

APHASAI VOICEBRIDGE NA AFASIA ADQUIRIDA ASSOCIADA A TUMORES CEREBRAIS E À RESSECÇÃO NEUROCIRÚRGICA

Leonardo Ricciardi¹;

¹Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

Bruno Ricciardi Pereira²;

²Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

Thelma de Barros Machado³.

³Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

RESUMO: Os tumores cerebrais localizados no hemisfério dominante e a ressecção neurocirúrgica em redes eloquentes podem produzir afasia adquirida, com anomia, parafasias, alterações do discurso espontâneo e flutuação funcional no período perioperatório. Este capítulo descreve a adaptação do AphasAI VoiceBridge, uma plataforma web multimodal de apoio à comunicação, ao contexto neuro-oncológico, e analisa uma experiência inicial com dez agregados familiares. O estudo foi aplicado, exploratório-descritivo, de abordagem mista e configurado como relato de experiência tecnológica. O protótipo integrou perfil clínico-contextual, treino por frases personalizadas, reconhecimento automático da fala, análise de espectrogramas por rede neural convolucional, inferência semântica contextual, estimativa Bayesiana de incerteza, escuta contínua e validação humana. Os relatos finais foram analisados por frequências e em três domínios: assertividade e inclusão comunicacional, humor e disponibilidade para a reabilitação. Nove famílias, correspondentes a 90% da amostra e a 100% das avaliações disponíveis, referiram comunicação muito mais assertiva e inclusiva, melhoria do humor e maior vontade de participar nas terapias. A décima avaliação não foi obtida devido ao óbito do doente durante o seguimento. Os resultados indicam aceitabilidade e utilidade percebida, mas não eficácia clínica, recomendando-se validação prospectiva com medidas linguísticas, funcionais e de segurança.

PALAVRAS-CHAVE: Neuro-oncologia. Tecnologia assistiva. Linguagem funcional.

APHASAI VOICEBRIDGE IN ACQUIRED APHASIA ASSOCIATED WITH BRAIN TUMOURS AND NEUROSURGICAL RESECTION

ABSTRACT: Brain tumours involving the language-dominant hemisphere and neurosurgical resection within eloquent networks may cause acquired aphasia, including anomia, phonemic or semantic paraphasias, impaired spontaneous discourse and perioperative functional fluctuations. This chapter describes the neuro-oncological adaptation of Aphas AI Voice Bridge, a multimodal web-based communication support platform, and analyses an initial experience involving ten volunteer families. This applied, exploratory-descriptive mixed-method study was framed as a technological experience

report. The prototype combined a clinical-contextual profile, personalised phrase training, automatic speech recognition, convolutional neural network analysis of spectrograms, contextual semantic inference, Bayesian uncertainty estimation, continuous listening and human validation. Family reports were descriptively analysed across three predefined domains: communicative assertiveness and inclusion, mood, and willingness to engage in rehabilitation. Nine families, representing 90% of the cohort and 100% of available final assessments, reported markedly more assertive and inclusive communication, improved mood, and greater willingness to participate in therapy. The tenth final assessment was unavailable because the patient died during follow-up. These findings indicate acceptability and perceived usefulness rather than clinical efficacy. Prospective validation using standardised language, functional, usability, safety and uncertainty-calibration outcomes is required before clinical deployment.

KEYWORDS: Neuro-oncology. Assistive technology. Functional communication.

INTRODUÇÃO

A linguagem humana depende de uma rede distribuída que integra regiões frontais, temporais, parietais, insulares e circuitos subcorticais de substância branca. A presença de uma neoplasia intra-axial ou extra-axial junto dessas redes pode comprometer nomeação, fluência, compreensão, repetição, leitura, escrita e organização do discurso. A expressão clínica não é determinada apenas pelo lobo anatómico: depende da velocidade de crescimento, infiltração, edema, lateralização funcional, reserva cognitiva, crises epiléticas e capacidade de reorganização neuroplástica. Nos gliomas difusos, a classificação histomolecular integrada da quinta edição da Organização Mundial da Saúde para tumores do sistema nervoso central (WHO CNS5) reforçou que entidades com aparência histológica semelhante podem ter comportamento biológico distinto, tornando indispensável registrar o diagnóstico integrado em qualquer investigação tecnológica aplicada à neuro-oncologia (Louis *et al.*, 2021).

A afasia pode preceder o diagnóstico, aparecer após biópsia ou ressecção, agravar-se transitoriamente por edema pós-operatório e persistir quando existe lesão irreversível de componentes essenciais da rede. Também pode coexistir com apraxia da fala, disartria, défices executivos, alterações atencionais ou perturbações da memória de trabalho, que exigem avaliação diferencial. Em pessoas submetidas a ressecção de tumores malignos, Davie *et al.* (2009) observaram predomínio de alterações ligeiras e de perfil anômico no período agudo, salientando que a afasia associada a tumor não deve ser automaticamente assimilada ao modelo vascular. Esta distinção é relevante para o desenho de ferramentas de reconhecimento da fala, pois os erros podem ser subtis, flutuantes e modulados pelo contexto oncológico.

O objetivo neurocirúrgico contemporâneo é uma ressecção máxima segura, e não a remoção anatómica a qualquer custo. Em tumores próximos de áreas eloquentes, a craniotomia com o doente acordado e o mapeamento cortical e subcortical por estimulação elétrica direta permitem identificar limites funcionais individuais. A literatura demonstra

que o mapeamento da linguagem pode reduzir défices permanentes e apoiar a decisão sobre quando interromper a ressecção, equilibrando benefício oncológico e preservação funcional (Sanai; Mirzadeh; Berger, 2008; De Witt Hamer *et al.*, 2012). As orientações da European Association of Neuro-Oncology enfatizam que evitar novos défices neurológicos permanentes é um componente central da estratégia terapêutica (Weller *et al.*, 2021).

Apesar desse cuidado, as alterações transitórias da linguagem continuam frequentes. Wilson *et al.* (2015), numa coorte prospetiva submetida a cirurgia ressectiva do hemisfério dominante, identificaram afasia em 71% dos participantes dois a três dias após a operação, com recuperação substancial na maioria ao fim de um mês. Em gliomas operados com mapeamento acordado, a revisão sistemática de Collée *et al.* (2022) mostrou que défices pré-operatórios e determinados erros intraoperatórios se associam ao risco de alterações linguísticas pós-operatórias. Estes dados justificam monitorização longitudinal e evitam interpretar uma única gravação como representação estável da competência comunicativa do doente.

A terapia da fala no contexto neuro-oncológico deve adaptar-se ao prognóstico, à fadiga, às terapêuticas adjuvantes, à disponibilidade familiar e aos objetivos de participação. A literatura permanece heterogénea, mas existem sinais de benefício de programas individualizados e orientados para o discurso funcional, incluindo tele-neurorreabilitação após glioblastoma (Milman *et al.*, 2020; Spina *et al.*, 2023). Uma tecnologia assistiva pode ampliar a prática entre sessões, apoiar parceiros de comunicação e documentar padrões que escapam a avaliações breves. Todavia, qualquer sistema de inteligência artificial em saúde deve comunicar incerteza, preservar autonomia, impedir a automatização acrítica e oferecer supervisão humana (Kompa; Snoek; Beam, 2021; World Health Organization, 2021).

Neste enquadramento, o AphasAI VoiceBridge foi concebido como plataforma experimental de mediação da comunicação. O seu princípio não é «ler o pensamento» nem substituir o juízo clínico, mas reordenar hipóteses de significado a partir do sinal acústico, de frases previamente treinadas, do vocabulário pessoal e do histórico de validações. A aplicação à afasia adquirida por tumores cerebrais exige uma arquitetura sensível à fase perioperatória, à evolução da doença e à possibilidade de deterioração neurológica urgente.

OBJETIVO

O objetivo geral deste capítulo é descrever, com fundamentação clínica e metodológica, a adaptação do AphasAI VoiceBridge para apoio à comunicação de pessoas com afasia adquirida associada a tumores cerebrais e após ressecção neurocirúrgica total macroscópica ou subtotal/parcial.

Como objetivos específicos, pretende-se: caracterizar os requisitos neuro-oncológicos que devem integrar o perfil individual; apresentar o fluxo de aprendizagem multimodal e a estimativa Bayesiana de incerteza; analisar descritivamente a experiência inicial de dez agregados familiares voluntários; discutir benefícios percebidos, riscos,

limites metodológicos e condições necessárias para futura validação clínica.

METODOLOGIA

Trata-se de investigação de natureza aplicada, com objetivos exploratórios e descritivos, abordagem mista e procedimentos de desenvolvimento tecnológico, observação de campo e relato de experiência. O componente quantitativo restringiu-se à descrição de frequências; o componente qualitativo consistiu na organização de relatos familiares em domínios previamente definidos. O trabalho não foi concebido como ensaio clínico, estudo de eficácia terapêutica ou avaliação de desempenho diagnóstico.

A experiência inicial envolveu uma amostra de conveniência de dez agregados familiares de pessoas com afasia adquirida no contexto de tumor cerebral e/ou após ressecção neurocirúrgica. O termo «agregado familiar» designa o conjunto de familiares ou cuidadores que acompanhou a utilização e forneceu a avaliação final. Não foram disponibilizadas, de forma padronizada, variáveis como idade, sexo, diagnóstico histomolecular WHO CNS5, topografia, lateralidade, dominância hemisférica, extensão da ressecção, intervalo desde a cirurgia, terapêutica adjuvante ou gravidade da afasia. Por conseguinte, não foi possível estratificar resultados por subtipo tumoral ou fase clínica, e nenhuma generalização etiológica deve ser inferida.

O perfil individual foi redesenhado para receber, quando disponíveis e autorizados, os seguintes grupos de informação: diagnóstico histomolecular; localização e relação com redes eloquentes; hemisfério dominante; data e tipo de procedimento; extensão da ressecção definida por imagem pós-operatória; realização de craniotomia acordada e mapeamento por estimulação elétrica direta; radioterapia, quimioterapia, corticoterapia e fármacos antiepiléticos; crises, fadiga, dor, alterações de humor e défices associados; avaliações de terapia da fala; e contexto biográfico, incluindo nomes, locais, rotinas, preferências e necessidades de comunicação. Esses dados devem ser minimizados e sujeitos a consentimento e controlo de acesso.

No módulo de aprendizagem, o familiar ou profissional seleciona frases curtas com relevância funcional. Cada tentativa gera um registo pareado constituído por frase-alvo, áudio, transcrição automática, características acústicas, hipótese interpretativa e resposta do tutor. O áudio é reamostrado, normalizado e submetido a redução conservadora de ruído e corte de silêncios extremos, preservando pausas que podem representar procura lexical. A transcrição utiliza reconhecimento automático da fala contextualizado para português; os espectrogramas Mel alimentam uma rede neural convolucional destinada a reconhecer padrões acústicos recorrentes do próprio doente. O motor semântico combina estas saídas com o histórico de frases e com o contexto pessoal, evitando depender de uma única fonte.

A incerteza é modelada de modo Bayesiano. Confirmações, correções e rejeições atualizam a distribuição posterior associada à hipótese de intenção, produzindo um nível de confiança e, idealmente, um intervalo de credibilidade. Este valor não equivale à probabilidade clínica de que o doente «pensou exatamente» a frase apresentada. É uma

medida de calibração do sistema para uma tarefa, um contexto e um doente específicos. Quando a confiança é insuficiente ou existem hipóteses concorrentes, o sistema deve abster-se, apresentar alternativas ou pedir confirmação. A arquitetura inclui ainda um limiar técnico preliminar de 75% de frases processadas antes de permitir o modo contínuo; esse limiar serve como barreira de prontidão de dados, não como critério clínico validado.

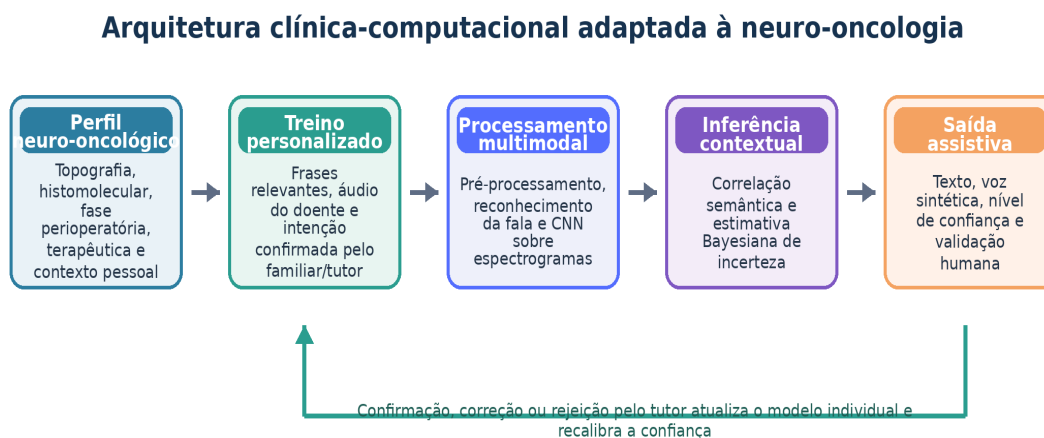
O módulo de escuta contínua emprega deteção de atividade vocal adaptada a fala lenta e hesitante, com janelas de silêncio mais longas e agregação de segmentos. O objetivo é evitar que pausas por anomia sejam interpretadas como término definitivo. A saída inclui transcrição bruta, hipótese de intenção, nível de confiança e opção de reprodução por voz sintética. O familiar/tutor mantém controlo para confirmar, corrigir, rejeitar, pausar ou eliminar o registo. A estimativa de estados como dor, tristeza, alegria ou aflição é exploratória e baseia-se em parâmetros prosódicos; não deve ser utilizada para diagnóstico, triagem autónoma ou decisão terapêutica.

Os desfechos familiares foram agrupados em três domínios definidos antes da análise: a) comunicação mais assertiva e inclusiva; b) melhoria percecionada do humor; e c) maior vontade de participar nas terapias. Calcularam-se frequências com dois denominadores: todos os agregados incluídos (n=10) e os que disponibilizaram avaliação final (n=9). O falecimento de um doente durante o seguimento impossibilitou a avaliação final, sendo classificado como perda de seguimento e não como resultado negativo. Não se atribuiu nexos causal entre o óbito e a tecnologia.

Foram considerados princípios de autonomia, supervisão humana, minimização de dados, privacidade, possibilidade de abstenção algorítmica e não substituição da equipa assistencial. Apenas resultados agregados e desidentificados são apresentados. Não foi disponibilizado, para esta redação, número de parecer de comité de ética ou CAAE. A versão destinada a submissão deverá ser previamente revista pela instituição proponente e complementada com o enquadramento ético aplicável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 1: Fluxo clínico-computacional do AphasAI VoiceBridge no contexto de tumores cerebrais.



Fonte: Elaboração dos autores (2026).

Adaptação clínica ao percurso neuro-oncológico

O primeiro resultado foi a conversão do perfil genérico de afasia num perfil longitudinal neuro-oncológico. Uma pessoa pode apresentar linguagem diferente antes da cirurgia, no pós-operatório imediato, após redução do edema, durante radioterapia ou quimioterapia e perante recorrência tumoral. Por isso, cada amostra precisa de data, fase do tratamento, condições de gravação e observações sobre fadiga, crises ou medicação. Esta arquitetura evita tratar a fala como característica fixa e permite separar alterações persistentes de flutuações potencialmente reversíveis.

A extensão da ressecção deve ser registada com terminologia clínica adequada - ressecção total macroscópica, subtotal ou parcial - e, quando possível, confirmada por neuroimagem pós-operatória. A variável não é utilizada para prever automaticamente o prognóstico linguístico; funciona como contexto para análise longitudinal. Do mesmo modo, o diagnóstico deve seguir a entidade integrada WHO CNS5 sempre que disponível, em vez de categorias vagas como «tumor benigno» ou «maligno». A precisão terminológica reduz heterogeneidade e facilita estudos multicêntricos.

O sistema foi ainda concebido para receber informação sobre tarefas preservadas e comprometidas: nomeação por confrontação visual, fluência, repetição, compreensão auditiva, leitura, escrita e discurso funcional. Esta descrição é mais informativa do que um rótulo único de afasia. A coexistência de apraxia da fala ou disartria deve ser assinalada, pois influencia o reconhecimento acústico e pode requerer modelos distintos.

Tabela 1: Variáveis clínicas e computacionais recomendadas para o perfil individual.

Domínio	Exemplos de variáveis	Finalidade no sistema
Neoplasia	Entidade integrada WHO CNS5, grau, topografia, lateralidade e relação com redes eloquentes	Contextualizar o padrão linguístico sem automatizar prognóstico
Cirurgia	Data, biópsia ou ressecção, total macroscópica/subtotal/parcial, craniotomia acordada e mapeamento	Distinguir fases e interpretar alterações perioperatórias
Tratamento	Radioterapia, quimioterapia, corticoterapia, fármacos antiepiléticos e efeitos adversos	Assinalar fatores que podem alterar voz, cognição ou fadiga
Comunicação	Anomia, parafasias, fluência, compreensão, leitura, escrita, apraxia e disartria	Personalizar tarefas e evitar confundir perturbações distintas
Contexto pessoal	Família, lugares, rotinas, preferências, sintomas e objetivos de participação	Restringir hipóteses a intenções funcionalmente relevantes

Fonte: Elaboração dos autores (2026).

Arquitetura multimodal e ciclo de aprendizagem

A arquitetura combina dados que têm diferentes níveis de confiabilidade. O reconhecimento automático da fala fornece uma hipótese textual, mas pode falhar precisamente nos casos mais graves. A CNN aplicada a espectrogramas procura aprender recorrências acústicas individuais; a proximidade com frases de treino oferece contexto lexical; e o perfil biográfico restringe hipóteses a pessoas, lugares, objetos e necessidades relevantes. A saída final resulta de uma fusão ponderada, não de simples substituição palavra a palavra.

O ciclo de validação humana constitui o principal mecanismo de segurança e personalização. Uma confirmação fortalece associações previamente observadas; uma correção cria um novo par entre produção e intenção; uma rejeição impede que o sistema consolide uma hipótese incorreta. O modelo deve conservar a origem da alteração e permitir auditoria. Esta abordagem human-in-the-loop é particularmente importante quando a comunicação envolve dor, consentimento, decisões terapêuticas ou preferências de fim de vida.

A estimativa Bayesiana torna visível a incerteza. Em vez de exibir uma única frase com aparência de certeza, a interface pode apresentar confiança baixa, média ou alta, intervalo de credibilidade e alternativas. A literatura sobre aprendizagem automática médica alerta que probabilidades mal calibradas podem favorecer confiança excessiva; por isso, a capacidade de abstenção e a comunicação transparente da incerteza são requisitos funcionais, e não elementos cosméticos (Kompa; Snoek; Beam, 2021).

Resultados da experiência familiar

Dos dez agregados familiares incluídos, nove disponibilizaram avaliação final. Todos os nove referiram que a comunicação ficou muito mais assertiva e inclusiva. As mesmas famílias reportaram melhoria do humor e maior vontade do doente para participar na terapia da fala e nas restantes intervenções de reabilitação. Assim, cada domínio apresentou frequência de 9/10 na amostra total (90%) e 9/9 entre as avaliações disponíveis (100%).

O décimo agregado não reportou melhoria nem ausência de melhoria, porque o doente faleceu ao longo do processo e a avaliação final não pôde ser recolhida. A classificação metodologicamente correta é perda de seguimento por óbito. Incluir esse caso no denominador total permite transparência, enquanto o denominador avaliável mostra o padrão entre os relatos efetivamente obtidos. O falecimento não foi associado causalmente à plataforma.

A convergência dos relatos nos três domínios é clinicamente plausível: quando os parceiros de comunicação compreendem melhor uma necessidade, a frustração pode diminuir e a participação pode aumentar. Contudo, a experiência não permite concluir que o protótipo causou as mudanças. Expectativa, atenção adicional da família, evolução espontânea, redução do edema, terapia da fala e adaptação pós-operatória podem ter contribuído. Sem medidas basais e repetidas, grupo comparador e análise de confundimento, o resultado permanece percecionado.

Tabela 2: Resultados descritivos dos relatos familiares.

Resultado	n/10	% total	n/9	% avaliável
Comunicação muito mais assertiva e inclusiva	9/10	90%	9/9	100%
Melhoria percecionada do humor	9/10	90%	9/9	100%
Maior vontade de participar nas terapias	9/10	90%	9/9	100%
Avaliação final indisponível por óbito	1/10	10%	-	Não avaliável

Fonte: Dados agregados da experiência tecnológica (2026).

Relação com a evidência de reabilitação

Os resultados familiares dialogam com a literatura que valoriza intervenções individualizadas e comunicação funcional. O caso descrito por Milman *et al.* (2020) demonstrou exequibilidade de terapia do discurso após glioblastoma, em formato presencial e por tele-neurorreabilitação, embora sem permitir generalização. A mini-revisão de Spina *et al.* (2023) identificou potencial das intervenções de reabilitação em glioma, mas salientou amostras pequenas, heterogeneidade e necessidade de investigação mais robusta.

A tecnologia proposta pode complementar a terapia da fala ao aumentar oportunidades de prática, registar amostras naturalísticas e treinar parceiros de comunicação. Não substitui avaliação formal nem deve padronizar objetivos sem o terapeuta. A seleção de frases deve

considerar prioridades do doente, como pedir ajuda, comunicar sintomas, participar em decisões, manter relações familiares e recuperar papéis sociais. Em tumores progressivos, o sistema também pode apoiar comunicação aumentativa quando a fala se deteriora, desde que exista planeamento antecipado e respeito pelas preferências da pessoa.

Segurança clínica, ética e regulação

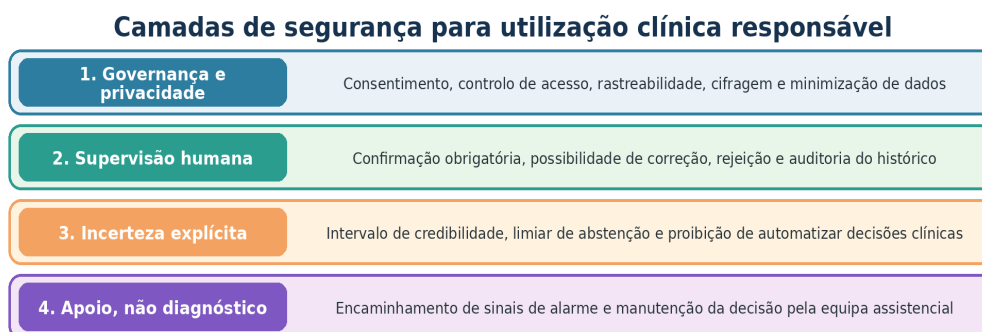
O principal risco é a tradução errada de uma intenção importante. Uma frase falsa, dita por voz sintética, pode adquirir autoridade indevida. Para mitigar o risco, o sistema deve identificar-se como assistente, mostrar a transcrição original, exibir incerteza, exigir confirmação para conteúdos sensíveis e abster-se quando não há evidência suficiente. Em nenhuma circunstância deve inferir consentimento para procedimentos, alterar medicação, substituir avaliação de capacidade decisória ou responder de forma autónoma a emergências.

A escuta contínua cria riscos de privacidade para o doente e terceiros. A implementação clínica requer indicação visível de ativação, controlo de pausa, armazenamento mínimo, cifragem, perfis de acesso, política de retenção e possibilidade de eliminação. O treino federado ou local pode reduzir transferência de voz, mas não elimina riscos de reidentificação. As orientações da Organização Mundial da Saúde defendem que autonomia, transparência, responsabilidade e proteção de dados sejam integradas desde a conceção da IA em saúde (World Health Organization, 2021).

Os indicadores emocionais devem ser particularmente cautelosos. Prosódia, intensidade e velocidade da fala podem mudar por dor, ansiedade, fadiga, medicação, disartria ou lesão neurológica, sem permitir classificação específica do estado afetivo. Assim, o gradiente deve ser apresentado como sinal inespecífico para observação humana, nunca como diagnóstico de dor ou sofrimento.

Sinais de alarme - novo défice focal, agravamento súbito da afasia, alteração do estado de consciência, crise epilética, cefaleia intensa ou vômitos persistentes - exigem avaliação médica e não devem ser processados como simples problema de tradução. Uma versão futura pode apresentar uma mensagem de segurança e recomendar contacto com a equipa, mas não realizar triagem autónoma.

Figura 2: Camadas de segurança para utilização responsável da plataforma.



Fonte: Elaboração dos autores (2026).

Limitações e agenda de investigação

A principal limitação é o desenho observacional com dez agregados de conveniência e ausência de caracterização clínica padronizada. Não foram medidos gravidade da afasia, inteligibilidade, precisão do reconhecimento da fala, taxa de falsos significados, calibração Bayesiana, qualidade de vida, participação ou sobrecarga do cuidador. O período de seguimento e a intensidade de utilização também não foram uniformizados. Estas lacunas impedem estimar eficácia, segurança ou durabilidade do efeito.

Um estudo subsequente deverá ser prospetivo e multicêntrico, com protocolo pré-registado e aprovação ética. Recomenda-se estratificação por entidade WHO CNS5, topografia, dominância hemisférica, extensão da ressecção, craniotomia acordada, fase perioperatória e tratamento adjuvante. As medidas devem incluir instrumentos de linguagem validados, amostras de discurso funcional, escalas de participação e qualidade de vida, usabilidade, carga do cuidador, desempenho do ASR, exatidão semântica confirmada por avaliadores independentes, área sob curvas de calibração e frequência de abstenção.

A segurança deve ser avaliada por análise de modos de falha: omissão de fala, segmentação prematura, transcrição errada, interpretação semântica incorreta, confiança excessiva, identificação emocional indevida e reprodução por voz sintética sem autorização. A comparação com pranchas de comunicação, aplicações de comunicação aumentativa e cuidados habituais permitirá determinar valor incremental.

Tabela 3: Desenho recomendado para validação clínica futura.

Componente	Recomendação metodológica
Desenho	Coorte prospectiva multicêntrica, protocolo pré-registado e avaliação ética/regulamentar
Estratificação	WHO CNS5, localização, dominância, extensão da ressecção, fase perioperatória e terapêutica adjuvante
Desfechos linguísticos	Testes validados, amostras de discurso funcional, inteligibilidade, participação e qualidade de vida
Desempenho técnico	Taxa de erro do ASR, exatidão da intenção confirmada, calibração, intervalo de credibilidade e abstenção
Segurança	Falsos significados, falhas de segmentação, confiança excessiva, privacidade e incidentes de uso
Comparadores	Cuidados habituais, comunicação aumentativa e outras ferramentas de apoio

Fonte: Elaboração dos autores (2026).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adaptação do AphasAI VoiceBridge ao contexto dos tumores cerebrais permitiu definir uma arquitetura que reconhece a natureza dinâmica da afasia neuro-oncológica. O sistema associa perfil clínico-contextual, treino por frases relevantes, processamento acústico, CNN sobre espectrogramas, reconhecimento automático da fala, inferência semântica, incerteza Bayesiana, escuta contínua e confirmação humana. Esta integração procura apoiar a comunicação quotidiana sem confundir uma hipótese computacional com a intenção certa do doente.

Na experiência inicial, nove das dez famílias incluídas - correspondentes a todas as nove avaliações finais disponíveis - referiram comunicação muito mais assertiva e inclusiva, melhoria do humor e maior vontade do doente para se envolver nas terapias. A décima família não forneceu avaliação final devido ao óbito do doente durante o seguimento; o caso constitui perda de seguimento e não ausência de melhoria. Os dados sustentam aceitabilidade e utilidade percecionada, mas não demonstram eficácia clínica ou impacto terapêutico.

A utilização responsável exige supervisão da equipa de neuro-oncologia e terapia da fala, transparência da incerteza, proteção de dados, abstenção perante baixa confiança e exclusão explícita de funções diagnósticas ou de emergência. A progressão para contexto clínico depende de validação prospetiva, ética, regulamentar e multicêntrica, com medidas linguísticas, funcionais e de segurança.

REFERÊNCIAS

- ADIKARI, A.; HERNANDEZ, N.; ALAHAKOON, D.; ROSE, M. L.; PIERCE, J. E. From concept to practice: a scoping review of the application of AI to aphasia diagnosis and management. *Disability and Rehabilitation*, v. 46, n. 7, p. 1288-1297, 2024. DOI: 10.1080/09638288.2023.2199463.
- COLLÉE, E.; VINCENT, A.; DIRVEN, C.; SATOER, D. Speech and language errors during awake brain surgery and postoperative language outcome in glioma patients: a systematic review. *Cancers*, v. 14, n. 21, art. 5466, 2022. DOI: 10.3390/cancers14215466.
- DAVIE, G. L.; HUTCHESON, K. A.; BARRINGER, D. A.; WEINBERG, J. S.; LEWIN, J. S. Aphasia in patients after brain tumour resection. *Aphasiology*, v. 23, n. 9, p. 1196-1206, 2009. DOI: 10.1080/02687030802436900.
- DE WITT HAMER, P. C.; GIL ROBLES, S.; ZWINDERMAN, A. H.; DUFFAU, H.; BERGER, M. S. Impact of intraoperative stimulation brain mapping on glioma surgery outcome: a meta-analysis. *Journal of Clinical Oncology*, v. 30, n. 20, p. 2559-2565, 2012. DOI: 10.1200/JCO.2011.38.4818.
- KOMPA, B.; SNOEK, J.; BEAM, A. L. Second opinion needed: communicating uncertainty in medical machine learning. *npj Digital Medicine*, v. 4, art. 4, 2021. DOI: 10.1038/s41746-020-00367-3.
- LOUIS, D. N. *et al.* The 2021 WHO Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Neuro-Oncology*, v. 23, n. 8, p. 1231-1251, 2021. DOI: 10.1093/neuonc/noab106.
- MILMAN, L.; ANDERSON, E.; THATCHER, K.; AMUNDSON, D.; JOHNSON, C.; JONES, M.; VALLES, L.; WILLIS, D. Integrated discourse therapy after glioblastoma: a case report of face-to-face and tele-neurorehabilitation treatment delivery. *Frontiers in Neurology*, v. 11, art. 583452, 2020. DOI: 10.3389/fneur.2020.583452.
- SANAI, N.; MIRZADEH, Z.; BERGER, M. S. Functional outcome after language mapping for glioma resection. *New England Journal of Medicine*, v. 358, n. 1, p. 18-27, 2008. DOI: 10.1056/NEJMoa067819.
- SPINA, S.; FACCIORUSSO, S.; CINONE, N.; PELLEGRINO, R.; FIORE, P.; SANTAMATO, A. Rehabilitation interventions for glioma patients: a mini-review. *Frontiers in Surgery*, v. 10, art. 1137516, 2023. DOI: 10.3389/fsurg.2023.1137516.
- WELLER, M. *et al.* EANO guidelines on the diagnosis and treatment of diffuse gliomas of adulthood. *Nature Reviews Clinical Oncology*, v. 18, p. 170-186, 2021. DOI: 10.1038/s41571-020-00447-z.
- WILSON, S. M. *et al.* Transient aphasia after left hemisphere resective surgery. *Journal of Neurosurgery*, v. 123, n. 3, p. 581-593, 2015. DOI: 10.3171/2015.4.JNS141962.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance. Geneva: World Health Organization, 2021.