

ACESSIBILIDADE COMUNICACIONAL NO BEMBOTINHO: SÍNTESE DE VOZ NATURAL COMO TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA PESSOAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

Daniel Buchholz¹

Iara Denise Endruweit Battisti²

Gerson Battisti³

Leandro Perius Heck⁴

Palavras-chave: Tecnologia assistiva; acessibilidade comunicacional; síntese de voz; Transtorno do Espectro Autista (TEA); inteligência artificial.

INTRODUÇÃO

O BemBotinho é um assistente digital desenvolvido para apoiar famílias, cuidadores e pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA) no acesso a informações sobre direitos, rotina, saúde e estratégias de manejo no cotidiano. Este trabalho aborda a acessibilidade comunicacional, especialmente a função de leitura em voz alta das respostas do assistente. O objetivo é demonstrar como o BemBotinho utiliza síntese de voz natural como recurso de apoio digital e tecnologia assistiva, com base na Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015). Essa síntese de voz é viabilizada por modelos de inteligência artificial capazes de gerar fala com entonação próxima da humana. Diferente da maioria dos aplicativos do dia a dia, que tratam áudio e vídeo como recurso de praticidade, o BemBotinho foi desenvolvido com a acessibilidade como requisito central desde o início. A leitura em voz alta, somada a outras estratégias de tecnologia assistiva, procura facilitar a compreensão do conteúdo por pessoas com diferentes níveis de alfabetização e condições sensoriais, de acordo com o que a

¹ Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), e-mail: daniel.buchholz@estudante.uffs.edu.br.

² Professora Doutora, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), e-mail: iara.battisti@uffs.edu.br.

³ Professor Doutor, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI), e-mail: battisti@unijui.edu.br.

⁴ Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), e-mail: daniel.buchholz@estudante.uffs.edu.br.

legislação e as políticas de saúde definem como tecnologia assistiva (BRASIL, 2015; BRASIL, 2022).

DESENVOLVIMENTO

A versão inicial do BemBotinho utilizava um motor de síntese de fala funcional, mas com saída sonora mais robotizada. Isso é importante quando se trata de TEA, pois algumas pessoas apresentam hipersensibilidade auditiva ou menor tolerância a estímulos artificiais e repetitivos, fenômeno relacionado à modulação sensorial descrita na literatura sobre autismo (Ben-sasson et al., 2009). Por esse motivo, a voz sintetizada foi considerada parte da experiência de uso acessível, não apenas um recurso extra da interface. Com a mudança, o *backend* passou a contar com uma rota dedicada à geração de áudio por voz natural em português do Brasil. O texto das respostas passou a ser convertido em fala e consumido pelo componente de interface associado ao botão 'Ouvir'. A reorganização do fluxo considerou recursos atuais de conversão de texto em fala natural (Microsoft Corporation, 2026), e buscou mais estabilidade à reprodução sonora em consultas rápidas, situações de sobrecarga informacional ou momentos em que o usuário precisa de apoio para compreender a resposta. A Figura 1 mostra o fluxo técnico implementado para a leitura em voz alta no BemBotinho. O processo começa na pergunta enviada pelo usuário, passa pela geração da resposta no *backend* com apoio do Geração Aumentada por Recuperação (RAG) e segue para a rota de síntese de voz, responsável por transformar o texto em áudio reproduzido no *frontend*.

Figura 1- Arquitetura do fluxo de síntese de voz natural no BemBotinho



A resposta textual é preservada e o áudio é gerado como apoio de acessibilidade comunicacional.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2026)

O Quadro 1 compara, de forma qualitativa, o motor de voz utilizado na versão inicial e o motor natural na versão atual. A comparação reúne observações realizadas durante o desenvolvimento e os testes funcionais, sem pretensão de representar uma avaliação clínica ou perceptual definitiva.

Quadro 1 - Comparação qualitativa entre motor de voz anterior e motor natural

Critério	Motor anterior	Motor natural
Naturalidade da voz	Saída mais robotizada e menos próxima da fala humana.	Voz mais natural, com entonação confortável em escutas repetidas.
Idioma e sotaque	Configuração mais genérica para leitura automática.	Português do Brasil, favorecendo familiaridade e compreensão.
Estabilidade de resposta	Funcionamento dependente de ajustes anteriores do fluxo.	Rota dedicada e estável nos testes funcionais realizados.
Relação com hipersensibilidade auditiva	Maior risco de incômodo por estímulo artificial e repetitivo.	Redução qualitativa do estranhamento sonoro percebido no uso.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2026).

Além da síntese de voz, analisou-se possibilidades de tradução para Libras, com atenção ao ecossistema VLibras. Nos testes funcionais exploratórios, foram verificadas etapas públicas de tradução textual, mas também apareceram limitações para geração automatizada de vídeo em Libras no aplicativo. Assim, a integração plena de Libras ficou como implementação futura, mantendo-se a voz natural como funcionalidade efetivamente implementada nesta etapa. O Quadro 2 organiza os recursos de acessibilidade considerados no BemBotinho, diferenciando funcionalidades implementadas, estratégias em avaliação e pontos previstos para continuidade do projeto.

Quadro 2 - Recursos de acessibilidade previstos no BemBotinho

Recurso de acessibilidade	Situação no BemBotinho	Base legal ou referência
Leitura em voz alta com conversão de texto em fala (TTS) natural	Implementado	Lei Brasileira de Inclusão, Lei n. 13.146/2015
Interface visual com foco em clareza	Implementado	Tecnologia assistiva e acessibilidade comunicacional

Recurso de acessibilidade	Situação no BemBotinho	Base legal ou referência
Tradução para Libras via VLibras	Em avaliação/futuro	Ecossistema VLibras e serviços Gov.br
Formatos de leitura simplificada	Planejado	Apoio à compreensão em saúde e tecnologia assistiva

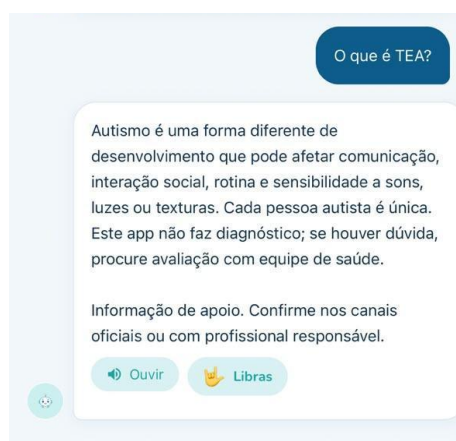
Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2026).

RESULTADOS, AVANÇOS E REFLEXÕES

Os testes parciais indicaram a possibilidade de substituir o motor de voz sem comprometer a continuidade do serviço. A nova rota de síntese natural funcionou de forma estável nos testes realizados, com geração correta de áudio e tempo de resposta compatível com o uso cotidiano no aplicativo. A experiência mostrou que trocar o motor de voz envolveu mais do que ajustar uma biblioteca no *backend* — foi necessário adaptar rotas, interface e testes, sempre considerando como o usuário percebe a resposta sonora.

A Figura 2 apresenta uma tela do BemBotinho em uso no aplicativo móvel, com resposta em linguagem simples, BotAvatar e botões de acesso às funções “Ouvir” e “Libras”. Nela, é possível observar como os recursos de acessibilidade aparecem integrados à experiência cotidiana de consulta.

Figura 2- Interface do BemBotinho com botões Ouvir e Libras



Fonte: Registro de tela do protótipo BemBotinho (2026).

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROJEÇÕES

A experiência descrita mostra o BemBotinho como estudo de caso de tecnologia assistiva em construção, no qual decisões de engenharia de software impactam

diretamente a qualidade da acessibilidade oferecida a famílias de pessoas com TEA. A síntese de voz natural foi um avanço para tornar o acesso à informação mais confortável, responsivo e inclusivo. Para as próximas etapas, prevê-se padronizar os pontos de leitura em voz alta e realizar testes exploratórios de usabilidade com famílias, por meio de tarefas de consulta, observação de dificuldades, registro de tempo de resposta e perguntas abertas sobre clareza, conforto da voz e utilidade percebida. Também se pretende aprofundar caminhos viáveis para futura integração de recursos em Libras. Por isso, o BemBotinho trata a acessibilidade como eixo estruturante do projeto, e não apenas como um recurso complementar.

Financiamento: PROGRAMA PESQUISA PARA O SUS: gestão compartilhada em saúde FAPERGS Nº 01/2025

REFERÊNCIAS

BEN-SASSON, A. et al. A meta-analysis of sensory modulation symptoms in individuals with autism spectrum disorders. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 39, n. 1, p. 1-11, 2009. DOI: 10.1007/s10803-008-0593-3.

BRASIL. **Lei n. 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 9 jul. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. **O que é tecnologia assistiva?** Brasília: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/saude-da-pessoa-com-deficiencia/faq/o-que-e-tecnologia-assistiva>. Acesso em: 9 jul. 2026.

GOVERNO FEDERAL. VLibras - **Língua Brasileira de Sinais. Catálogo de APIs** Conecta Gov.br, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/conecta/catalogo/apis/vlibras>. Acesso em: 9 jul. 2026.

MICROSOFT CORPORATION. **Text to speech overview** - Speech service. Microsoft Learn, 2026. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/ai-services/speech-service/text-to-speech>. Acesso em: 9 jul. 2026.