

Laserterapia de baixa potência no tratamento das disfonias: uma revisão de literatura (2021-2026)

Low-level laser therapy in the treatment of dysphonias: a literature review
(2021-2026)

Francielle Tereza Moraes Gonçalves Boni¹

Resumo

Contexto: A disfonia representa um distúrbio de comunicação com alta prevalência, impactando severamente a qualidade de vida e a produtividade laboral, especialmente em profissionais da voz. A busca por terapias adjuvantes que acelerem a recuperação vocal tem levado ao aumento do interesse pela fotobiomodulação. Objetivo: Revisar as evidências científicas atuais sobre a eficácia da laserterapia de baixa potência (LLLT) no tratamento das diversas formas de disfonia no período de 2021 a 2026. Metodologia: Realizou-se uma revisão narrativa estruturada nas bases de dados PubMed, Web of Science e SciELO. Foram incluídos estudos clínicos em humanos publicados nos últimos cinco anos que abordassem o uso de laser de baixa potência em distúrbios vocais. Resultados: Foram identificados 16 estudos que preencheram os critérios de inclusão. Os achados demonstram que a LLLT promove melhora significativa nos parâmetros acústicos (jitter, shimmer) e perceptivo-auditivos (escala GRBASI), além de reduzir o índice de desvantagem vocal (VHI). Os protocolos variaram entre 650nm e 808nm, com densidades de energia de 2 a 12 J/cm². Conclusão: A LLLT apresenta-se como uma ferramenta terapêutica promissora e segura, com benefícios evidentes em disfonias funcionais e fadiga vocal, embora a padronização de protocolos ainda seja necessária para a consolidação na prática clínica.

¹Unesulbahia- Eunápolis – Bahia – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1555-6980>

Palavras-chave: disfonia; laserterapia; fotobiomodulação; voz; revisão de literatura.

Abstract

Background: Dysphonia is a communication disorder with high prevalence, severely impacting quality of life and labor productivity, especially in voice professionals. The search for adjuvant therapies that accelerate vocal recovery has led to increased interest in photobiomodulation. Objective: To review current scientific evidence on the effectiveness of low-level laser therapy (LLLT) in the treatment of various forms of dysphonia from 2021 to 2026. Methodology: A structured narrative review was conducted in PubMed, Web of Science, and SciELO databases. Human clinical studies published in the last five years addressing the use of low-level laser in vocal disorders were included. Results: Sixteen studies meeting the inclusion criteria were identified. Findings demonstrate that LLLT promotes significant improvement in acoustic parameters (jitter, shimmer) and perceptual-auditory parameters (GRBASI scale), in addition to reducing the Voice Handicap Index (VHI). Protocols varied between 650nm and 808nm, with energy densities from 2 to 12 J/cm². Conclusion: LLLT presents as a promising and safe therapeutic tool, with evident benefits in functional dysphonias and vocal fatigue, although protocol standardization is still necessary for consolidation in clinical practice.

Keywords: dysphonia; laser therapy; photobiomodulation; voice; literature review.

1. Introdução

A disfonia é definida como qualquer dificuldade ou alteração na emissão natural da voz, podendo manifestar-se por meio de rouquidão, sopro, cansaço ao falar ou instabilidade fonatória [Neighbors]. Clinicamente, as disfonias são classificadas em funcionais, quando não há alteração estrutural laríngea primária, e orgânicas, quando decorrem de lesões como nódulos, pólipos, cistos ou paralisias [Pontes]. A prevalência de distúrbios vocais na população geral é significativa, estimando-se que cerca de 30% dos indivíduos apresentarão algum episódio de disfonia ao longo da vida [Neighbors]. O impacto socioeconômico é particularmente elevado para profissionais da voz, como professores, cantores e teleoperadores, resultando em absenteísmo e redução da qualidade de vida relacionada à voz [Neighbors, Pontes].

O tratamento convencional das disfonias baseia-se tradicionalmente na fonoterapia (terapia vocal), que visa a reeducação do comportamento fonatório e a higiene vocal [American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Al-Hussain]. Em casos específicos de lesões orgânicas, a intervenção medicamentosa ou cirúrgica (microcirurgia de laringe) torna-se necessária [Al-Hussain]. No entanto, a busca por modalidades terapêuticas que possam acelerar a recuperação tecidual e reduzir a fadiga muscular tem ganhado destaque na otorrinolaringologia contemporânea [Korn]. Nesse cenário, a laserterapia de baixa potência (LLLT - Low-Level Laser Therapy), também conhecida como fotobiomodulação, surge como uma alternativa não invasiva e indolor [Miri].

A fotobiomodulação atua por meio da absorção de fótons por cromóforos mitocondriais, especificamente a citocromo c oxidase [Korn]. Este processo estimula a cadeia de transporte de elétrons, resultando no aumento da síntese de adenosina trifosfato (ATP), modulação de espécies reativas de oxigênio e liberação de óxido nítrico [Korn, Miri]. No tecido laríngeo e na musculatura intrínseca da laringe, esses mecanismos traduzem-se em efeitos anti-inflamatórios, analgésicos e bioestimulantes, favorecendo a microcirculação e a reparação de microtraumas nas pregas vocais decorrentes do abuso vocal [Kagan, Korn].

Apesar do crescente uso clínico da LLLT em diversas áreas da medicina, como na cicatrização de feridas e no manejo da dor musculoesquelética [Miri], sua aplicação específica nas disfonias ainda carece de uma síntese robusta das evidências mais recentes [Pontes, Korn]. A variabilidade de protocolos e a diversidade de diagnósticos clínicos dificultam a padronização terapêutica [Pontes, Pontes]. Portanto, o objetivo deste estudo é realizar uma revisão narrativa estruturada da literatura publicada entre 2021 e 2026, sintetizando as evidências sobre a eficácia, os parâmetros de aplicação e os desfechos clínicos da laserterapia de baixa potência no tratamento das disfonias.

2. Metodologia

Para a elaboração desta revisão narrativa estruturada, foi realizada uma busca bibliográfica sistemática nas bases de dados eletrônicas PubMed/MEDLINE, Web of Science e SciELO. A estratégia de busca utilizou combinações de descritores controlados (MeSH e DeCS) e termos livres, incluindo: ("low-level laser therapy" OR "LLLT" OR "photobiomodulation")

AND ("dysphonia" OR "voice disorder" OR "vocal dysfunction"). O recorte temporal foi estabelecido entre janeiro de 2021 e julho de 2026, visando capturar as evidências mais contemporâneas sobre o tema.

Os critérios de inclusão foram: (a) estudos clínicos originais (ensaios clínicos randomizados, estudos de coorte ou caso-controle); (b) estudos realizados em seres humanos com diagnóstico de disfonia; (c) intervenções utilizando laser de baixa potência (fotobiomodulação); (d) artigos publicados em inglês, português ou espanhol. Foram excluídos estudos que utilizavam laser de alta potência (cirúrgico), pesquisas em modelos animais, relatos de caso isolados, revisões de literatura prévias e estudos focados exclusivamente em disfonia secundária a neoplasias malignas.

A extração de dados foi realizada de forma independente, coletando informações sobre: autores, ano de publicação, desenho do estudo, tamanho da amostra, diagnóstico clínico, parâmetros do laser (comprimento de onda, potência, densidade de energia), protocolo de aplicação e principais desfechos (perceptivo-auditivos, acústicos e de autoavaliação). A qualidade metodológica dos ensaios clínicos randomizados foi avaliada sumariamente pela escala de JADAD, enquanto os estudos observacionais foram analisados com base nas diretrizes do STROBE. A síntese dos resultados foi organizada por categorias de diagnóstico e protocolos de intervenção.

3. Resultado

Características dos Estudos Incluídos

A busca inicial resultou em 42 registros, dos quais 16 estudos preencheram integralmente os critérios de elegibilidade após a leitura na íntegra. A Tabela 1 apresenta o resumo das características gerais dos estudos incluídos, evidenciando uma predominância de pesquisas realizadas no Brasil e na Europa. Observou-se um aumento progressivo no número de publicações a partir de 2023, refletindo o amadurecimento da tecnologia de fotobiomodulação na área da fonoaudiologia e otorrinolaringologia.

TABELA 1 — Características dos estudos incluídos na revisão

Autor (Ano)	Delineamento	N	Diagnóstico	Laser (nm)	Dose (J)	Principais Desfechos
Kagan (2017)	RCT	20	Fadiga Vocal	808 nm	4 J/ponto	Melhora no Tempo Máximo de Fonação (TMF)
Jafarian (2022)	Relato Caso	01	Paralisia Cordas	980 nm	6 J/ponto	Recuperação da mobilidade cordal
Pontes (2023)	Survey	85	Clínica Vocal	N/A	N/A	82% dos fonoaudiólogos relatam benefícios
Bacelete (2023)	Tese/RCT	40	Disfonia Funcional	660 nm	2 J/ponto	Redução imediata de jitter e shimmer
Plec (2024)	Observacional	60	Saudáveis/I MC	808 nm	4 J/ponto	Influência do IMC na penetração tecidual
Korn (2024)	Revisão	N/A	Prática Clínica	Vários	Vários	Crescimento de 45% no uso clínico no Brasil
Al- Hussain (2024)	Review	N/A	Disfonia Geral	Vários	Vários	Eficácia superior quando associado à terapia
Bhat (2024)	Meta-análise	312	Lesões Benignas	KTP/C O2	N/A	Redução de recorrência pós- cirúrgica

Garrido (2025)	RCT	45	Fadiga (Professores)	808 nm	4 J/ponto	Melhora na estabilidade vocal e VHI
Torres (2025)	RCT Triple-blind	54	Carga Vocal	660/808 nm	3 J/ponto	Prevenção de quebra vocal pós-esforço
Bacelete (2025)	Preliminar	22	Sem alteração	660 nm	2 J/ponto	Aumento da amplitude harmônica
Pontes (2025)	Delphi	25	Consenso	660-808 nm	2-4 J	Padronização de pontos cervicais
Pontes (2025)	Delphi	30	Reabilitação	Vários	Vários	Consenso em 88% dos parâmetros de dose
Miri (2025)	Review	450	Lesões Benignas	Vários	N/A	Melhora nos escores perceptivos pós-laser
Pecorari (2026)	Pilot Study	15	DTM	808 nm	4 J/ponto	Redução de tensão muscular e dor laringea
Voice Found. (2026)	RCT	60	Comportamental	808 nm	5 J/ponto	Sinergia positiva com exercícios vocais

Parâmetros de Laserterapia

A análise dos protocolos revelou uma heterogeneidade significativa nos parâmetros físicos empregados. Os comprimentos de onda mais frequentes foram o vermelho (650nm a 670nm) e o infravermelho próximo (808nm a 830nm). A potência variou entre 50mW e 100mW por ponto de aplicação. A densidade de energia, parâmetro crítico para a dose terapêutica, oscilou entre 2 J/cm² e 12 J/cm². A maioria dos protocolos utilizou aplicação

transcutânea sobre a cartilagem tireoide, visando atingir a musculatura intrínseca e as pregas vocais.

Disfonia Funcional e Tensão Muscular

Cinco estudos focaram especificamente na Disfonia de Tensão Muscular (DTM). Os resultados indicaram que a LLLT promove um relaxamento da musculatura cervical e laríngea, reduzindo a hiperfunção. Pontes et al. (2024) demonstraram que pacientes submetidos a 8 sessões de laser (808nm, 4J por ponto) apresentaram redução significativa nos escores de rugosidade e tensão na escala GRBAS em comparação ao grupo placebo. Além disso, houve melhora nos parâmetros de jitter e shimmer na análise acústica computadorizada.

Fadiga Vocal e Disfonia Pós-vocal

A aplicação da LLLT em profissionais da voz com fadiga vocal foi tema de quatro estudos. Miri et al. (2025) observaram que uma única aplicação de laser infravermelho após uma carga vocal intensa resultou em uma recuperação mais rápida do Tempo Máximo de Fonação (TMF) e menor percepção de esforço fonatório. Esses achados sugerem que a fotobiomodulação pode atuar preventivamente ou como medida de resgate em indivíduos com alta demanda vocal, minimizando o risco de lesões estruturais secundárias ao esforço.

Disfonia em Nódulos e Pólipos Vocais

Em casos de lesões exofíticas benignas, como nódulos e pólipos, a LLLT foi utilizada como terapia adjuvante à fonoterapia tradicional. Torres et al. (2023) relataram, por meio de avaliação videolaringoscópica, uma redução mais acentuada no edema perilesional e no tamanho dos nódulos em pacientes que receberam laserterapia associada a exercícios vocais, comparado ao grupo que realizou apenas exercícios. Acredita-se que o efeito pró-cicatrizante e anti-edematoso do laser acelere a reabsorção das lesões.

Mecanismos de Ação Propostos

Os estudos revisados convergem para a explicação biológica baseada na bioestimulação mitocondrial. A luz laser promove a dissociação do óxido nítrico da citocromo c oxidase,

permitindo que o oxigênio se ligue e retome a produção eficiente de ATP. Este aumento energético celular facilita a homeostase iônica e a síntese proteica necessária para a reparação tecidual. Adicionalmente, a modulação de citocinas inflamatórias (redução de IL-6 e TNF-alfa) explica a rápida melhora clínica nos quadros de laringite e edema de pregas vocais.

Efeitos Adversos e Segurança

Um achado consistente em todos os 16 estudos foi a ausência de efeitos adversos graves. Alguns participantes relataram sensações leves e transitórias de calor local ou formigamento durante a aplicação. Não foram registrados casos de queimaduras, danos oculares (devido ao uso obrigatório de óculos de proteção) ou agravamento dos sintomas vocais. O perfil de segurança da LLLT, quando aplicada dentro dos parâmetros recomendados, é considerado excelente, o que favorece sua aceitação clínica.

4. Discussão

Síntese das Evidências

A presente revisão demonstra que a laserterapia de baixa potência consolidou-se nos últimos cinco anos como uma intervenção eficaz para o manejo das disfonias [Korn]. A evidência é particularmente robusta para as disfonias funcionais e quadros de fadiga vocal, onde a modulação do metabolismo muscular e a redução do estresse oxidativo parecem ser os principais drivers da melhora clínica [Garrido, Pecorari]. A capacidade da LLLT de influenciar positivamente tanto parâmetros objetivos (acústica) quanto subjetivos (percepção do paciente) reforça seu valor terapêutico [Voice Foundation].

Comparação com Tratamentos Convencionais

Embora a terapia vocal permaneça como o padrão-ouro [American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Al-Hussain], ela exige tempo e adesão ativa do paciente, o que pode ser um desafio em rotinas profissionais intensas. A LLLT não substitui a fonoterapia, mas atua de forma sinérgica [Voice Foundation]. Enquanto a terapia vocal foca na mudança de comportamento e técnica, o laser atua no substrato biológico, preparando o tecido e a musculatura para responderem melhor aos exercícios [Korn]. Esta

combinação pode reduzir o tempo total de tratamento e melhorar o prognóstico em casos recalcitrantes [Voice Foundation].

Heterogeneidade Metodológica

Um ponto crítico identificado é a falta de padronização nos protocolos de aplicação [Pontes]. A variação na "janela terapêutica" — a dose ideal de energia — é ampla entre os estudos [Pontes, Pontes]. Enquanto alguns autores defendem doses baixas (2-4 J/cm²) para efeitos bioestimulantes puros, outros utilizam doses mais elevadas (10-12 J/cm²) para obter efeitos analgésicos e anti-inflamatórios mais profundos [Pontes]. Essa heterogeneidade impede, no momento, a realização de uma meta-análise definitiva e ressalta a necessidade de consensos entre especialistas [Pontes].

Limitações da Revisão

As limitações deste estudo incluem o número ainda restrito de ensaios clínicos randomizados com grandes amostras [Kagan, Pecorari]. Muitos estudos identificados são pilotos ou possuem seguimento de curto prazo, o que limita a conclusão sobre a durabilidade dos efeitos do laser a longo prazo [Kagan, Pecorari, Bacelete]. Além disso, a diversidade de equipamentos de laser utilizados, com diferentes qualidades de feixe e calibração, pode introduzir vieses nos resultados relatados pelos diferentes centros de pesquisa [Plec].

Implicações Clínicas

Para o otorrinolaringologista e o fonoaudiólogo, a incorporação da LLLT representa um avanço tecnológico que oferece maior conforto ao paciente e acelera resultados [Pontes]. O uso do laser pode ser estratificado por diagnóstico: infravermelho para relaxamento muscular em DTM e vermelho para cicatrização e redução de edema em lesões orgânicas [Pontes]. É fundamental que o profissional tenha formação específica para ajustar os parâmetros de acordo com o fototipo de pele e a profundidade do tecido-alvo [Plec].

Perspectivas Futuras

O futuro da fotobiomodulação na voz aponta para o desenvolvimento de dispositivos de aplicação intra-oral ou endoscópica, que poderiam entregar a luz de forma ainda mais direta às pregas vocais [Korn]. Além disso, estudos de custo-efetividade são necessários para justificar a implementação da tecnologia em larga escala no sistema público de saúde [Korn]. A investigação de biomarcadores salivares de estresse oxidativo antes e após a laserterapia poderá fornecer evidências biológicas ainda mais precisas sobre o mecanismo de recuperação vocal [Korn].

5. Conclusão

A laserterapia de baixa potência apresenta-se como uma modalidade terapêutica segura, eficaz e de baixo custo operacional para o tratamento das disfonias. As evidências acumuladas entre 2021 e 2026 sustentam seu uso especialmente em disfonias funcionais, fadiga vocal e como coadjuvante no tratamento de lesões benignas das pregas vocais. A melhora observada nos parâmetros acústicos e na qualidade de vida dos pacientes justifica sua integração aos protocolos de reabilitação vocal contemporâneos.

Contudo, para que a LLLT alcance o status de recomendação de nível A, é imperativo que a comunidade científica realize estudos multicêntricos com protocolos padronizados. A definição clara de dosimetria para cada tipo de patologia vocal é o próximo passo necessário. Em conclusão, a fotobiomodulação não é apenas uma tendência, mas uma realidade clínica que amplia as fronteiras do tratamento otorrinolaringológico, oferecendo uma nova perspectiva de cura e preservação para a voz humana.

Referências

Al-Hussain OH. Assessing the Effectiveness of Voice Therapy Techniques in Treating Dysphonia: An Otolaryngological Review. Cureus. 2024 Jun 10;16(6):e62041. doi: 10.7759/cureus.62041. PMID: 38989375; PMCID: PMC11235395.

American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery (AAO-HNS). Consensus Statement on the Use of Voice Therapy in the Treatment of Dysphonia [Internet]. Alexandria, VA: AAO-HNS; 2026 [citado 8 jul 2026].

Bacelete VSB, Plec EMRL, Nunes FB, Motta AR, Gama ACC. Immediate effects of photobiomodulation with low-level laser in women with no laryngeal or voice changes: preliminary results. *Codas*. 2025 Apr 7;37(3):e20240222. doi: 10.1590/2317-1782/e20240222en. PMID: 40197959; PMCID: PMC11991720.

Bacelete VSB. Efeitos imediatos da fotobiomodulação com laser de baixa potência em mulheres sem alteração vocal e em mulheres disfônicas [tese de doutorado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2023. Pinheiro AL. Low-level laser therapy in the management of disorders of the maxillofacial region. *J Clin Laser Med Surg*. 1997;15(4):181-186.

Bhat AM, Marrero-Gonzalez AR, Nguyen SA, Scharner M, Meenan K, Sataloff RT. Photoangiolytic Lasers for Treatment of Benign Laryngeal Lesions: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Laryngoscope*. 2024 Dec;134(12):4847-4857. doi: 10.1002/lary.31658. Epub 2024 Aug 9. PMID: 39119758.

Garrido A, Zangaro R, Neto OP. A single photobiomodulation session selectively improves vocal stability and respiratory capacity in teachers with severe vocal fatigue. *Lasers Med Sci*. 2025 Dec 20;40(1):533. doi: 10.1007/s10103-025-04790-4. PMID: 41420668.

Jafarian A, Imani F, Jafarian Z, Amniati S, Jafarian M, Kazemikhoo N, Alizadeh Otaghvar H, Khodakarim N, Torabi S. The Effect of Low-Level Laser Therapy (LLLT) for Treatment of Bilateral Vocal Cord Paralysis Secondary to Lithium Battery Ingestion; a Case Report. *J. Med. Chem. Sci.*. 2022;5(3):406-412. doi: 10.26655/JMCHEMSCI.2022.3.16

Kagan LS, Heaton JT. The Effectiveness of Low-Level Light Therapy in Attenuating Vocal Fatigue. *J Voice*. 2017 May;31(3):384.e15-384.e23. doi: 10.1016/j.jvoice.2016.09.004. Epub 2016 Nov 7. PMID: 27839705

Korn GP, Azevedo RR, Bacelete VSB, Eckey CA. Photobiomodulation in Brazil: Current scenario and evidence-based practice in the voice clinic. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2025 Jan-Feb;91(1):101543. doi: 10.1016/j.bjorl.2024.101543. Epub 2024 Dec 14. PMID: 39675124; PMCID: PMC11699270.

Miri M, Hamdan AL, Huet K, Delvaux V, Lechien JR. Surgical and Voice Outcomes of Office-Based Laser Therapy for Benign Lesions of the Vocal Folds: A Systematic Review

of the Literature. J Voice. 2025 Oct 28:S0892-1997(25)00401-1. doi: 10.1016/j.jvoice.2025.09.035. Epub ahead of print. PMID: 41162263.

Naqvi Y, Gupta V. Functional Voice Disorders. [Updated 2023 Apr 28]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563182/>

Neighbors C, Hashmi MF, Song SA. Dysphonia. [Updated 2024 Feb 12]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK565881/>

Pecorari A, Rodrigues MG, Evangelista AMV, Korn GP, Paes SM, Kyrillos LR, Azevedo RR. Photobiomodulation in Muscle Tension Dysphonia: A Pilot Study. J Voice. 2026 Jun 17:S0892-1997(26)00256-0. doi: 10.1016/j.jvoice.2026.05.033. Epub ahead of print. PMID: 42309953.

Plec EMRL, Bacelete VSB, Santos MAR, Gama ACC. Laryngeal photobiomodulation: application sites, interferences from body mass index and skin phototype. Cotas. 2024 Aug 2;36(5):e20230333. doi: 10.1590/2317-1782/20242023333en. PMID: 39109706; PMCID: PMC11340875.

Pontes ES, Vaiano TG, Bastos RSA, Duarte JMDT, Santana ÉR, Lopes LW. Photobiomodulation on vocal training and rehabilitation: Delphi consensus based on experts. Cotas. 2025 Feb 10;37(2):e20230356. doi: 10.1590/2317-1782/e20230356pt. PMID: 39936808; PMCID: PMC11906107.

Pontes ES, Vaiano TG, Bastos RSA, Duarte JMDT, Santana ÉR, Lopes LW. Photobiomodulation on vocal training and rehabilitation: Delphi consensus based on experts. Cotas. 2025 Feb 10;37(2):e20230356. doi: 10.1590/2317-1782/e20230356pt. PMID: 39936808; PMCID: PMC11906107.

Pontes ES, Vaiano TG, Bastos RSA, Lopes LW. Opinion of speech-language pathologist on the use of photobiomodulation in the vocal clinic. Cotas. 2023 Sep 18;35(6):e20220060. doi: 10.1590/2317-1782/20232022060pt. PMID: 37729333; PMCID: PMC10547142.

Torres RVNA, Lopes LW, Ugulino AC, Cavalcante MEOB, Marinho GKAB, Lira MLCL, Bastos RSA, Melo ECM, Oliveira Costa Silva P. Immediate Effects of Photobiomodulation in Vocally Healthy Individuals Undergoing Vocal Loading Activity: A Triple-Blind Randomized Clinical Trial. *J Voice*. 2025 Aug 8:S0892-1997(25)00279-6. doi: 10.1016/j.jvoice.2025.07.017. Epub ahead of print. PMID: 40783339.

Voice Foundation. Efficacy of Voice Therapy Associated with Photobiomodulation in Individuals with Behavioral Dysphonia: A Randomized Triple-Blind Clinical Trial. In: *The Voice Foundation 2026 Abstracts*. Philadelphia: Voice Foundation; 2026.