human Rights of the Deaf. <https://wfd deaf.org/our-work/human-rights-of-the-deaf/>.
 - [50] World Health Organization. 2024. Deafness and Hearing Loss. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>.

Received 11 November 2024; revised 04 February 2025; accepted 04 February 2025