

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO E
DESEMPENHO FÍSICO-FUNCIONAL

Taynara da Silva Ribeiro

**Adaptação, validade e reprodutibilidade do Teste de Shuttle Modificado para
pessoas com surdez**

Juiz de Fora
2026

Taynara da Silva Ribeiro

**Adaptação, viabilidade e reprodutibilidade do Teste de Shuttle Modificado para
pessoas com surdez**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico Funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional. Área de concentração: Desempenho e Reabilitação em diferentes condições de saúde

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Carla Malaguti

Juiz de Fora

2026

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

da Silva Ribeiro , Taynara.

Adaptação, validade e reprodutibilidade do Teste de Shuttle Modificado para pessoas com surdez / Taynara da Silva Ribeiro . -- 2026.

104 f. : il.

Orientadora: Carla Malaguti

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Fisioterapia. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional, 2026.

1. Inclusão e acessibilidade . 2. Surdez. 3. Teste de esforço . I. Malaguti , Carla , orient. II. Título.

Taynara da Silva Ribeiro

Adaptação, validade e reprodutibilidade do Teste de Shuttle Modificado para pessoas com surdez

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-funcional. Área de concentração: Desempenho e Reabilitação em diferentes condições de saúde.

Aprovada em quatro de fevereiro de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Carla Malaguti - Orientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Cristino Carneiro Oliveira

Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Gustavo Viotto Gonçalves

Universidade Federal de São Carlos

Juiz de Fora, 12/01/2026.



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Viotto Gonçalves, Usuário Externo**, em 06/02/2026, às 11:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **TAYNARA DA SILVA RIBEIRO, Usuário Externo**, em 06/02/2026, às 11:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristino Carneiro Oliveira, Usuário Externo**, em 06/02/2026, às 12:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carla Malaguti, Professor(a)**, em 06/02/2026, às 16:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2819887** e o código CRC **A577A02D**.

Dedico este trabalho aos meus pais por
todo apoio durante toda a minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus por guiar meus passos ao longo desta jornada de aprendizado e pesquisa, por não me desamparar durante as adversidades.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Carla Malaguti, por sua orientação, paciência e apoio ao longo deste processo.

Gratidão a minha família, meus pais Vera e Eduardo, que sempre acreditaram em mim, e por me proporcionarem um apoio incondicional.

Agradeço aos professores e colegas de classe, por compartilharem conhecimentos enriquecedores e por participarem de discussões construtivas que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Meus agradecimentos à banca examinadora, representada pelo Prof. Dr. Cristino Carneiro e Gustavo Viotto, agradeço por aceitarem participar desse processo e enriquecerem o estudo com suas contribuições.

Ao grupo de estudos NARP, agradeço a oportunidade de trocar experiências enriquecedoras, construção de conhecimentos e pelas contribuições críticas.

Agradeço à minha parceira de projeto Rafaela, que trouxe essa ideia inovadora para que juntas pudéssemos desenvolver um lindo trabalho de inclusão. Sua dedicação e entusiasmo foram essenciais.

Um agradecimento especial aos professor André e aos alunos Saulo e Pedro da Faculdade de Engenharia da UFJF, parceiros desse projeto que se prontificaram a auxiliar, colaborando com a construção dos dispositivos.

“Acreditar que é possível é motivo suficiente para não desistir”.

(Autor desconhecido)

RESUMO

Introdução: A ausência de testes que visam a avaliação da capacidade física de pessoas com surdez constitui uma barreira ao cuidado integral e à promoção da equidade em saúde, princípios fundamentais preconizados pela OMS. No entanto, não existem testes validados para avaliar a capacidade física dessa população, dificultando sua inclusão em programas de reabilitação e condicionamento físico. O Teste de Shuttle Modificado (TSM), amplamente utilizado em contextos não laboratoriais, é inviável para pessoas com surdez devido ao uso de estímulos auditivos. Diante disso, torna-se crucial adaptar o TSM para pessoas com surdez, promovendo acesso equitativo às avaliações de capacidade física, garantindo a participação total desses indivíduos em programas de condicionamento físico e igualdade nos serviços de saúde. **Objetivo:** O objetivo principal deste estudo foi desenvolver uma adaptação do TSM guiada por sinais visuais, proporcionando uma abordagem inclusiva para avaliar a capacidade física em pessoas com surdez. Os objetivos secundários incluíram avaliar a validade, viabilidade e reprodutibilidade do TSM visual em pessoas com surdez. **Método:** O estudo foi composto por duas fases: a Fase I envolveu o desenvolvimento de dispositivos visuais para a adaptação do TSM, a construção de material de apoio, e avaliação da validade e a Fase II concentrou-se em testar a viabilidade e reprodutibilidade do TSM adaptado em pessoas com surdez. A adaptação do TSM para incorporar sinais visuais visou proporcionar uma avaliação eficaz e inclusiva da capacidade física em pessoas com surdez. **Resultados:** Na Fase I ($n = 31$), não houve diferença significativa entre o TSM sonoro e o visual para distância percorrida (1020 [820–1020] vs 1020 [845–1020] m; $p > 0,05$), com excelente concordância (CCI = 0,96; IC95%: 0,85–0,96) e forte correlação ($r = 0,86$; $p < 0,05$). Na Fase II ($n = 30$), o TSM visual apresentou excelente reprodutibilidade teste-reteste (CCI = 0,99; IC95%: 0,98–0,99), com EPM de 24,93 (3,35%) e DMD de 68,89 (9,27%). A viabilidade foi alta (85% de conclusão), sem eventos adversos. **Conclusão:** O TSM mostrou-se um instrumento viável, válido e reprodutível para a avaliação da capacidade funcional em pessoas com surdez. Essa adaptação amplia o acesso dessa população à avaliação funcional, contribuindo para uma abordagem mais equitativa na prescrição de exercícios.

Palavras-chave: Inclusão e acessibilidade; surdez; teste de esforço.

ABSTRACT

Introduction: The lack of tests aimed at assessing the physical capacity of deaf people constitutes a barrier to comprehensive care and the promotion of health equity, fundamental principles advocated by the WHO. However, there are no validated tests to assess the physical capacity of this population, hindering their inclusion in rehabilitation and physical conditioning programs. The Modified Shuttle Test (MST), widely used in non-laboratory settings, is unfeasible for deaf people due to the use of auditory stimuli. Therefore, it becomes crucial to adapt the MST for deaf people, promoting equitable access to physical capacity assessments, ensuring the full participation of these individuals in physical conditioning programs and equality in health services. **Objective:** The main objective of this study was to develop an adaptation of the MST guided by visual signals, providing an inclusive approach to assess physical capacity in deaf people. Secondary objectives included evaluating the validity, feasibility, and reproducibility of the visual MST in deaf people. **Method:** The study consisted of two phases: Phase I involved the development of visual devices for adapting the TSM, the construction of support material, and validity assessment; and Phase II focused on testing the feasibility and reproducibility of the adapted TSM in deaf individuals. Adapting the TSM to incorporate visual cues aimed to provide an effective and inclusive assessment of physical ability in deaf individuals. **Results:** In Phase I ($n = 31$), there was no significant difference between the auditory and visual TSM for distance covered (1020 [820–1020] vs 1020 [845–1020] m; $p > 0.05$), with excellent agreement (ICC = 0.96; 95% CI: 0.85–0.96) and a strong correlation ($r = 0.86$; $p < 0.05$). In Phase II ($n = 30$), the visual TSM showed excellent test-retest reproducibility (ICC = 0.99; 95% CI: 0.98–0.99), with a SEM of 24.93 (3.35%) and a DMD of 68.89 (9.27%). Feasibility was high (85% completion rate), with no adverse events. **Conclusion:** The TSM proved to be a feasible, valid, and reproducible instrument for assessing functional capacity in deaf individuals. This adaptation expands access to functional assessment for this population, contributing to a more equitable approach in exercise prescription.

Keywords: Inclusion and accessibility; deafness; stress test.

RESUMO LINGUAGEM ACESSÍVEL

Introdução: A falta de testes adequados para avaliar a capacidade física de pessoas com surdez dificulta o acesso dessa população a cuidados de saúde completos e justos. Muitos testes físicos utilizam comandos sonoros, o que impede a participação de pessoas com surdez. O Teste de Shuttle Modificado (TSM) é um exemplo disso, pois depende de sinais auditivos para orientar o ritmo da caminhada. Por esse motivo, é necessário adaptar o TSM para que pessoas com surdez também possam realizar avaliações físicas, participar de programas de reabilitação e ter acesso igualitário aos serviços de saúde. **Objetivo:** O objetivo principal deste estudo foi criar uma versão do TSM com sinais visuais, tornando o teste acessível para pessoas com surdez. Como objetivos secundários, buscou-se avaliar se essa versão visual do teste é válida, segura, confiável e se apresenta resultados consistentes quando repetida. **Método:** O estudo foi realizado em duas fases. Na Fase I, foram desenvolvidos dispositivos visuais para substituir os sinais sonoros do TSM, além da criação de materiais explicativos para facilitar o entendimento do teste. Nessa fase, também foi avaliada a validade da adaptação. Na Fase II, o TSM visual foi aplicado em pessoas com surdez para verificar se o teste era viável, seguro e se apresentava resultados semelhantes quando realizado mais de uma vez. A adaptação com sinais visuais teve como objetivo permitir uma avaliação física clara, eficiente e inclusiva. **Resultados:** Na Fase I, os resultados mostraram forte relação entre o TSM sonoro e o TSM visual para FC, PAS, PSE relacionada à falta de ar e distância percorrida. Para PAD e PSE em MMII, a relação foi moderada. A distância percorrida apresentou forte associação entre os dois testes. Na Fase II, o TSM visual apresentou boa confiabilidade para frequência cardíaca e esforço em membros inferiores, confiabilidade moderada para pressão arterial e esforço relacionado à falta de ar, e confiabilidade excelente para a distância percorrida. **Conclusão:** O TSM visual mostrou-se um teste válido, seguro, confiável e reproduzível para avaliar a capacidade física de pessoas com surdez. Essa adaptação permite uma avaliação cardiorrespiratória e funcional eficiente, contribuindo para uma prescrição de exercícios mais justa e acessível, além de promover maior inclusão dessa população nos serviços de saúde.

Palavras-chave: Inclusão e acessibilidade; surdez; teste de esforço.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1	Esquema de organização do Teste de Shuttle Modificado.....	9
Figura 2	Escala de Borg Modificada.....	11
Figura 3	Fórmula ISWT previsto.....	12
Figura 4	Post divulgação da pesquisa.....	18
Figura 5	Etapas da pesquisa.....	20
Figura 6	Fluxograma de seleção da amostra	24
Figura 7	Ilustração do posicionamento inicial dos LEDs.....	28
Figura 8	Animação em vídeo da proposta do TSM visual.....	29
Figura 9	Sugestão de alteração de posicionamento dos LEDs pelo público-alvo.....	30
Figura 10	Ilustração do posicionamento oficial dos LEDs.....	30
Figura 11	Vista frontal e traseira da torre com estrutura no cone e powerbank no suporte.....	31
Figura 12	Controle de comando do TSM visual.....	31
Figura 13	Cores designadas aos comandos do TSM visual para pessoas com surdez.....	32
Figura 14	Vídeo demonstrativo do TSM visual.....	33
Figura 15	Placa de aviso de aumento da velocidade e de aviso para respeitar o limite de demarcação atrás do cone.....	33
Figura 16	Escala de Borg Modificada adaptada.....	33
Figura 17	TCLE traduzido em Libras.....	34
Figura 18	Gráfico de associação entre TSM sonoro e TSM visual para variável distância.....	36
Figura 19	Gráficos de Band-Altman da diferença entre teste – reteste.....	39

QUADROS

Quadro 1	Classificação do grau de perda auditiva.....	1
Quadro 2	Equipamentos necessários para realização do TSM.....	8

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Protocolo do TSM.....	10
Tabela 2	– Materiais utilizados durante a pesquisa.....	20
Tabela 3	– Caracterização da amostra.....	26
Tabela 4	– Orçamento financeiro dos materiais utilizados para desenvolvimento do TSM visual.....	29
Tabela 5	– Concordância e correlação entre TSM sonoro x TSM visual.....	35
Tabela 6	– Concordância do TSM visual em pessoas com surdez.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVDs	Atividades de Vida Diária
CCI	Coeficiente de Correlação Intraclasse
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
dB	Decibéis
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
EPM	Erro Padrão de Medida
ESWT	Endurance Shuttle Walk Test
FP	Fórmula pré-estabelecida
Hz	Hertz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança
IMC	Índice de Massa Corporal
ISWT	Incremental Shuttle Walk Test
Kg	Quilograma
kHz	Quilohertz
LEDs	Light Emitting Diode
m	Metros
m ²	Metros quadrados
m/s	Metros por segundo
MDC95	Mudança mínima detectável no nível de confiança de 95%
OMS	Organização Mundial de Saúde
r	Correlação
RGB	Red Green Blue
SpO ₂	Saturação de pulso de oxigênio
SIS	Six Itens Screener
STROBE	STrengthening the Reporting of OBservational Studies in Epidemiology
SUS	Sistema Único de Saúde
SWT	Shuttle Walk Test
TC6"	Teste de Caminhada de Seis Minutos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TCPE	Teste Cardiopulmonar de Esforço
TE	Teste Ergométrico
TSM	Teste de Shuttle Modificado
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
VO ₂ pico	Consumo máximo de oxigênio

LISTA DE SÍMBOLOS

$<$	Menor
$\%$	Por cento
$=$	Igual
$\times$	Vezez
$>$	Maior
$\leq$	Menor ou igual
$\sqrt{}$	Raiz quadrada
$\pm$	Mais ou menos

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	1
1.1	SURDEZ.....	1
1.2	CAPACIDADE FÍSICA.....	6
1.2.1	Teste de Shuttle Modificado (TSM).....	7
1.3	CAPACIDADE VISUAL DA POPULAÇÃO COM SURDEZ.....	12
1.4	JUSTIFICATIVA DO ESTUDO.....	13
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	INTRODUÇÃO.....	15
3.1	HIPÓTESES DO ESTUDO.....	15
4	METODOLOGIA.....	17
4.1	DELINEAMENTO DO ESTUDO E ASPECTOS ÉTICOS.....	17
4.2	CÁLCULO DA AMOSTRA.....	17
4.3	SELEÇÃO DOS SUJEITOS.....	18
4.4	CRITERIOS DE ELEGIBILIDADE DA FASE II.....	18
4.5	MEDIDAS E PROCEDIMENTOS.....	19
4.5.1	Fases da Pesquisa.....	20
4.5.1.1	Fase I.....	21
4.5.1.2	Fase II.....	22
5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
6	RESULTADOS.....	24
6.1	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	24
6.2	RESULTADOS DA FASE I.....	26
6.2.1	Desenvolvimento dos equipamentos.....	26
6.2.2	Material didático.....	32
6.2.3	Segurança dos dispositivos.....	34
6.2.4	Validade do TSM visual x TSM sonoro.....	35
6.3	RESULTADOS DA FASE II.....	36
7	DISCUSSÃO.....	41
8	CONCLUSÃO.....	45

REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido da Equipe de Laboratório.....	55
APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Grupo de Coleta.....	58
APÊNDICE C – Ficha de Avaliação Fisioterapêutica Cardiorrespiratória Adaptada para a Pesquisa.....	61
APÊNDICE D – Códigos utilizados na obtenção do endereço MAC.....	64
APÊNDICE E – Código utilizado no controle.....	65
APÊNDICE F – Código utilizado nos painéis.....	68
ANEXO A – Instruções padronizadas do TSM.....	80
ANEXO B – Parecer de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.....	83
ANEXO C – Ficha de avaliação cognitiva – Six Itens Screener.....	87
ANEXO D – Certificado de premiação no Congresso do Sudeste de Fisioterapia Respiratória, Cardiovascular e Terapia Intensiva da ASSOBRAFIR.....	88

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 SURDEZ

A perda auditiva e a surdez são termos frequentemente utilizados para descrever deficiências na capacidade auditiva, mas estas são espectros diferentes da audição. A perda auditiva “incapacitante” é quando há perda auditiva no ouvido com melhor audição superior a 35 decibéis (dB). A surdez é caracterizada quando há perda auditiva grave, com nenhuma audição (LASAK *et al.*, 2014). As pessoas com surdez costumam usar linguagem de sinais para a comunicação.

A avaliação é realizada por meio da audiometria tonal, que é o exame padrão-ouro para o processo diagnóstico audiológico e permite determinar os limiares auditivos comparando os valores obtidos com os padrões de normalidade. Esse procedimento objetiva a mensuração da sensibilidade auditiva, permitindo a determinação do tipo, grau e configuração da perda auditiva, auxiliando no diagnóstico (Quadro 1) (AMARAL *et al.*, 2022; SISTEMA DE CONSELHOS DE FONOAUDIOLOGIA, 2023).

Quadro 1 – Classificação do grau de perda auditiva

Grau de perda auditiva	Média tonal de 500Hz, 1kHz, 2 kHz e 4 kHz	Desempenho auditivo em ambientes silenciosos	Desempenho auditivo em ambientes ruidosos
Audição normal	< 20 dB	Nenhuma dificuldade de ouvir sons	Nenhuma ou mínima dificuldade em ouvir sons
Perda auditiva grau leve	20 a < 35 dB	Não apresenta dificuldade em ouvir o que é falado	Pode apresentar dificuldade em ouvir o que é falado
Perda auditiva grau moderado	35 a < 50 dB	Pode apresentar dificuldade em ouvir o que é falado	Apresenta dificuldade em participar de uma conversa

Perda auditiva grau moderadamente severo	50 a < 65 dB	Apresenta dificuldade em participar de uma conversa, mas pode ouvir voz em forte intensidade	Apresenta dificuldade em ouvir e participar de uma conversa
Perda auditiva grau severo	65 a < 80 dB	Apresenta dificuldade em ouvir e compreender a maior parte da conversa, mesmo com voz em forte intensidade	Apresenta extrema dificuldade em ouvir e participar de uma conversa
Perda auditiva grau profundo	80 a < 95dB	Apresenta dificuldade extrema em ouvir voz em forte intensidade	A fala não pode ser ouvida
Perda auditiva completa / surdo	> ou = 95 dB	Não escuta conversa e a maioria dos sons ambientais	Não escuta conversa e a maioria dos sons ambientais
Perda auditiva unilateral	< 20 dB no melhor ouvido, 35 dB ou mais no pior ouvido	Pode não apresentar dificuldade, a menos que o som esteja próximo da orelha com pior audição; pode apresentar dificuldade na localização sonora	Pode apresentar dificuldade em compreender a fala, participar de uma conversa e na localização sonora

Legenda: Hz: Hertz; kHz: quilohertz; dB: decibéis.

Fonte: Adaptado de WHO (2021).

Segundo a OMS mais de 5% da população mundial – ou 430 milhões de pessoas – apresentam perda auditiva incapacitante. Estima-se que até 2050 mais de 700 milhões de pessoas – ou 1 em cada 10 pessoas – terão perda auditiva incapacitante (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021). No Brasil o IBGE reporta que 5% da população brasileira é composta por pessoas com surdez (IBGE, 2023).

A perda auditiva incapacitante está associada às características clínicas, assistenciais, sociodemográficas e comportamentais (JARDIM *et al.*, 2017). Pode ser de origem congênita, ocorrendo no período intrauterino e neonatais, sendo as causas mais comuns: baixo peso ao nascimento (<1500g), hiperbilirrubinemia, infecções congênitas (rubéola, toxoplasmose, citomegalovírus, sífilis, uso de drogas ototóxicas no neonatal), mal formação congênita de cabeça e pescoço, ou síndromes (BUCHALLA *et al.*, 2003; LASAK *et al.*, 2014). Nesses casos, pode haver dificuldades no desenvolvimento de comunicação e linguagem, pois o grau de audição é considerado incapacitante. A perda auditiva pode limitar o acesso do indivíduo ao meio, resultando em restrições à comunicação (PEREIRA *et al.*, 2007; IBGE, 2010).

No âmbito da saúde em geral, a deficiência auditiva é predominantemente compreendida a partir de uma perspectiva biomédica, centrada no diagnóstico, na correção da função auditiva e na restauração da capacidade de ouvir. Esse modelo enquadra a surdez como uma condição patológica a ser tratada dentro do processo saúde–doença, o que pode limitar a compreensão integral do sujeito (WHO, 2021). Entretanto, abordagens mais recentes em conjunto com o princípio da integralidade têm buscado ultrapassar o simples biológico, reconhecendo que a experiência da surdez ultrapassa o campo físico e envolve dimensões sociais, culturais e simbólicas (ALDÈ *et al.*, 2025).

Na perspectiva da Antroposofia, o ser humano é entendido como uma unidade e a saúde é o equilíbrio dinâmico entre essas esferas (STEINER, 1924; WELEKIND, 2010). Assim, a deficiência auditiva não é vista apenas como uma limitação orgânica, mas como um processo de aprendizagem e adaptação que desperta outras formas de percepção e comunicação com o mundo. A escuta, nesse contexto, vai além do sentido físico: é também um ato de presença e de relação, no qual o indivíduo pode desenvolver uma escuta interior e um modo próprio de interação com o ambiente. Essa visão amplia o conceito de cuidado, valorizando a biografia e o potencial evolutivo de cada pessoa (GAARDER, 2018).

Por outro lado, a cultura surda propõe uma perspectiva sociocultural e identitária da surdez, rompendo com o paradigma médico. Para a comunidade surda, ser surdo não significa ser “deficiente”, mas pertencer a um grupo linguístico e cultural que se comunica primordialmente por meio da Libras. Essa abordagem valoriza a experiência visual como forma legítima de estar no mundo, destacando a surdez como uma diferença, e não uma doença. Pesquisadores como Skliar (1998) e Strobel (2008) ressaltam que a identidade surda é construída pela linguagem, pelas relações sociais e pela experiência de pertencimento a uma comunidade que compartilha valores, símbolos e práticas próprias.

Ao integrar as perspectivas antropológica e cultural, a compreensão da deficiência auditiva se amplia, permitindo que o cuidado fisioterapêutico e multiprofissional por meio de recursos que reconheçam o paciente surdo em sua totalidade não apenas como alguém com perda sensorial, mas como um ser humano com potencial expressivo e comunicativo próprio.

O World Report on Hearing (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021), promovido pela OMS, estabelece metas significativas voltadas à melhoria do cuidado e da qualidade de vida das pessoas com surdez. Entre essas metas, destaca-se a necessidade de reduzir barreiras e aprimorar o acesso aos serviços de saúde, enfatizando não apenas o tratamento da condição auditiva, mas também a criação de ambientes inclusivos favoreça a participação plena das pessoas com surdez em todas as esferas da sociedade.

Nessa perspectiva, evidencia-se uma lacuna relevante no campo da avaliação da capacidade física dessa população, uma vez que não há, até o momento, testes específicos ou validados para pessoas com surdez. Tal inexistência de instrumentos apropriados constitui uma barreira ao cuidado integral e à promoção da equidade em saúde, princípios fundamentais preconizados pela OMS. Assim, a presente pesquisa justifica-se pela necessidade de desenvolver e validar testes de capacidade física que considerem as especificidades comunicacionais e funcionais das pessoas com surdez, contribuindo para práticas avaliativas mais inclusivas e alinhadas às diretrizes internacionais de acessibilidade e equidade.

A perda auditiva gera impactos em diversos aspectos da vida do indivíduo, afetando a comunicação e a fala, podendo gerar isolamento social e solidão. Além disso, adultos com perda auditiva também apresentam maior taxa de desemprego ou

se encontram em baixos cargos quando comparados à indivíduos ouvintes e apresentam menores níveis de atividade física (WORLD HEALTH ORGANIZATIONS, 2024).

Esses fatores contribuem para uma menor participação e desempenho em testes tradicionais que dependem de comunicação verbal ou sinais sonoros, podendo resultar em subestimação da capacidade física real do indivíduo. Diante disso, torna-se essencial considerar adaptações nos protocolos de avaliação, incorporando estímulos visuais que facilitem a compreensão das instruções e a execução das tarefas.

A Constituição Federal de 1988 dispõe sobre a garantia de saúde e assistência pública às pessoas portadoras de deficiência física (engloba surdez e deficiência auditiva), com o intuito de promover atenção integral à essa população, por meio de uma rede de serviços especializados que forneçam ações preventivas, reabilitação e tratamento adequado, além de participação na sociedade (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

O Programa Atenção à Saúde da Pessoa Portadora de Deficiência (Portaria nº 116), foi instaurado no intuito de viabilizar a atenção integral às pessoas com deficiência, resultando em formulação de portarias contendo procedimentos de reabilitação em nível ambulatorial e hospitalar no SUS, incluindo a concessão de órteses. Depois desta, uma série de políticas públicas (Portarias nº 126, 1278, 584, 432, 793, 2.776, 18; Lei 13.146) foram implementadas para suprir as demandas da população com déficit auditivo (Ministério da Saúde, 1993; SOLEMAN *et al.*, 2021).

No entanto, apesar das políticas públicas e iniciativas de inclusão implementadas pelo governo para suprir as demandas da população com surdez, há uma barreira ao acesso equitativo a serviços de avaliação e intervenção física para pessoas surdas, comprometendo a inclusão dessa população em programas de reabilitação e condicionamento físico.

Estudos sugerem que adultos com perda auditiva além de possuir menores níveis de atividade física (GISPEN *et al.*, 2014; COSIANO *et al.*, 2020; GOODWIN *et al.*, 2023; HOLMAN *et al.*, 2021), possuem maior predisposição para desenvolvimento de doenças crônicas não-transmissíveis e demência (HERSI *et al.*, 2017; LIVINGSTON *et al.*, 2020; LOUGHREY *et al.*, 2018).

Indivíduos adultos com perda auditiva moderada ou grave tem maior dificuldade para realização de suas AVDs, atividades de lazer e sociais, em comparação com aqueles com perda auditiva menos severa (COSIANO *et al.*, 2020; GOODWIN *et al.*, 2023).

Um estudo de coorte mostrou que a pior audição está associada ao menor nível de atividades e minutos ativos diários e a maior fragmentação das atividades (ASSI *et al.*, 2024; CAMPOS *et al.*, 2018). Em consonância, o estudo transversal de Kuo *et al.* (2021), mostrou que a perda auditiva foi associada a um perfil de atividade física mais fragmentada, o que significa que os participantes com perda auditiva eram mais propensos a interromper a atividade sustentada em pequenas séries.

Nesse contexto, evidencia-se a importância de investigar e compreender a condição física da população surda, uma vez que a aptidão física está diretamente relacionada à saúde, à funcionalidade e à qualidade de vida. Contudo, a aplicação de instrumentos convencionais de avaliação física nem sempre se mostra adequada a esse público, dada a necessidade de instruções verbais e respostas auditivas durante os testes.

Assim, destaca-se a relevância do desenvolvimento de adaptações metodológicas que considerem as particularidades linguísticas, comunicacionais e culturais das pessoas com surdez, assegurando a validade das avaliações, a equidade no acesso às práticas de saúde e a efetiva inclusão dessa população em programas de promoção da saúde e reabilitação.

1.2 CAPACIDADE FÍSICA

No contexto da saúde, os testes de exercício físico desempenham um papel crucial na avaliação do condicionamento físico e da incapacidade física, na estimativa prognóstica, na prescrição de intensidade de treinamento físico personalizado, e na avaliação de respostas a intervenções como treinamento físico, cirurgias, oxigenoterapia.

Em geral, esses testes de exercício físico dividem-se em testes máximos e testes submáximos. Nos testes máximos, os indivíduos são exercitados até a exaustão ou até 100% de sua capacidade aeróbica máxima. Nos testes submáximos, atinge-se 85% da capacidade aeróbica. Considera-se que o paciente atingiu 85% ou 100% quando a frequência cardíaca ao esforço atingiu valores previstos para a idade,

segundo fórmulas pré-estabelecidas (FP): teste máximo: $FP = 220 - \text{idade}$; teste submáximo: $FP = 195 - \text{idade}$ (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 1983).

O Teste Ergométrico ou Teste de Exercício (TE), utiliza esteiras rolantes e/ou bicicleta estacionária para levar o indivíduo a um estresse físico máximo graduado, de forma programada e personalizada. Quando o TE é associado a avaliação de parâmetros ventilatórios e a análise dos gases expirados recebe a denominação de Teste Cardiopulmonar de Esforço (TCPE), considerado o padrão ouro na avaliação da capacidade física (CARVALHO *et al.*, 2024; MONTEIRO *et al.*, 2014, NOONAN *et al.*, 2000).

Considerados padrão-ouro, esses testes contribuem para o diagnóstico e prognóstico de doenças cardiovasculares, fornecem orientações para a definição das intervenções terapêuticas, auxiliam na adoção de providências relacionadas à prevenção e à prática esportiva, investigar a tolerância do paciente para execução de intensidades crescentes de exercício, avaliando respostas clínicas, eletrocardiográficas, hemodinâmicas e metabólicas frente ao exercício físico (CARVALHO *et al.*, 2024).

Contudo, a realização desses testes necessita, obrigatoriamente, de obediência às condições metodológicas do exame, visando à segurança do paciente e à obtenção de resultados válidos e reprodutíveis, sendo necessário equipe médica treinada, área física com equipamentos adequados, material e medicamentos para emergência médica, além da orientação ao paciente na marcação do teste (CARVALHO *et al.*, 2024).

Considerando o grau de complexibilidade e que a avaliação laboratorial dos testes ergométricos não está amplamente disponível, podendo ter custos exorbitantes e ser intimidador para o participante, testes de campo usando a capacidade de caminhar em corredor são uma alternativa frequentemente usada devido sua simples aplicação e melhor representação das demandas das atividades de vida diária (HOLLAND *et al.*, 2015; MOOLONEY *et al.*, 2003, SINGH *et al.*, 1992; SINGH *et al.*, 2014).

1.2.1 TESTE DE SHUTTLE MODIFICADO

Dentre os testes de menor complexibilidade também denominados de campo, o Teste de Shuttle Modificado (TSM) desenvolvido por Singh *et al.* (1992) inicialmente

voltados para indivíduos saudáveis, tem sido amplamente usado por sua simplicidade e baixo custo, uma vez que para a realização desse teste os materiais requeridos são comumente encontrados em clínicas (Quadro 2). Além disso, constitui uma medida válida da avaliação da capacidade de exercício em diversas condições de saúde (SINGH *et al.*, 2014, MORALES *et al.*, 1999; PARREIRA *et al.*, 2014).

Quadro 2 – Equipamentos necessários para realização do Teste de Shuttle
Modificado

Equipamentos necessários para realização do teste de shuttle modificado
Pelo menos uma cadeira, posicionada em uma extremidade do percurso de caminhada
Uma escala validada para medir dispneia e fadiga subjetiva
Esfigmomanômetro para medição da pressão arterial
Oxímetro de pulso
Cronômetro
Marcas pré-medidas ao longo da pista / corredor
Acesso a oxigênio e telefone em caso de emergência
Um plano de emergência
Oxigênio suplementar portátil, se necessário
Prancheta com folha de relatório e caneta
Caixa de som com áudio padronizado do teste

Fonte: Adaptado de Holland *et al.*, 2015.

O protocolo de desenvolvimento do TSM foi baseado em um teste de corrida (Shuttle Running Test) de 20 metros utilizado para verificar funcionalidade e capacidade física de atletas (LÉGER AND LAMBERT, 1982).

Ao contrário do Teste de Caminhada de 6 minutos (TC6'), que mantém uma intensidade constante, no TSM vários níveis de intensidade de esforço são requeridos, estressando o indivíduo de forma progressiva até um máximo limitado por sintomas. O aumento gradual na intensidade do exercício aumenta a segurança do teste, o torna

mais adequado para avaliar a capacidade máxima de exercício e identificar limitações por sintomas de forma mais precisa do que testes de intensidade constante (PARREIRA *et al.*, 2014).

O TSM pode ser utilizado para avaliar a capacidade de exercício, possuindo uma forte correlação com o VO_2 pico apresentado no teste cardiopulmonar ($r = 0,823$). Além disso, participantes com baixa capacidade de exercício ou de alto risco cardiovascular podem apresentar uma correlação ainda mais forte ($r = 0,855$) (LIM *et al.*, 2022).

O estudo de Sing *et al.* (1994), mostraram forte correlação entre o desempenho no TSM e o VO_2 pico de indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). Para indivíduos com insuficiência cardíaca também foi encontrada forte associação entre VO_2 pico e a distância máxima percorrida no SWT (PULZ *et al.*, 2008).

O Teste de Shuttle Modificado (TSM) é do tipo incremental progressivo, destinado a avaliar a capacidade funcional por meio do esforço máximo ou limitado por sintomas. Durante o teste, o participante deve caminhar — e, conforme necessário, correr — em um percurso de 10 metros, delimitado por dois marcadores posicionados a 0,5 metro das extremidades, com o objetivo de evitar mudanças abruptas de direção. A velocidade de deslocamento é controlada por sinais sonoros que indicam o ritmo a ser seguido, tornando o teste dependente de estímulos auditivos para sua correta execução (FIGURA 1) (SINGH *et al.*, 1992; HOLLAND *et al.*, 2015; PARREIRA *et al.*, 2014). Essa característica representa uma limitação significativa para sua aplicação em pessoas com surdez, uma vez que a ausência de percepção sonora compromete a execução do teste.

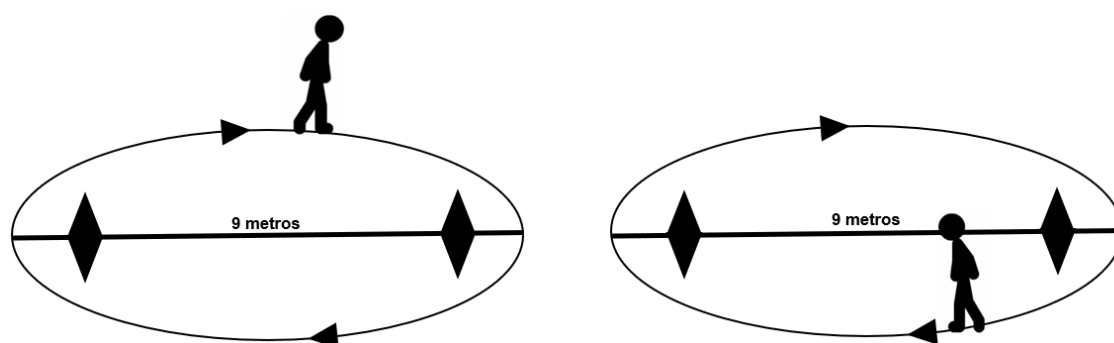


Figura 1 – Esquema de organização do TSM

Fonte: Adaptado de Singh *et al.* (1992).

É composto por 12 níveis de velocidades crescentes, ditadas por um sinal sonoro com tempo e intervalos padronizados (TABELA 1). De acordo com a progressão dos níveis, o teste estressa o indivíduo até seu desempenho máximo ou alcance da limitação por sintomas.

Tabela 1 – Protocolo do TSM

Nível	Velocidade (m/s)	Número de voltas por nível	Distância caminhada no final de cada nível
1	0,50	3	30
2	0,67	4	70
3	0,84	5	120
4	1,01	6	180
5	1,18	7	250
6	1,35	8	330
7	1,52	9	420
8	1,69	10	520
9	1,86	11	630
10	2,03	12	750
11	2,20	13	880
12	2,37	14	1020

Legenda: m/s: metros por segundo; N°: número

Fonte: Adaptado de Singh *et al.* (1992).

O TSM utiliza a Escala de Borg modificada (FIGURA 2) como instrumento de avaliação da percepção de dispneia e fadiga (BORG, 1982).

0	NENHUM	
0,5	MUITO MUITO LEVE	
1	MUITO LEVE	
2	LEVE	
3	MODERADA	
4	POUCO INTENSA	
5	INTENSA	
6		
7	MUITO INTENSA	
8		
9	MUITO MUITO INTENSA	
10	MÁXIMA	

Figura 2 – Escala de Borg Modificada

Fonte: Google imagens.

Previamente a execução do teste, o paciente recebe instruções padronizadas lidas pelo aplicador (ANEXO A). Após a leitura são verificados os parâmetros iniciais (pressão arterial, frequência cardíaca, saturação de oxigênio, dispneia basal e fadiga pela escala Borg). O aplicador deve ressaltar a importância de alcançar o cone antes do sinal e permanecer em marcha estacionária até que o sinal indique que o participante pode prosseguir. Por fim, o aplicador deve mostrar a forma de execução do primeiro estágio e a primeira volta do segundo estágio para o paciente (HOLLAND *et al.*, 2015; SINGH *et al.*, 1992).

Após serem passadas as instruções e o participante confirmar ao avaliador que compreendeu, o participante deve ser posicionado em uma das extremidades para iniciar o teste. Durante a execução do teste, não é concedido nenhum incentivo por parte do aplicador e o único contato verbal ocorre a cada minuto com o aviso de aumento da velocidade da caminhada, o avaliador vai até o participante somente ao final de cada estágio para anotar a frequência cardíaca. Os participantes devem utilizar roupas e calçados confortáveis e manter a medicação usual (HOLLAND *et al.*, 2015; SEIXAS *et al.*, 2013; SINGH *et al.*, 1992).

O teste poderá ser interrompido caso o participante apresente algum sintoma limitante (fadiga e/ou dispneia ou dor) para manter a velocidade requerida ou apresente algum dos seguintes critérios: não conseguir completar o percurso no tempo estabelecido, nesse caso o participante deve estar a mais de 0,5 metros de distância do cone quando o sinal sonoro tocar, por duas vezes seguidas; se saturação

de pulso de oxigênio (SpO₂) <80%; atingir 85% da frequência cardíaca máxima prevista calculada previamente através da fórmula pré-estabelecida (FP = 220 – idade) (HOLLAND *et al.*, 2015; SINGH *et al.*, 1992).

Quando encerrado o teste, o paciente deverá se sentar em uma cadeira fornecida e os parâmetros finais serão coletados (pressão arterial, frequência cardíaca, saturação de oxigênio, dispneia basal e fadiga pela escala Borg).

O Teste de Shuttle Incremental pode ser usado na avaliação da aptidão física na população adulta em geral e no desenvolvimento de programas de caminhada individualizados. Na perspectiva do Brasil, existem equações (FIGURA 3) que fornecem valores de referência e respostas fisiológicas para o Teste de Shuttle em adultos saudáveis, que podem ser adequadamente estimados (DOURADO *et al.*, 2011; DOURADOS *et al.*, 2013).

Previsto: $347,7 - (7,2 \times \text{idade (anos)}) - (3 \times \text{peso (kg)}) + (472,3 \times \text{altura (m)}) + (137,2 \times \text{sexo}^*)$ (* Atribuir 1 para sexo masculino e 0 para o sexo feminino)
--

Figura 3 – Fórmula do TSM previsto

Fonte: Dourados *et al.*, 2013.

Legenda: Kg: quilograma; m: metros.

O TSM tem 12 níveis de velocidades crescentes para abranger a avaliação de participantes com incapacidade física mínima, bem como aqueles mais gravemente incapacitados (SINGH *et al.*, 1992). No entanto, a exigência de responder a sinais sonoros durante o teste torna o TSM inacessível e inviável para a população com surdez e com perda auditiva incapacitante, evidenciando a necessidade de adaptação proposta neste estudo.

1.3 CAPACIDADE VISUAL DA POPULAÇÃO COM SURDEZ

As imagens têm sido o meio de expressão e comunicação humana desde a pré-história e, enquanto forma de comunicação, assumiu proporções extraordinárias, a ponto de atravessar o cotidiano com mensagens visuais, orientando a organização da atividade humana na sociedade (QUADROS *et al.*, 2016; SEYMOUR *et al.*, 2016).

A população com surdez tem sido descrita como pessoas visuais há muito tempo, podendo dizer que possuem uma cultura visual em que o olhar sobrepõe a visão. A experiência visual é dada de forma física (encontros, festas, objetos) e mental

(linguagem, sonhos, pensamentos). Os surdos conhecem o mundo pela visão (QUADROS *et al.*, 2003; CORREIA *et al.*, 2019).

A aquisição e utilização da linguagem para a população surda ocorre por meio da modalidade visuo-espacial. Portanto, a imagem é um recurso fundamental para que possam interpretar as informações presentes no seu meio sociocultural, político, linguístico e o ideologias da comunidade (SKLIAR *et al.*, 2013; STROBEL *et al.*, 2009; SOFIATO 2016).

A população surda percebe o mundo através dos seus olhos, observando por exemplo, movimentos da boca e expressão corpóreo-facial (STROBEL *et al.*, 2008; SOFIATO 2016.). Desta forma, indivíduos surdos apresentam melhor desempenho em tarefas visuais (BUCKLEY *et al.*, 2010, CODINA *et al.*, 2011, DYE *et al.*, 2009, PROKSCH *et al.*, 2002, STEVENS *et al.*, 2006).

Sob essa perspectiva, a adaptação de sinais sonoros do ambiente para sinais visuais torna-se essencial para promover a participação plena das pessoas surdas.

1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Um estudo transversal mostrou que no grupo de idosos, os indivíduos com baixa aptidão cardiovascular tiveram piores níveis de audição do que os com alta aptidão (HUTCHINSON *et al.*, 2010). Outro recente estudo transversal mostrou que uma alta função física foi associada a menor prevalência de perda auditiva no grupo de mulheres (DAIMARU *et al.*, 2022). Esses achados destacam a importância de explorar as interconexões entre capacidade física e saúde auditiva, evidenciando a relevância direta da acessibilidade da população surda a testes de capacidade física de baixo custo como o TSM.

Além disso, após buscas na literatura nas bases de artigos, não foram identificados estudos relatando o uso de testes funcionais na avaliação da capacidade física na população surda.

Dada a importância que as experiências visuais possuem para o sujeito surdo, torna-se crucial adaptar o TSM para essa população, uma ação fundamental na promoção da equidade de acesso à avaliação da capacidade física e na garantia de participação plena desses indivíduos em programas de condicionamento físico, assegurando, assim a inclusão no acesso aos serviços de saúde.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo central deste estudo é desenvolver uma adaptação do Teste de Shuttle Modificado (TSM) que seja orientada por sinais visuais, proporcionando uma abordagem inclusiva para avaliar a capacidade física em pessoas surdas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos secundários, pretendemos avaliar a validade, a reprodutibilidade e a viabilidade dessa adaptação visual do teste em pessoas surdas.

3 INTRODUÇÃO

A perda auditiva e a surdez são condições que impactam significativamente a comunicação, a interação social e a qualidade de vida dos indivíduos. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), mais de 430 milhões de pessoas no mundo têm perda auditiva incapacitante, com projeções de que esse número ultrapassará 700 milhões até 2050 (WHO, 2021). A perda auditiva incapacitante pode ter origem congênita ou ser adquirida ao longo da vida devido a fatores clínicos e ambientais, estando frequentemente associada a prejuízos no acesso ao meio ambiente sonoro, limitações funcionais e riscos à saúde, como isolamento social e desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (JARDIM *et al.*, 2017; HOLMAN *et al.*, 2021). No Brasil, cerca de 5% da população é composta por pessoas surdas (IBGE, 2023).

Evidências sugerem que a perda auditiva pode estar associada a níveis mais baixos de atividade física, fragmentação do tempo ativo e maiores dificuldades para a realização de atividades de vida diária (KUO *et al.*, 2021; COSIANO *et al.*, 2020). Estudos também indicam que uma maior capacidade física está associada a uma melhor saúde auditiva (DAIMARU *et al.*, 2022). Contudo, não há registros de testes de exercícios validados para a avaliação física de pessoas surdas.

Os testes de avaliação da capacidade física são cruciais para a prescrição de intervenções de exercício físico e monitoramento de respostas fisiológicas e funcionais, sendo amplamente utilizados em populações saudáveis e clínicas. Dentro desses, destaca-se o Teste Cardiopulmonar de Esforço (TCPE) considerado método padrão-ouro para avaliar a aptidão física e sintomas limitantes. No entanto, o TCPE requer equipamentos onerosos, pessoal altamente treinado e condições laboratoriais padrões, o que limita sua ampla disponibilidade a população geral. Por outro lado, o Teste de Shuttle Modificado (TSM) é um teste incremental progressivo, padronizado, simples de executar em condições não-laboratoriais, e que foi concebido para dissolver barreiras para avaliação e acesso a população em programas de exercício (SINGH *et al.*, 1992; SINGH *et al.*, 2014; HOLLAND *et al.* 2015). No entanto, o TSM utiliza-se de estímulos auditivos para guiar os participantes, através dos níveis do teste, tornando-o inviável para pessoas com deficiência auditiva severa ou surdez. Neste contexto, apesar das políticas públicas e iniciativas de inclusão implementadas pelo governo para suprir as demandas da população com déficit auditivo, há uma barreira ao acesso equitativo a serviços de avaliação e intervenção física para

peessoas surdas, comprometendo a inclusão dessa população em programas de reabilitação e condicionamento físico.

Diante disso, este estudo tem como objetivo central desenvolver uma adaptação inclusiva do TSM, orientada por sinais visuais, para avaliar a capacidade física de pessoas surdas. O TSM é amplamente reconhecido e validado para diferentes populações e condições clínicas, sendo considerado um instrumento confiável para mensuração da capacidade funcional. Assim, sua adaptação representa uma estratégia metodologicamente consistente e necessária para promover a equidade no acesso à avaliação física e funcional, contribuindo para a inclusão da população surda nos cuidados em saúde e nos programas de reabilitação.

3.1 HIPÓTESES DO ESTUDO

Hipótese 1 (Validade concorrente):

O Teste de Shuttle Modificado com estímulos visuais (TSM visual) apresentará valores semelhantes aos do TSM sonoro para as variáveis fisiológicas (frequência cardíaca e pressão arterial), perceptivas (percepção subjetiva de esforço para dispneia e membros inferiores) e de desempenho funcional (distância percorrida), sem diferenças entre os métodos ($p > 0,05$).

Hipótese 2 (Concordância e correlação):

O TSM visual apresentará boa (CCI = 0,75 a 0,90) a excelente (CCI > 0,90) concordância e correlação com o TSM sonoro, evidenciada por coeficientes de correlação de Spearman elevado e índices de correlação intraclassa (CCI) compatíveis com níveis moderados ($r = 0,40$ a $0,70$) a excelentes ($r > 0,90$).

Hipótese 3 (Confiabilidade teste–reteste):

O TSM visual demonstrará (CCI = 0,75 a 0,90) a excelente (CCI > 0,90) confiabilidade teste–reteste em pessoas com surdez, com valores adequados de CCI, baixos erros padrão de medida (EPM) e diferenças mínimas detectáveis (DMD) clinicamente aceitáveis, além de ausência de viés sistemático nos gráficos de Bland–Altman.

Hipótese 4 (Viabilidade):

O TSM visual será viável e bem aceito por pessoas com surdez, evidenciado por elevada taxa de conclusão (> 80%) do teste e do reteste, sem ocorrência de eventos adversos relevantes.

4 METODOLOGIA

4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO E ASPECTOS ÉTICOS

Trata-se de um estudo transversal metodológico aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora, sob parecer de número 6.845.754 (ANEXO B). Os participantes foram convidados a participar de um estudo transversal, e seus resultados foram apresentados de acordo com o STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology (STROBE) (VON ELM *et al.*, 2008) e conforme as diretrizes do COnsensus-based Standards for the selection of health Measurement INstruments (COSMIN) (MOKKINK *et al.*, 2010). Nesse contexto, foi constituída uma amostra de conveniência para executar o TSM.

A participação foi voluntária e todos os participantes que aceitaram participar foram esclarecidos e orientados sobre os procedimentos a serem realizados e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A e APÊNDICE B).

4.2 CÁLCULO DA AMOSTRA

O cálculo amostral da Fase I foi baseado nas recomendações do COSMIN (MOKKING *et al.*, 2010), que indicam que, em estudos preliminares de desenvolvimento e avaliação inicial de instrumentos, uma amostra em torno de 30 participantes é adequada para a identificação de problemas de compreensão, aceitabilidade e avaliação inicial da validade.

Para a Fase II, o cálculo amostral foi realizado utilizando o software G*Power versão 3.1 (FAUL *et al.*), selecionando o teste t para duas amostras dependentes (one-tail). Foi adotado um $\alpha = 0,05$, poder estatístico $(1-\beta) = 0,80$ e efeito considerado como moderado ($d = 0,50$), conforme convenção de Cohen, chegando a $n = 27$. Considerou-se a inclusão de uma margem de 30% para perdas e desistências, chegando-se à amostra de $n = 35$ participantes.

4.3 SELEÇÃO DOS SUJEITOS

Na Fase I do estudo, ao fim da construção dos recursos adaptativos, uma amostra de conveniência foi coletada, a partir do grupo de pesquisa, composta por fisioterapeutas, engenheiros e acadêmicos da UFJF, dos cursos: fisioterapia, engenharia elétrica, educação física e letras libras, além de surdos voluntários que acessaram o chamado pelas redes sociais.

Já para a Fase II foram recrutadas pessoas com surdez da comunidade e da Faculdade de Letras/Libras da UFJF. O recrutamento foi realizado também por meio de comunicações pessoais e divulgação pela internet, através das redes sociais (FIGURA 4).



Assista ao vídeo: <https://youtu.be/GLmYHjHBH9s>

FIGURA 4 – Post divulgação da pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.4 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE DA FASE II

Foram estudados indivíduos surdos não vulneráveis, de nacionalidade brasileira, maiores de 18 anos, de ambos os sexos, que possuem compreensão em Libras e que possuam alfabetização. Destes, foram excluídos do estudo os participantes com problemas cardiorrespiratórios ou musculoesqueléticos, com déficit visual que pudesse interferir na visualização dos comandos visuais, e pessoas que possuísssem baixa capacidade cognitiva para compreensão da execução do teste. A triagem de comprometimento cognitivo foi avaliada pelo *Six Item Screener* (SIS), que

é um teste global de função cognitiva que avalia a recordação tardia (três itens) e a orientação temporal (três itens) (CALLAHAN *et al.*, 2002). Sua pontuação varia de zero a seis e é facilmente calculada por uma simples soma de erros (ANEXO C). O SIS foi administrado como instrumento de triagem, e os participantes com pontuação menor ou igual a quatro foram considerados como tendo comprometimento cognitivo e excluídos do estudo.

4.5 MEDIDAS E PROCEDIMENTOS

A coleta de dados foi conduzida por pesquisadores previamente capacitados, seguindo protocolo padronizado para entrevistas e questionários. O estudo se desenvolveu em duas fases, sendo a Fase I de desenvolvimento do dispositivo visual e validade do TSM visual comparado ao TSM sonoro, e a Fase II para testar a reprodutibilidade do teste adaptado em pessoas com surdez. Todas as etapas de coleta de dados foram conduzidas no Laboratório de Avaliação Cardiorrespiratória e Metabólica situado na Faculdade de Fisioterapia da UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora).

Todos os participantes da pesquisa foram avaliados por meio de questionário estruturado, contendo informações relativas a patologias pregressas, comorbidades e hábitos de vida. Adicionalmente, foram realizadas avaliações antropométricas e fisiológicas, incluindo a mensuração do peso corporal, estatura, pressão arterial, frequência cardíaca e saturação de pulso de oxigênio (SpO₂).

A coleta dos dados foi realizada com o auxílio dos seguintes instrumentos: cinta cardíaca Magene H64 com conectividade Bluetooth®, utilizada para a monitorização da frequência cardíaca; aparelho digital automático de pressão arterial de braço, modelo Home BSP11 (G-TECH); oxímetro digital portátil de dedo com tecnologia OLED (G-TECH), empregado para a aferição da SpO₂; balança digital de vidro (G-TECH), utilizada para a mensuração do peso corporal; fita métrica com comprimento de 10 metros, destinada à avaliação da estatura; além de baterias modelo CR2032, necessárias ao funcionamento dos equipamentos (TABELA 2).

Tabela 2 – Materiais utilizados durante a pesquisa

Descrição	Valor (R\$)	Dólar (US\$)
01 Cinta cardíaca Magene H64 bluethooth	161,00	29,37
01 Aparelho de Pressão G-TECH Home BSP11	114,90	20,96
01 Oxímetro Digital Portátil de Dedo Oled Graph G-tech	93,30	17,02
01 Balança Digital G-tech vidro	78,88	14,39
02 Baterias CR2032	8,00	1,46
01 Fita métrica 10 metros	31,90	5,82
Total	487,98	89,01

Legenda: R\$: reais; US\$: dólar.

Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

4.5.1 FASES DO ESTUDO

O estudo ocorreu em duas fases (FIGURA 5):

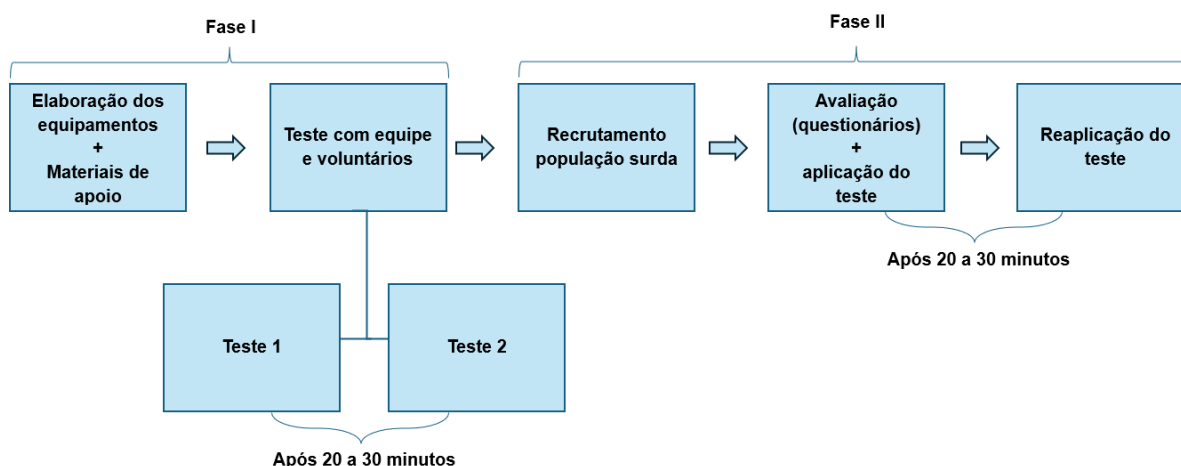


Figura 5 – Etapas da pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Tanto para Fase I quanto para Fase II, os critérios para definir o término do teste foram: concluir os 12 níveis estabelecidos ou apresentação de sintomas de esforço (dispneia e/ou fadiga de MMII) intoleráveis, ou à pedido do participante ou em caso de incoordenação na execução do teste por duas vezes, ou por questões de segurança.

A coleta dos dados foi conduzida por pesquisadores previamente capacitados, seguindo protocolos de padronização para entrevistas e questionários. Todas as

etapas de coleta de dados foram conduzidas no Laboratório de Avaliação Cardiorrespiratória e Metabólica situado na Faculdade de Fisioterapia da UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora).

A validade do TSM visual foi determinada pela relação entre o TSM sonoro e o TSM visual realizados pelos participantes da fase I.

A viabilidade do TSM visual foi determinada pela razão do número de participantes que conseguiram realizar o teste pelo número total de participantes incluídos no estudo.

A reprodutibilidade do TSM visual para pessoas com surdez foi testada com a realização de dois testes para cada participante realizados em dias diferentes com intervalo entre 20 e 30 minutos, ou até que as condições clínicas estáveis fossem restabelecidas. Todas as informações coletadas foram registradas na ficha de aplicação de testes (APÊNDICE C).

4.5.1.1 FASE I

Na Fase I, foram desenvolvidos os dispositivos para adaptação do TSM em parceria com a Faculdade de Engenharia Elétrica da UFJF. Ao longo de aproximadamente oito meses, foram realizadas reuniões operacionais em todas as etapas do processo, envolvendo a equipe de pesquisa e colaboradores da engenharia, com o objetivo de discutir os requisitos técnicos e funcionais, definir o desenho e os materiais dos dispositivos, acompanhar sua confecção e montagem, além de analisar os testes e retestes realizados. Essas reuniões possibilitaram a identificação de necessidades de ajustes e a tomada de decisões de forma iterativa, até a obtenção da versão final dos dispositivos.

Além disso, durante essa etapa foi construído material didático em libras, como forma de substituir as instruções prévias do teste original que são lidos para os participantes antes da execução TSM, garantindo que as instruções sejam equivalentes às instruções verbais fornecidas no TSM sonoro, visando a validade de conteúdo da adaptação.

Essa fase foi conduzida com participantes ouvintes, os quais realizaram o TSM sonoro e o TSM adaptado (TSM visual) em ordem aleatória, definida por meio de randomização simples, utilizando envelopes opacos, lacrados e selados, contendo a sequência de aplicação dos testes. Entre a aplicação dos instrumentos, foi respeitado

um intervalo de recuperação, variando entre 20 e 30 minutos, ou até que as condições clínicas estáveis fossem restabelecidas, caracterizadas pelo retorno da FC, PA e PSE de MMII e dispneia, avaliada pela escala de BORG (FIGURA 2), retornassem aos valores basais, aferidos em repouso.

O objetivo da Fase I foi avaliar a viabilidade operacional e a validade do TSM visual, verificando a ausência de intercorrências e potenciais vieses de aplicação, bem como obter evidências iniciais de equivalência de medida entre o TSM visual e O TSM sonoro.

4.5.1.2 FASE II

Após a conclusão da Fase I, o estudo encontrava-se apto a prosseguir para a Fase II, na qual foi avaliada a reprodutibilidade do TSM visual em pessoas com surdez. Todas as orientações foram fornecidas aos participantes por meio do material de apoio desenvolvido na Fase I e, quando necessário, contou-se com o auxílio de suporte de uma colaboradora da equipe de pesquisa capacitada em Libras, responsável por prestar os esclarecimentos necessários.

A reprodutibilidade do TSM adaptado para pessoas com surdez foi avaliada por meio da realização de dois testes por participante, respeitando-se um intervalo de 20 a 30 minutos entre as aplicações, ou até que as condições clínicas estáveis fossem reestabelecidas. Estas condições foram caracterizadas pelo retorno da frequência cardíaca, pressão arterial e percepção subjetiva de esforço, avaliada por meio da escala de Borg (FIGURA 2), retornasse aos valores basais, aferidos em repouso.

A viabilidade foi analisada a partir da taxa de conclusão do teste e do reteste, sem ocorrência de eventos adversos relevantes.

Para a triagem dos participantes da Fase II, foi utilizada uma ficha adaptada de avaliação cardiorrespiratória (APÊNDICE C).

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizado o SPSS versão 20.0 (IBM Corporation, Somers, Nova York, EUA). Os dados foram analisados pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk e expressos em média e desvio padrão quando apresentaram distribuição normal e, as variáveis com distribuição não normal foram expressas em mediana e intervalo interquartil (25-75) e variáveis categóricas em frequências absolutas e relativas.

A validade foi determinada pela relação entre os resultados do TSM sonoro e do TSM visual dos testes realizados pelos participantes ouvintes da Fase I. Testes de correlação de Spearman devido à natureza não normal das variáveis. Os resultados foram interpretados sendo considerado correlação muito forte quando $r > 0,90$; forte entre 0,70 e 0,90; moderada entre 0,40 e 0,70; fraca entre 0,20 e 0,40 e desprezível entre 0 e 0,20 (PORTNEY, 2007).

A confiabilidade do TSM adaptado para a pessoa com surdez foi testada por meio do coeficiente de correlação intraclass (CCI), efeitos aleatórios bidirecionais, concordância absoluta, avaliador/medição único (2,1) e intervalos de confiança (IC) de 95% (KOO *et al.*, 2016). A confiabilidade foi interpretada como ruim, se $ICC < 0,50$; moderada, se $0,50 \leq ICC \leq 0,75$; boa, se $0,75 \leq CCI \leq 0,90$; e excelente, se $ICC > 0,90$ (KOO *et al.*, 2016). O teste de Wilcoxon para amostras pareadas não paramétricas foi utilizado para comparar os resultados do teste e reteste do TSM visual em pessoas com surdez. A concordância foi avaliada por meio de duas estimativas, o erro padrão de medida (EPM) e a mudança mínima detectável no nível de confiança de 95% (MDC95), de acordo com as fórmulas: $EPM = DP \times \sqrt{1 - CCI}$ e $DMD = 1,96 \times \sqrt{2} \times EPM$ (PORTNEY, 2007). Além disso, foram construídos gráficos de Bland-Altman para visualizar a concordância entre teste e reteste (BLAND; ALTMAN, 1986). Um valor de $p < 0,05$ foi assumido como significativo para todos os testes. Por fim, a viabilidade será relatada pela taxa de conclusão do teste e do reteste, assim como a ocorrência de eventos adversos relevantes.

6 RESULTADOS

Foram recrutados um total 70 pessoas para participarem do estudo. Na Fase I, 35 participantes ouvintes foram avaliados e elegíveis para participar do estudo. No entanto quatro participantes foram excluídos por realizarem apenas um dos testes, restando para análise 31 participantes. Já para Fase II, foram avaliadas 35 pessoas com surdez elegíveis para estudo. Entretanto, cinco pessoas não deram continuidade no processo e foram retiradas da análise por apresentarem dados incompletos (FIGURA 6).

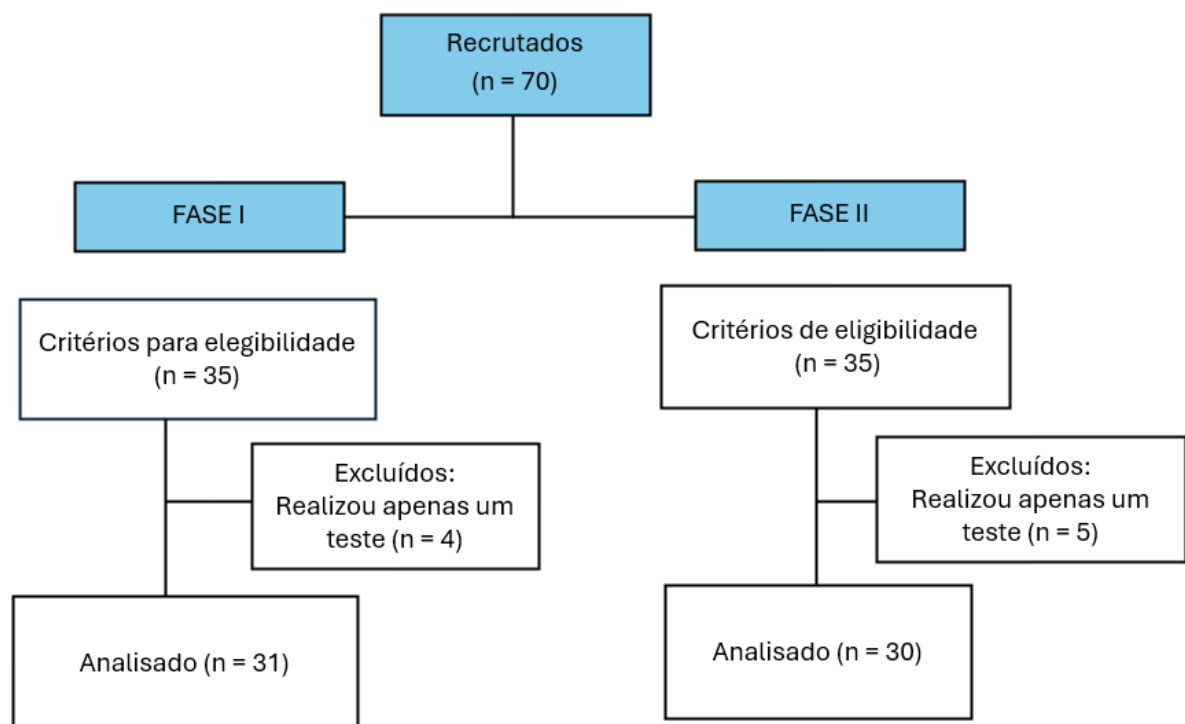


Figura 6 – Fluxograma seleção da amostra

6.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A mediana de idade entre os indivíduos ouvintes foi de 30,5 anos [26,0 – 47,0], enquanto no grupo de pessoas com surdez houve uma média de $43,6 \pm 14,9$ anos. A amostra foi predominantemente composta por sexo feminino tanto entre os ouvintes (51,6%) quanto entre as pessoas com surdez (56,7%), no entanto, não foi identificado diferença ($p > 0,05$).

No que se refere a escolaridade, entre os ouvintes houve predominância de ensino médio (41,9%), enquanto entre as pessoas com surdez foram identificadas

53,3% com ensino superior completo, podendo ser observada diferença para as pessoas com surdez ($p < 0,001$), mas não para os ouvintes ($p > 0,05$).

Em relação à composição corporal, a média do IMC foi de $24,2 \pm 3,6 \text{ Kg/m}^2$ entre os ouvintes e uma mediana de $25,0 \text{ Kg/m}^2$ [23,4 – 28,8] entre as pessoas com surdez.

Já no que se refere as comorbidades, a presença de HAS foi observada em 9,7% dos indivíduos ouvintes e em 6,7% dos indivíduos com surdez. Dentre as pessoas com surdez, 6,7% possuem DM, não sendo identificada tal comorbidade no grupo de ouvintes.

Quanto aos hábitos de vida, o tabagismo foi relatado por 12,9% dos indivíduos ouvintes e por 10% das pessoas com surdez. Já o etilismo, se mostrou mais frequente entre os indivíduos ouvintes (71,0%; $p = 0,029$) quando comparado às pessoas com surdez (20,0%; $p = 0,001$).

A prática de atividade física foi relatada por 58,1% dos indivíduos ouvintes e por 46,7% das pessoas com surdez, sem diferença significativa ($p > 0,05$).

Na Fase II, todas as pessoas com surdez foram avaliadas quanto à cognição por meio do *Six Item Screener*, e 100% da amostra apresentou desempenho cognitivo adequado para a realização do teste. Foi observado que a maioria dos participantes surdos tinha a Libras como língua primária (93,3%), e que 76,7% relataram habilidade de leitura labial, também com significância estatística ($p = 0,005$).

Tabela 3 – Caracterização da amostra

	Fase I Indivíduos ouvintes (n = 31)	p valor	Fase II Indivíduos surdos (n = 30)	p valor
Idade (anos)	35,87 ± 14,24		43,6 ± 14,9	
Sexo feminino	16 (51,6)	1,000	17 (56,7)	0,585
Escolaridade		0,200		< 0,001
Fundamental incompleto	6 (19,4)		1 (3,3)	
Fundamental completo	0 (0)		3 (10,0)	
Médio incompleto	6 (19,4)		1 (3,3)	
Médio completo	13 (41,9)		8 (26,7)	
Superior completo	6 (19,4)		16 (53,3)	
IMC (Kg/m ²)	24,2 ± 3,6		26,58 ± 4,9	
HAS	3 (9,7)	<0,001	2 (6,7)	<0,001
DM	0 (0)		2 (6,7)	<0,001
Tabagismo	4 (12,9)	<0,001	3 (10,0)	0,001
Etilismo	22 (71)	0,029	6 (20,0)	0,001
Atividade Física	18 (58,1)	0,473	14 (46,7)	0,856
Six Item Screener	-		30 (100)	
Língua primária Libras	-		28 (93,3)	
Leitura labial	-		23 (76,7)	

Rodapé da tabela: Os dados numéricos estão expressos ou apresentados em mediana [1º quartil – 3º quartil] ou média ± desvio padrão; os dados categóricos estão apresentados em número absoluto (porcentagem); p valor teste Qui-Quadrado.

Legenda: IMC: índice de massa corporal; Kg: quilograma; m²: metro quadrado; HAS: hipertensão arterial sistêmica, DM: diabetes mellitus.

6.2 RESULTADOS DA FASE I

A Fase I foi constituída por diversas etapas, que serão apresentadas de forma individualizada, visando a uma melhor compreensão.

6.2.1 DESENVOLVIMENTO DOS EQUIPAMENTOS

Dentre as etapas da Fase I, foi realizado o desenvolvimento dos recursos para adaptação do TSM visual para pessoas com surdez. A criação dos dispositivos foi desenvolvida por um grupo de alunos e professor da Faculdade de Engenharia Elétrica da UFJF, parceiros desse estudo. Considerando que o TSM original utiliza de recursos sonoros para estabelecer a velocidade e progressão dos níveis, as formas

de adaptação consistiram em orientação visual substituindo os comandos sonoros do teste.

Para funcionamento do dispositivo adaptado, foram desenvolvidos dois sistemas de código: um dedicado ao controle principal, responsável por gerenciar a execução do teste, e outro destinado às torres de sinalização visual, que emitem os estímulos luminosos percebidos pelos participantes (APÊNDICE D).

A comunicação entre esses módulos foi implementada por meio do protocolo ESP-NOW, próprio dos microcontroladores ESP32, desenvolvido pela *Espressif Systems*. Esse protocolo permite a transmissão direta de dados entre dispositivos, sem necessidade de uma rede Wi-Fi tradicional, garantindo baixa latência, estabilidade de comunicação e economia de energia, características fundamentais para aplicações portáteis e de longa duração (*ESPRESSIF SYSTEMS*, 2025).

Cada módulo foi configurado com um endereço físico exclusivo (*Media Access Control – MAC*), o que possibilitou a troca precisa e direcionada de informações entre o controle e as torres (*RANDOM NERD TUTORIALS*, 2025).

O código do controle foi estruturado em três etapas principais:

1. Inicialização do sistema e do protocolo de comunicação, com definição dos endereços e dispositivos emparelhados;
2. Leitura dos comandos de início e parada do teste, acionados por botões físicos e transmitidos às torres luminosas;
3. Gerenciamento energético, implementado por meio do modo de hibernação (*deep sleep*) do ESP32, que reduz o consumo elétrico durante períodos de inatividade, aumentando em até sete vezes a autonomia do sistema (*ESPRESSIF SYSTEMS*, 2025b).

Nas torres de LED (*Light Emitting Diode*), o código foi desenvolvido para interpretar os sinais recebidos e exibir padrões visuais dinâmicos de acordo com o andamento do teste, como barras de progresso, setas de orientação e alertas de término. Para isso, foi empregue a biblioteca *FastLED*, que permite controlar individualmente os LEDs endereçáveis do tipo WS2812B, possibilitando a formação de imagens e animações claras e sincronizadas (*ARDUINO*, 2025; *ESPRESSIF SYSTEMS*, 2025). Além disso, o sistema é alimentado por *Power Banks*, o que

garante a ausência de fios no trajeto do participante durante a realização do teste, que por sua vez previne risco de quedas.

O sistema foi projetado para assegurar a sincronia entre o controle e as torres, preservando a estrutura incremental do TSM, conforme o protocolo de Léger *et al.* (1988). Dessa forma, o protótipo mantém a padronização temporal e a validade fisiológica do teste original, com a diferença de empregar sinais visuais em substituição aos sonoros, tornando-o acessível a pessoas com surdez. Após a finalização do circuito de LEDs, os mesmos foram colocados acima de cada cone posicionado nas extremidades do percurso (FIGURA 7), por meio de um suporte de fixação plástico fabricado por meio de uma impressora 3D (TABELA 4). Vale ressaltar que todos os fios foram encapados e o circuito foi fechado a fim de que o participante e o aplicador do teste não tivessem contato com o circuito garantindo assim maior segurança.

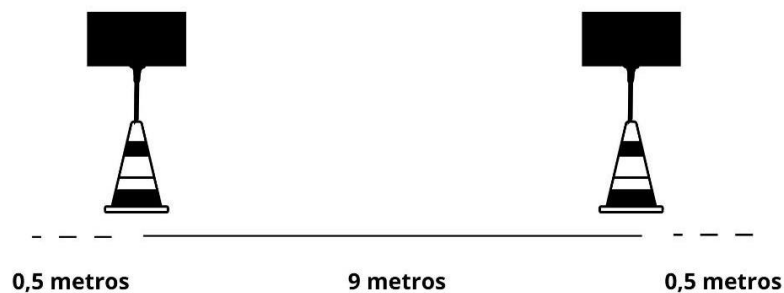


Figura 7. Ilustração do posicionamento inicial dos LEDs.

Fonte: Elaborado pela equipe do Departamento de Engenharia Elétrica da UFJF (2025)

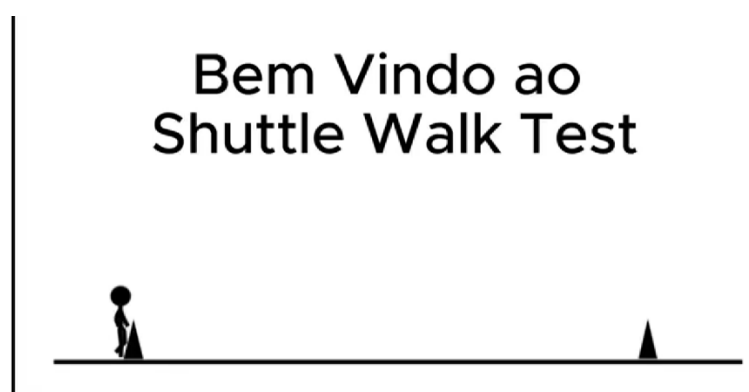
Tabela 4. Orçamento financeiro dos matérias utilizados para desenvolvimento do TSM visual

Descrição	Valor (R\$)	Dólar (US\$)
Placa ESP32 + suporte	216,67	39,43
2 matrizes de LED 8*32 WS2812B	102,29	18,66
2 PowerBanks	91,78	16,74
2 cones de sinalização	59,00	10,76
Bateria 9V recarregável	39,98	7,29
Protoboard + modulo de alimentação	27,69	5,05
Filamento verde	27,49	5,01
Botões + fios	3,80	0,69
Total	568,70	103,73

*Valores calculados em 10/01/2024, podem ter sofrido alterações

Legenda: R\$: reais; U\$: dólar.

Nesta etapa da pesquisa, houve a participação de pessoas com surdez de diferentes instituições, as quais avaliaram a animação em vídeo desenvolvida para apresentação da proposta do projeto (FIGURA 8).



Assista ao vídeo: <https://youtu.be/PMdpMjnyJFE>

Figura 8 – Animação em vídeo da proposta do TSM visual

Fonte: Elaborado pelo grupo de pesquisa

A partir dessa avaliação, os participantes sugeriram a alteração do posicionamento dos LEDs, originalmente disposto de forma horizontal (FIGURA 7), para a disposição vertical (FIGURA 9 e 10), por considerarem essa configuração mais adequada à compreensão e execução do teste.

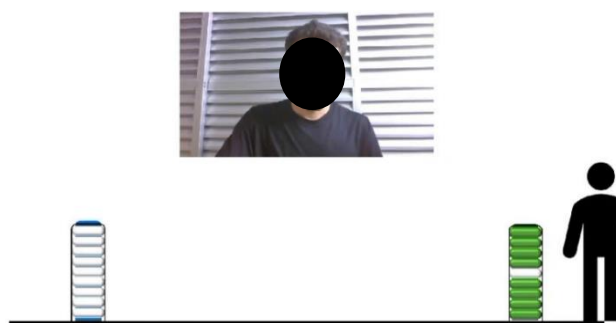


Figura 9 – Sugestão da alteração de posicionamento dos *LEDs* pelo público-alvo

Esse processo possibilitou o engajamento do público-alvo ainda na fase de desenvolvimento do instrumento, permitindo a incorporação de suas percepções e sugestões antes da finalização do projeto. A coleta dessas opiniões foi considerada fundamental, uma vez que o instrumento foi desenvolvido para uso de pessoas com surdez, assegurando que as adaptações realizadas atendessem de forma mais adequada às suas necessidades e favorecessem a aplicabilidade do teste.

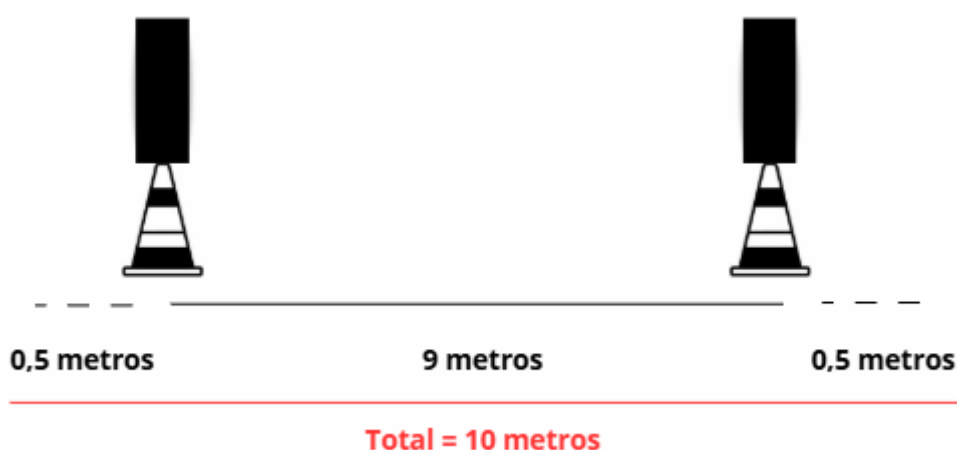


Figura 10 – Ilustração do posicionamento oficial dos *LEDs*

Fonte: Elaborado pela equipe do Departamento de Engenharia Elétrica da UFJF (2025)

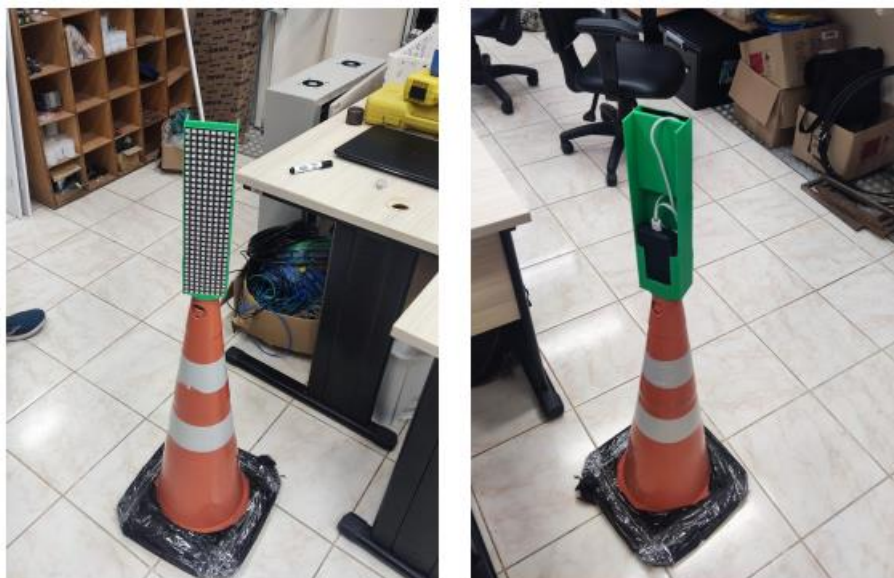


Figura 11 – Vista frontal e traseira da torre com estrutura no cone e powerbank no suporte.
 Fonte: Foto retirada pela equipe do Departamento de Engenharia Elétrica da UFJF (2025)



Figura 12 – Controle de comando do TSM visual
 Fonte: Foto retirada pelo Departamento de Engenharia Elétrica da UFJF (2025)

Os LEDs adquiridos foram do tipo RGB (*Red Green Blue*), que são capazes de designar diferentes cores a partir das três cores primárias (vermelho, verde e azul) para substituir cada comando.

As cores foram escolhidas, a partir do princípio semaforico de direção, sendo a cor verde: sinalização de deslocamento do paciente, a cor amarela: atenção ao aumento de velocidade e vermelho: interrupção do paciente (FIGURA 13).

Cores	Comando correspondente
Verde 	Deslocar para o cone adiante
Azul 	Retornar ao cone de origem
Amarelo 	Atenção ao aumento de nível
Vermelho 	Encerramento/ Interrupção do teste

Figura 13 – Cores designadas aos comandos do TSM visual para pessoas com surdez

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

As cores foram selecionadas de forma estratégica, considerando princípios de contraste e associações intuitivas amplamente reconhecidas, visando evitar confusão durante a execução do teste, especialmente nos níveis mais avançados, nos quais os estímulos ocorrem em maior velocidade. Desta forma, a cor verde foi utilizada para indicar o início ou a continuidade do deslocamento entre os cones, enquanto a cor azul, por apresentar adequado contraste com o verde, foi incorporada para sinalizar o retorno do participante ao cone de origem, assegurando clareza quanto à extremidade correta em cada momento do teste (FIGURA 13).

Adicionalmente, a cor amarela foi utilizada para indicar o número do nível correspondente, permitindo ao participante acompanhar seu progresso ao longo do teste, além de sinalizar atenção ao incremento de velocidade durante as transições de fase. Para tornar o aumento da velocidade mais perceptível, foram incorporadas barras de cadência durante o período de deslocamento, de modo que o participante precisasse alcançar a extremidade oposta antes que as barras se tocassem. Por fim, a cor vermelha foi adotada para indicar o encerramento do teste.

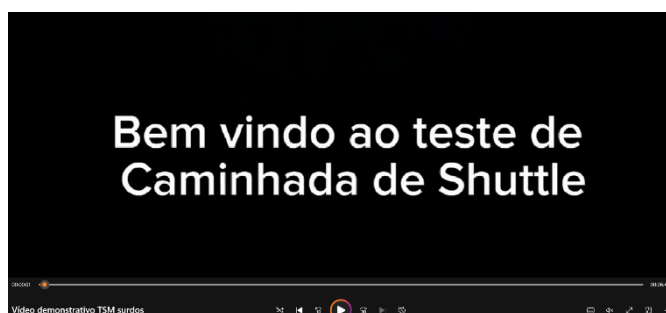
Essa padronização cromática busca otimizar a compreensão dos comandos visuais, assegurando a clareza das instruções e a confiabilidade na execução do teste por pessoas com surdez.

6.2.2 MATERIAL DIDÁTICO

Ainda na Fase I, foi desenvolvido material didático em Libras com o objetivo de substituir as instruções prévias verbais do TSM sonoro, tradicionalmente fornecidas por meio de leitura antes da execução do teste. Com isso, foi assegurada a

equivalência das instruções entre a versão sonora e a versão visual do teste, contribuindo para a validade de conteúdo da adaptação.

O material desenvolvido consistiu em um vídeo demonstrativo do TSM visual (FIGURA 14) contendo todos os procedimentos que serão realizados, placas de incentivo para serem utilizadas durante o teste (FIGURA 15), utilização do Borg com os emojis para facilitar o entendimento (FIGURA 16).



<https://youtu.be/QeJsJtGXxBg>

Figura 14 – Vídeo demonstrativo do TSM visual

Fonte: Elaborado pela equipe do laboratório

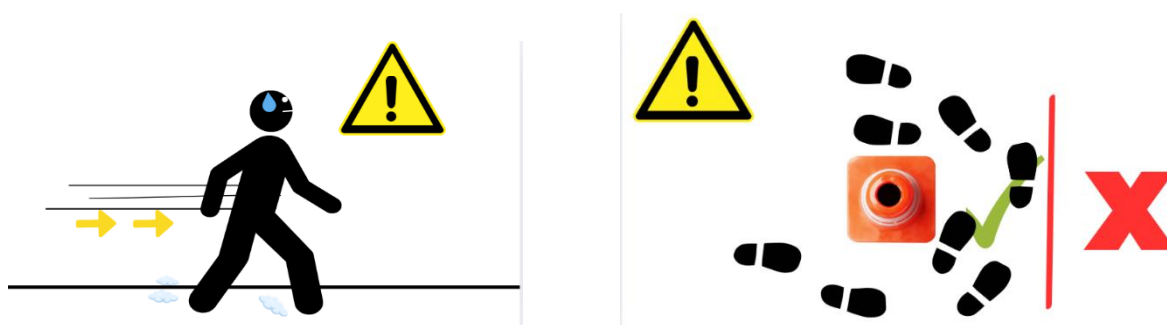


Figura 15 – Placa de aviso de aumento da velocidade e de aviso para respeitar o limite de demarcação atrás do cone

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).



Figura 16 – Escala de Borg modificada adaptada

Fonte: Adaptada de google imagens (2025)

Além disso, foi criada uma versão do TCLE em Libras (FIGURA 17), com o objetivo de facilitar a compreensão das informações da pesquisa, assegurando a clareza do conteúdo e o respeito aos princípios éticos.

Esse material de apoio possibilita aos profissionais, a aplicação do TSM visual em contextos futuros.



Assista ao vídeo: <https://youtu.be/e6BBvwd-tms>

Figura 17 – TCLE traduzido em Libras

Fonte: Elaborado pelo autor em conjunto com Departamento de Letras/Libras da UFJF

6.2.3 SEGURANÇA DOS DISPOSITIVOS

Após a finalização da construção dos dispositivos adaptados, uma subamostra de conveniência ($n = 5$) foi coletada, com pessoas ouvintes, composta por fisioterapeutas, engenheiros e acadêmicos da UFJF, dos cursos: fisioterapia, engenharia elétrica e letras/Libras.

Nessa etapa, o objetivo foi avaliar a segurança do dispositivo, por meio da verificação da estabilidade do funcionamento dos dispositivos eletrônicos, da adequação dos comandos visuais, da ausência de falhas operacionais durante o uso contínuo e da inexistência de riscos físicos aos participantes, como superaquecimento, mau contato elétrico ou interferências que pudessem comprometer a execução do teste.

Adicionalmente, foi avaliado se havia necessidade de ajustes técnicos, bem como correção de inconsistências pontuais observadas durante a aplicação do teste, assegurando a segurança, a confiabilidade operacional e o uso dos dispositivos.

Na inexistência de eventos adversos ou mal funcionamento, o estudo seguiu para a etapa seguinte.

6.2.4 VALIDADE DO TSM VISUAL X TSM SONORO

A Tabela 5 apresenta a concordância e a correlação entre o TSM sonoro e o TSM visual em 31 participantes. Não foram observadas diferenças entre os dois métodos para nenhuma das variáveis analisadas ($p > 0,05$), indicando valores semelhantes de resposta fisiológica, percepção subjetiva de esforço e desempenho funcional.

Tabela 5 – Concordância e correlação entre TSM sonoro x TSM visual

n = 31					
	TSM sonoro	TSM visual	p valor	r	CCI [IC 95%]
FC (bpm)	179 [169 – 192]	177 [170,5 – 192]	0,718	0,769*	0,767 [0,349 – 0,798]
PAS (mmHg)	161 [141 – 170]	160 [145 – 170]	0,206	0,854*	0,641 [0,146 – 0,705]
PAD (mmHg)	90 [75 – 96,5]	90 [83,5 – 97]	0,092	0,663*	0,731 [0,284 – 0,770]
PSE dispneia	4 [2 – 8]	5 [0,5 – 9]	0,647	0,710*	0,825 [0,467 – 0,844]
PSE MMII	2 [0 – 8]	2 [0 – 6]	0,340	0,610*	0,784 [0,370 – 0,816]
Distância percorrida (m)	1020 [820 – 1020]	1020 [870 – 1020]	0,455	0,861*	0,962 [0,852 – 0,964]

Legenda: Os dados numéricos estão expressos ou apresentados em mediana [1º quartil – 3º quartil]; os dados categóricos estão apresentados em média [mínimo – máximo]; p valor teste de Wilcoxon.

Abreviações: TSM: teste de Shuttle modificado; r: correlação de Spearman; ICC: índice de correlação intraclasse; bpm: batimentos por minuto; m: metros; PSE: percepção subjetiva de esforço; MMII: membros inferiores; bpm: batimento por minuto; mmHg: milímetros de mercúrio; m: metros.

Em relação à concordância, avaliada pelo CCI, foi identificada concordância excelente para a distância percorrida, moderada para a PAS e para a PSE de MMII, e boa para a FC, PAD e PSE de dispneia (TABELA 5). Esses achados indicam adequada concordância e consistência entre o TSM sonoro e o TSM visual para a avaliação das respostas cardiovasculares, perceptivas e do desempenho funcional.

A análise de correlação de Spearman demonstrou correlação forte entre TSM sonoro e visual para a FC, PAS, percepção subjetiva de esforço para dispneia e

distância percorrida, enquanto correlações moderadas foram observadas para a PAD e para a PSE MMII (FIGURA 18).

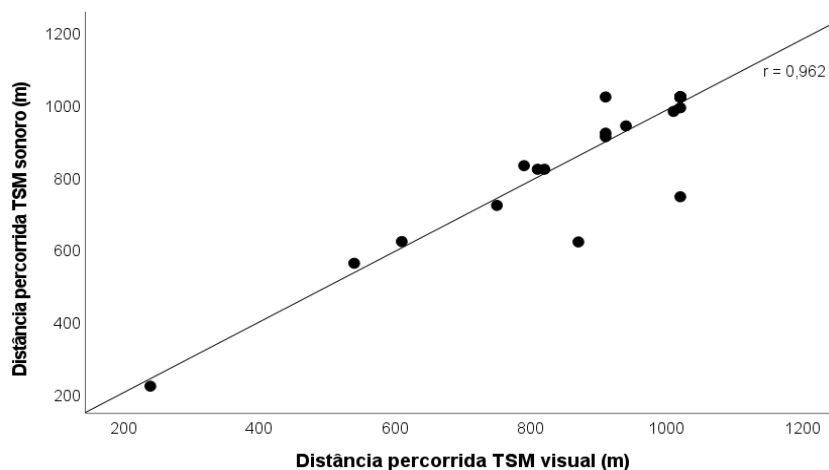


Figura 18 – Gráfico de associação entre TSM sonoro e TSM visual para a variável distância.

6.3 RESULTADOS DA FASE II

Nessa fase foram avaliadas 30 pessoas com surdez, conforme mencionado no capítulo 6.1 (TABELA 3).

A confiabilidade, representada pela reprodutibilidade teste–reteste, do TSM visual foi avaliada por meio da aplicação de dois testes em cada participante, respeitando-se um intervalo de 20 a 30 minutos entre as aplicações, ou até que as variáveis FC, PAS, PSD e PSE retornassem aos valores basais aferidos em repouso.

A Tabela 6 apresenta a análise de confiabilidade teste–reteste do teste de Shuttle modificado (TSM) na versão visual em pessoas com surdez ($n = 30$). De modo geral, observou-se estabilidade das medidas entre as duas avaliações para a maioria das variáveis analisadas, sem diferenças significantes para FC, PAD, PSE para dispneia e MMII ($p > 0,05$).

Diferenças significantes entre teste e reteste foram identificadas para a PAS ($p = 0,034$) e para a distância percorrida ($p = 0,021$). Apesar disso, a análise de confiabilidade demonstrou níveis adequados de concordância para essas variáveis.

Os valores de erro padrão de medida (EPM) e de diferença mínima detectável (DMD) indicaram variação aceitável entre as avaliações, sendo mais elevados para a distância percorrida, refletindo a maior variabilidade inerente a esse desfecho

funcional. Os limites de concordância mostraram dispersão moderada para as variáveis cardiovasculares e perceptivas, e maior amplitude para a distância percorrida.

Em relação à confiabilidade, avaliada pelo coeficiente de correlação intraclasse (CCI), foi observada confiabilidade excelente para a distância percorrida (CCI = 0,990; IC95%: 0,980–0,995). As variáveis FC, PSE de MMII e PSE de dispneia apresentaram confiabilidade boa, enquanto PAS e PAD demonstraram confiabilidade moderada. Esses resultados indicam que o TSM visual apresenta reprodutibilidade adequada na população com surdez, especialmente para a avaliação do desempenho funcional.

Tabela 6. Concordância do TSM visual em pessoas com surdez

n = 30							
	Teste	Reteste	p valor	EPM (%)	DMD (%)	Limite de concordância	CCI [IC 95%]
FC (bpm)	172,5 [155,5 – 181,5]	174,0 [162,5 – 84,0]	0,206	8,69 (5,09)	24,01 (14,0)	27,04 – -44,04	0,761 [0,498 – 0,886]
PAS (mmHg)	162,5 [148,2 – 177,0]	155,5 [143,2 – 66,0]	0,034*	10,63 (6,62)	29,37 (18,3)	50,18 – -41,68	0,596 [0,152 – 0,808]
PAD (mmHg)	86,0 [71,7 – 96,0]	83,5 [71,0 – 94,0]	0,396	8,53 (10,10)	23,57 (27,9)	36,27 – -30,67	0,540 [0,034 – 0,781]
PSE dispneia	2,0 [0 – 9]	2,0 [0 – 8]	0,223	1,5 (60)	4,14 (165,6)	5,21 – -4,55	0,650 [0,265 – 0,834]
PSE MMII	1,0 [0 – 8]	2,0 [0,0 – 10]	0,342	0,97 (51,59)	2,68 (142,5)	3,7 – -3,9	0,787 [0,553 – 0,899]
Distância percorrida (m)	750,0 [432,5 – 1012,5]	750,0 [527,5 – 1020]	0,021*	24,93 (3,35)	68,89 (9,3)	86,29 – -106,29	0,990 [0,980 – 0,995]

Rodapé da tabela: Os dados numéricos estão expressos ou apresentados em mediana [1º quartil – 3º quartil]; os dados categóricos estão apresentados em média [mínimo – máximo]; p valor teste de Wilcoxon.

Legenda: TSM: teste de shuttle modificado; bpm: batimentos por minuto; m: metros; PSE: percepção subjetiva de esforço; MMII: membros inferiores; bpm: batimento por minuto; mmHg: milímetros de mercúrio; m: metros; EPM: erro padrão de medida; DMD: diferença mínima detectável; ICC: coeficiente de correlação intraclass; IC 95%: intervalo de confiança de 95%, *p <0,05.

A Figura 19 apresenta os gráficos de Bland–Altman referentes à análise de concordância teste–reteste do TSM visual em pessoas com surdez para as variáveis fisiológicas, perceptivas e de desempenho funcional.

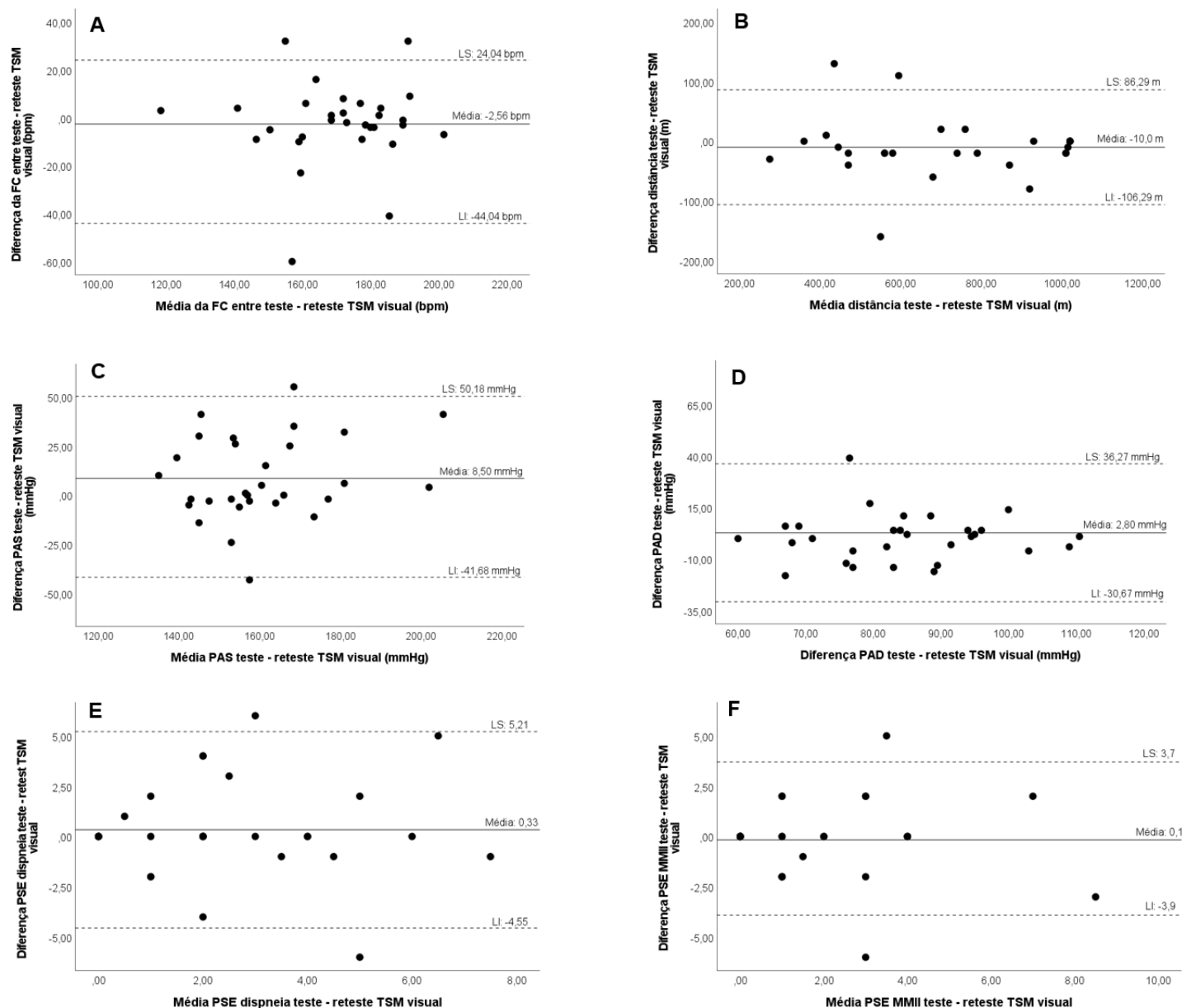


Figura 19 – Gráficos de Bland–Altman da diferença entre teste – reteste do TSM visual para as diferentes variáveis: A) FC, B) Distância, C) PAS, D) PAD, E) PSE dispneia, F) PSE MMII. LS: limite superior de concordância, LI: limite inferior de concordância

Para a FC (Figura A), observou-se viés médio pequeno e distribuição aleatória dos pontos em torno da linha de zero, sem tendência sistemática relacionada à magnitude da medida. A maioria das observações situou-se dentro dos limites de concordância, indicando boa concordância entre teste e reteste.

Na distância percorrida (Figura B), o viés médio foi próximo de zero, com a maior parte dos valores concentrada dentro dos limites de concordância, apesar da maior amplitude desses limites. Esse comportamento reflete a variabilidade inerente ao desempenho funcional máximo, porém sem evidência de viés proporcional.

A PAS (Figura C) apresentou viés médio discreto, com dispersão moderada dos pontos e ausência de tendência sistemática. Os limites de concordância foram relativamente amplos, compatíveis com a variabilidade fisiológica da medida, mantendo-se, entretanto, a maioria das observações dentro desses limites.

Para a PAD (Figura D), observou-se viés médio mínimo e distribuição homogênea dos pontos, sem padrão de heterocedasticidade ou tendência relacionada ao valor médio, sugerindo concordância adequada entre as avaliações.

A PSE para dispneia (Figura E) apresentou viés médio próximo de zero, com dispersão relativamente maior nos valores extremos, característica esperada de medidas subjetivas. Ainda assim, os dados permaneceram majoritariamente dentro dos limites de concordância.

De forma semelhante, a PSE em membros inferiores (Figura F) demonstrou viés reduzido e distribuição aleatória dos pontos, sem indicação de viés sistemático entre teste e reteste.

Em conjunto, os gráficos de Bland–Altman indicam boa concordância teste–reteste do TSM visual em pessoas com surdez, sem evidência de viés sistemático relevante, corroborando os achados de confiabilidade apresentados na Tabela 6.

O TSM visual apresentou boa viabilidade, evidenciada por uma taxa de conclusão de 85%, uma vez que 30 dos 35 participantes inicialmente incluídos no estudo completaram integralmente todas as etapas do teste e reteste, indicando adequada aceitabilidade e exequibilidade do protocolo nessa população.

7 DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo desenvolver e avaliar uma adaptação visual do Teste de Shuttle Modificado (TSM) para pessoas com surdez, analisando sua viabilidade, validade e reprodutibilidade. Os principais achados indicam que o TSM visual é viável, apresenta boa validade concorrente em comparação ao TSM sonoro e demonstra adequada confiabilidade teste–reteste em pessoas com surdez, especialmente para o desfecho de desempenho funcional representado pela distância percorrida. De forma inédita, este estudo oferece evidências metodológicas iniciais de que um teste incremental amplamente utilizado pode ser adaptado de maneira inclusiva, sem prejuízo das respostas fisiológicas, perceptivas e funcionais avaliadas.

A viabilidade do TSM visual foi demonstrada por uma taxa de conclusão de 85%, indicando elevada aceitabilidade do protocolo pelos participantes. Esse achado é particularmente relevante considerando que se trata de uma população historicamente sub-representada em estudos de avaliação funcional e que enfrenta barreiras estruturais e comunicacionais no acesso a serviços de saúde e reabilitação (RANNEFELD *et al.*, 2023; CHANDANABHUMMA *et al.*, 2024; BRANCALEONE *et al.*, 2025; BARKER *et al.*, 2025). A elevada taxa de conclusão sugere que os comandos visuais, o material didático em Libras e a padronização cromática dos estímulos foram adequadamente compreendidos pelos participantes, favorecendo a execução segura e contínua do teste. Esses resultados reforçam a importância do envolvimento do público-alvo no processo de desenvolvimento do instrumento, conforme recomendado em diretrizes de adaptação inclusiva e acessibilidade em saúde (OPAS, 2023; BRASIL, 2023).

Do ponto de vista técnico e metodológico, a instrução dos participantes com surdez foi realizada integralmente em Libras, por meio de materiais didáticos e vídeos previamente elaborados, além da mediação de um intérprete com letramento em saúde. Essa estratégia mostrou-se fundamental para reduzir a carga do esforço comunicacional, frequentemente relatada por pessoas com surdez em contextos de saúde, e para assegurar a compreensão adequada dos procedimentos, critérios de progressão e sinais do TSM visual. À luz do modelo teórico proposto por Vercammen *et al.* (2020), ao minimizar barreiras comunicacionais que impactam as dimensões socioemocional, cognitiva e física do bem-estar, a adaptação das instruções contribuiu para maior engajamento, autonomia e segurança dos participantes durante a

execução do teste. Esses achados dialogam com evidências qualitativas que demonstram que a ausência de comunicação acessível pode levar à utilização de estratégias improvisadas, como escrita ou imagens, ou até mesmo à evitação de serviços de saúde (CHANDANABHUMMA *et al.*, 2024; RANNEFELD *et al.*, 2023). Assim, a padronização das instruções em Libras e o uso de recursos visuais específicos configuram-se não apenas como um cuidado ético, mas como um elemento técnico essencial para a validade, confiabilidade e aplicabilidade clínica do TSM visual em pessoas com surdez.

Sob a perspectiva sensorial, evidências indicam que pessoas com surdez apresentam particularidades no processamento e na organização das informações visuais, o que fundamenta a adaptação do TSM por meio de estímulos visuais. Considerando que indivíduos com surdez constroem sua percepção e interação com o ambiente predominantemente a partir de pistas visuais, a utilização desse canal sensorial mostrou-se não apenas pertinente, mas alinhada às suas estratégias perceptivas predominantes (QUADROS *et al.*, 2003; CORREIA *et al.*, 2019; MESTER *et al.*, 2025). Em consonância, Bancalone *et al.* (2023), ao compararem a acuidade visual dinâmica entre atletas com surdez e ouvintes, demonstraram que pessoas com surdez apresentam maior amplitude do campo visual periférico e melhor desempenho visual nessa região. Esses achados reforçam o racional fisiológico e funcional da adaptação visual do TSM, indicando que o uso de estímulos visuais potencializa a compreensão do teste e favorece a execução adequada do protocolo nessa população.

Sob o aspecto técnico, os resultados confirmaram que o protótipo desenvolvido atende plenamente aos objetivos propostos, demonstrando viabilidade técnica e operacional do TSM visual. O uso exclusivo de estímulos visuais mostrou-se suficiente para garantir a progressão incremental da velocidade, respeitando a temporalidade do TSM sonoro. Dessa forma, foi possível promover inclusão sem comprometer o rigor metodológico, assegurando igualdade de participação entre os indivíduos.

Os resultados do presente estudo confirmam a hipótese de que o TSM visual apresenta validade concorrente em relação ao TSM sonoro, sustentada pela ausência de diferenças entre estes para todas as variáveis analisadas, incluindo frequência cardíaca, pressão arterial, percepção subjetiva de esforço e distância percorrida. Além disso, foram observadas correlações moderadas a fortes entre os dois métodos, bem

como concordância boa a excelente, especialmente para a distância percorrida, que é considerada o principal desfecho do TSM. Esses achados indicam que a substituição dos estímulos auditivos por sinais visuais não compromete a progressão incremental do teste nem a resposta fisiológica esperada. Tais resultados são consistentes com estudos que demonstram que a validade de testes de exercício incremental está mais relacionada à padronização temporal e à progressão de carga do que ao tipo de estímulo sensorial utilizado (CAO *et al.*, 2025; SCHAFER *et al.*, 2025; BORN *et al.*, 2017), desde que a informação seja clara e sincronizada.

A análise de confiabilidade teste–reteste demonstrou que o TSM visual apresenta boa a excelente reprodutibilidade na população com surdez. O coeficiente de correlação intraclasse foi excelente para a distância percorrida, e bom para a maioria das variáveis fisiológicas e perceptivas, indicando estabilidade das medidas entre as avaliações. Embora a diferença para a distância percorrida, pode ser interpretados à luz da variabilidade fisiológica esperada em testes máximos ou pela presença de efeito aprendido. Ademais, os valores de erro padrão de medida e de diferença mínima detectável indicaram variações aceitáveis, compatíveis com estudos de confiabilidade de testes funcionais semelhantes (CHAE *et al.*, 2022; QUINTINO *et al.*, 2020; SERAFIM *et al.*, 2025; INTARUK *et al.*, 2024).

A análise gráfica de Bland–Altman corroborou os achados quantitativos de confiabilidade, evidenciando ausência de viés sistemático relevante entre teste e reteste para todas as variáveis analisadas. A maioria dos pontos distribuiu-se dentro dos limites de concordância, sem tendência proporcional relacionada à magnitude das medidas. A maior amplitude dos limites de concordância observada para a distância percorrida reflete a natureza do desempenho funcional máximo, que pode ser influenciado por fatores motivacionais, aprendizado do teste e variabilidade individual. Ainda assim, a ausência de viés sistemático reforça a consistência do TSM visual como instrumento de avaliação.

Um ponto forte deste estudo foi o desenvolvimento e validação de uma versão visual do TSM, baseada em princípios de acessibilidade e inclusão, sem alterar o princípio do teste original. Trata-se de uma proposta inovadora, tendo em vista que, até o momento, a literatura carece de testes de campo ou adaptados para avaliação da capacidade funcional de pessoas com surdez. A aplicação de diferentes métodos estatísticos para análise da confiabilidade, do EPM e da concordância, aliada ao uso

de recomendações específicas para este tipo de estudo, como o COSMIN e o STROBE, permitiu uma avaliação consistente da reprodutibilidade do instrumento. A distância percorrida apresentou excelente estabilidade e alta confiabilidade, confirmada como o desfecho mais consistente e clinicamente relevante do TSM visual. A inclusão de variáveis fisiológicas, hemodinâmicas e perceptivas possibilitou uma análise mais completa das respostas ao esforço. Além disso, a avaliação cognitiva prévia garantiu que todos os participantes com surdez tivessem condições adequadas para compreender e executar o TSM visual, reduzindo possíveis vieses. Por fim, o TSM visual surge como uma alternativa acessível, de baixo custo e segura para avaliação da capacidade funcional de pessoas com surdez, ampliando o acesso dessa população a programas de reabilitação, condicionamento físico e monitoramento clínico.

Como limitação, destaca-se que a amostra foi composta por indivíduos relativamente jovens e clinicamente estáveis, o que restringe a generalização dos resultados para pessoas com surdez mais idosas ou com doenças crônicas associadas.

Estudos futuros devem investigar a validade do TSM visual em pessoas idosas com baixa acuidade auditiva, bem como testar sua responsividade a intervenções físicas. A aplicação do TSM visual em populações clínicas com surdez, como pessoas com doenças cardiovasculares ou respiratórias, também representa um campo promissor de investigação. Além disso, se destaca a importância de aprimorar o design estrutural dos componentes, especialmente o case do controle remoto, visando maior ergonomia e robustez. O desenvolvimento de um modelo escalável pode facilitar a replicação, comercialização e adoção do sistema em diferentes contextos, como centros acadêmicos, de treinamento e de reabilitação.

8 CONCLUSÃO

O Teste de Shuttle Modificado com estímulos visuais demonstrou ser um instrumento viável, válido e reprodutível para a avaliação da capacidade funcional em pessoas com surdez. A elevada taxa de conclusão indica boa aceitabilidade do protocolo, reforçando a adequação da adaptação visual proposta.

A ausência de diferenças significativas entre o TSM visual e o TSM sonoro, associada à boa concordância entre os métodos, sustenta a validade do teste adaptado. Adicionalmente, a análise de confiabilidade teste–reteste revelou boa a excelente reprodutibilidade, especialmente para a distância percorrida, principal desfecho funcional do teste, confirmando a consistência das medidas ao longo do tempo.

Dessa forma, o TSM visual configura-se como uma alternativa acessível, segura e inclusiva, capaz de ampliar o acesso de pessoas com surdez à avaliação funcional e ao acompanhamento clínico. Os achados deste estudo contribuem para a promoção da equidade em saúde e fornecem subsídios para a incorporação de estratégias de avaliação mais inclusivas na prática clínica e em programas de reabilitação.

REFERÊNCIAS

AMARAL MIR, MOMENSOHN-SANTOS TM. Audiometria tonal liminar e de altas frequências. In: SCHOCHAT E *et al.* (ed.). **Tratado de Audiologia**. 3. ed. Santana de Parnaíba: Manole, 2022, p. 97-111.

BARKER AB, IRONS JY, ROSCOE CMP, PRINGLE A. Barriers and Enablers for Physical Activity in Culturally Deaf Adults: A Qualitative Thematic Analysis. **Int J Environ Res Public Health**, v. 22, n. 5, p. 777, 2025.

BARRETT E, GILLESPIE P, NEWELL J, CASEY D. Feasibility and acceptability of a physical exercise program embedded into the daily lives of older adults living in nursing homes: a pilot feasibility study. **J Aging Phys Act**. 11, v. 31, n. 6, p. 1023-1038, 2023.

Bastian Mester, Kim Lennartz, Julia Kristin, Heinz-Lothar Meyer, Christina Polan, Monika Hertten *et al.* Sports-Related Injuries in Deaf Competitive Squad Athletes—Results of a Retrospective Self-Assessment. **Sports**, v. 13, n. 2, p. 43, 2025.

BLAND JM, ALTMAN DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, n. 8476, p. 307-310, 1986.

BORG GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14:377-8.

BORN DP, KUNZ P, SPERLICH B. Reliability and validity of an agility-like incremental exercise test with multidirectional change-of-direction movements in response to a visual stimulus. **Physiol Rep.**, v. 5, n. 9, p. 13275, 2017.

BRANCALEONE MP, BOUCHER LC, YANG J, MERFELD D, ONATE JA. Comparing dynamic visual acuity between athletes who are deaf or hard-of-hearing and athletes who are hearing. **J Am College Health**, v. 73, n. 1, p. 27–30, 2025.

BRASIL. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Busca?q=DEFICIENCIA%20AUDITIVA>.

Brasil. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão das Pessoas com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União 2015; 7 jul.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. *Portaria GM/MS nº 1.526, de 11 de outubro de 2023*. Altera as Portarias de Consolidação GM/MS nºs 2, 3 e 6, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre a Política Nacional de Atenção Integral à Saúde da Pessoa com Deficiência (PNAISPD) e a Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência (RCPD) no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11.

Brasil. **Ministério da Saúde**. Portaria nº 2.776, de 18 de dezembro de 2014. Aprova diretrizes gerais, amplia e incorpora procedimentos para a Atenção Especializada às Pessoas com Deficiência Auditiva no Sistema Único de Saúde (SUS). 2014(b). Diário Oficial da União 2014; 19 dez.

BUCHALLA CM. A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde. **Acta Fisiátrica**, v. 10, n. 1, p. 29-31, 2003.

BUCKLEY D, CODINA C, BHARDWAJ P, PASCALIS O. Action video game players and deaf observers have larger Goldmann visual fields. **Vision Res**, v. 50, p. 548-556, 2010.

CAMPOS J, RAMKHALAWANSINGH R, PICHORA-FULLER MK. Hearing, self-motion perception, mobility, and aging. **Hear Res**, v. 369, p. 42-55, 2018.

CAO Y, LI S, ZHA Y, YAN X, JIA J, LUO Y *et al*. Effects of different incremental treadmill exercise protocols on the autonomic nervous system in healthy college students: a comparative study based on heart rate variability analysis. **Front Physiol.**, v. 16, p. 1579929, 2025.

CARVALHO T, FREITAS OGA, CHALELA WA, HOSSRI CAC, MILANI M, BUGLIA S *et al*. Diretriz brasileira de ergometria em população adulta – 2024. **Arq Bras Cardiol**, v. 121, n. 3, p. e20240110, 2024.

CHAE G, KO EJ, LEE, SW, KIM HJ, KWAK SG *et al*. Stronger correlation of peak oxygen uptake with distance of incremental shuttle walk test than 6-min walk test in patients with COPD: a systematic review and meta-analysis. **BMC Pulm Med.**, v. 22, n. 1, p. 102, 2022.

CHANDANABHUMMA PP, RATAKONDA S, PANKO T, CUCULICK J, HAUSER P, PAASCHE-ORLOW MK *et al*. Examining the differences of perceptions and experience with online health information accessibility between deaf and hearing individuals: A qualitative study. **Patient Educ Couns.**, v.122, p.108169, 2024.

CHANDANABHUMMA PP, RATAKONDA S, PANKO T, CUCULICK J, HAUSER P, PAASCHE-ORLOW MK. Examining the differences of perceptions and experience with online health information accessibility between deaf and hearing individuals: A qualitative study. **Patient Educ Couns.**, v. 122, p.108169, 2024.

CODINA C, PASCALIS O, MODY C, TOOMEY P, ROSE J, GUMMER L, BUCKLEY D. Visual advantage in deaf adults linked to retinal changes. **PLoS One**, v. 6, p. 1-8, 2011.

CORREIA PCH, NEVES BC. A escuta visual: a educação de surdos e a utilização de recurso visual imagético na prática pedagógica. **Rev Educ Especial**, v. 32, p. 1-19, 2019. <https://doi.org/10.5902/1984686X27435>

COSIANO MF, JANNAT-KHAH D, LIN FR, GOYAL P, MCKEE M, STERLING MR. Hearing loss and physical functioning among adults with heart failure: data from NHANES. **Clin Interv Aging**, v. 15, p. 635-43, 2020.

CRUZ-LEÓN C, EXPÓSITO-CARRILLO P, SÁNCHEZ-PARENTE S, JIMÉNEZ-INGLESIA J, BORGES-COSIC M, CUENCA-GARCIA M *et al*. Feasibility and safety of field-based physical fitness tests: a systematic review. **Sports Medicine**, v. 11, n. 8, 2025.

DAIMARU K, WAGATSUMA Y. Hearing loss and physical function in the general population: A cross-sectional study. **PLoS One**, v. 17, n. 10, p. e0275877, 2022.

Departamento de Ações Programáticas Estratégicas, Secretaria de Atenção à Saúde, Ministério da Saúde. Manual de legislação em saúde da pessoa com deficiência. 2ª Ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde; 2006.

DOURADO VZ, GUERRA RL, TANNI SE, ANTUNES LC, GODOY I. Reference values for the incremental shuttle walk test in healthy subjects: from the walk distance to physiological responses. **J Bras Pneumol**, v. 39, n. 2, p. 190-197, 2013.

DOURADO VZ, VIDOTTO MC, GUERRA RLF. Equações de referência para os testes de caminhada de campo em adultos saudáveis; **J Bras Pneumol**, v. 37, n. 5, p. 607-614, 2011.

DYE MWG, HAUSER P, BAVELIER D. Is visual selective attention in deaf individuals enhanced or deficient? The case of the Useful Field of View. **PLoS One**, v. 4, p. 1-7, 2009.

ESPRESSIF SYSTEMS. Esp32-devkitc - visão geral. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/devkits/esp32-devkitc/overview>, 2025. Acesso em: 11 fev. 2025.

GISPEN FE, CHEN DS, GENTHER DJ, LIN FR. Association between hearing impairment and lower levels of physical activity in older adults. **Clin Investig**, v. 62, n. 8, p. 1427-1433, 2014.

GOODWIN MV, HOGERVORST EEF, HARDY R, STEPHAN BCM, MAIDMENT DW. How are hearing loss and physical activity related? Analysis from the english longitudinal study of ageing. **Prev Med**, v. 173, p. 107609, 2023.

Guia de adaptação e implementação de diretrizes baseadas em evidências. Segunda edição. (2023). [Procedures, manuals, guidelines]. **OPAS**. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/58784>. Acesso em: 05 jan 2026.

HERSI M, IRVINE, GUPTA P; GOMES J; BIRKETT N; KREWSKI D. Risk factors associated with the onset and progression of Alzheimer's disease: A systematic review of the evidence. **NeuroToxicology**, v. 61, p. 143-87, 2017.

HILL K, DOLMAGE TE, WOON L, COUTTS D, GOLDSTEIN R, BROOKS D. Comparing peak and submaximal cardiorespiratory responses during field walking tests with incremental cycle ergometry in COPD. **Respirology**, v. 17, n. 2, p. 278-284, 2012.

HOLLAND AE, SPRUIT MA, SINGH SJ. How to carry out a field walking test in chronic respiratory disease. **Breathe (Sheff)**, v. 11, n. 2, p. 128-139, 2015.

HOLMAN JA, DRUMMOND A, NAYLOR G. The Effect of Hearing Loss and Hearing Device Fitting on Fatigue in Adults: A Systematic Review. **Ear Hear.**, v. 42, n. 1, p. 1-11, 2021.

HOLMAN JA, HORNSBY BWY, BESS FH, NAYLOR G. Can listening-related fatigue influence well-being? Examining associations between hearing loss, fatigue, activity levels and well-being. **Inter J Audiol**, v. 62, n. 10, p. 973-82, 2021.

HOLMAN JA, HORNSBY BWY, BESS FH, NAYLOR G. Can listening-related fatigue influence well-being? Examining associations between hearing loss, fatigue, activity levels and well-being, **Intern J Audiol**, v. 60, s. 2, p. 47-59, 2021.

HUTCHINSON KM, ALESSIO H, BAIDUC RR. Association between cardiovascular health and hearing function: pure-tone and distortion product otoacoustic emission measures. **Am J Audiol.**, v. 19, n. 1, p. 26-35, 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2010 [citado 2014 ago 29]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/população/censo2010>.

INTARUK R, PHADUNGKIT S, KANPAI A, PAWANTA K, SRIHAPOL N, SAENGSUWAN J *et al.* Test-retest reliability and minimal detectable change of four functional tests in community-dwelling older adults with high risk of falls. **Turk J Phys Med Rehabil.**, v. 70, n. 2, p. 164-170, 2024.

ISHRAT R, MUJADDADI A, ALI MS, TALWAR D, HUSSAIN ME. Reliability and responsiveness of incremental Shuttle walk test to estimate exercise capacity in patients with pulmonary arterial hypertension. **Comp ExercPhysiol**, v. 16, n. 3, p. 179-185, 2020.

JARDIM DS, MACIEL FJ, LEMOS SMA. Perda auditiva incapacitante: análise de fatores associados. **Audiol Commun Res**, v. 22, p. e1765, 2017.

KASAI D, TSIROS MD, ESTON R, PARFITT G. Ratings of perceived exertion from a submaximal 20-m shuttle run test predict peak oxygen uptake in children and the test feels better. **Eur J Appl Physiol**., v. 123, n. 1, p. 103-111, 2023.

KOO TK, LI MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **J Chiropr Med**, v. 15, n. 2, p. 155-163, 2016.

KUO PL, DI J, FERRUCCI L, LIN FR. Analysis of hearing loss and physical activity among us adults aged 60-69 years. **JAMA Netw Open**, v. 4, n. 4, p. e215484, 2021.

LASAK JM, ALLEN P, MACVAY T, LEWIS D. Hearing loss: diagnosis and management. **Prim Care Clin Office Pract**, v. 41, p. 19-31, 2014.

LÉGER LA, LAMBERT J.A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO2 max. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 49, n. 1, p. 1-12, 1982.

LIM HJ, JEE SJ, LEE MM. Comparison of Incremental Shuttle Walking Test, 6-Minute Walking Test, and Cardiopulmonary Exercise Stress Test in Patients with Myocardial Infarction. **Med Sci Monit**, v. 17, n. 28, p. e:938140, 2022.

LIVINGSTON G, HUNTLEY J, SOMMERLAD A, AMES DA, BALLARD CB, BANERJEE S et al. Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. **Lancet**, v. 396, n. 10248, p. 413-446, 2020.

LOUGHREY DG, KELLY ME, KELLEY GA, BRENNAN S, LAWLOR BA. Association of age-related hearing loss with cognitive function, cognitive impairment, and dementia: a systematic review and meta-analysis. **JAMA Otolaryngol Head Neck Surg**, v.144, n. 2, p. 115-26, 2018.

MESTER B, LENNARTZ K, KRISTIN J, MEYER HL, POLAN C, HERTEN M *et al.* Sports-related injuries in deaf competitive squad athletes-results of a retrospective self-assessment. **Sports (Basel)**, v. 13, n. 2, p. 43, 2025.

Ministério da Saúde. Portaria nº 1.278, de 20 de outubro de 1999. Estabelece critérios de indicação e contra-indicação da cirurgia de implante coclear. Diário Oficial da União 1999; 21 out.

Ministério da Saúde. Portaria nº 116, de 9 de setembro de 1993. Inclui no Sistema de Informações Ambulatoriais do Sistema Único de Saúde - SIA/SUS a concessão de órteses e próteses. Diário Oficial da União 1993; 10 set.

Ministério da Saúde. Portaria nº 126, de 17 de setembro de 1993. Cria na tabela de procedimentos do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde a cirurgia de implante coclear (SIH/SUS). Diário Oficial da União 1993; 18 set.

Ministério da Saúde. Portaria nº 18, de 10 de junho de 2014. Torna pública a decisão de incorporar procedimentos relativos à assistência hospitalar à saúde auditiva (implante coclear e prótese auditiva ancorada no osso) no Sistema Único de Saúde - SUS. Diário Oficial da União 2014; 11 jun.

Ministério da Saúde. Portaria nº 432, de 14 de novembro de 2000. Institui a ampliação do universo de concessão de aparelhos de amplificação sonora individuais (AASI) aos pacientes em tratamento pelo SUS e dá outras providências. Diário Oficial da União 2000; 16 nov.

Ministério da Saúde. Portaria nº 584, de 21 de outubro de 1999. Desvincula os valores da prótese para implante coclear do procedimento cirúrgico de implantação, entre outras providências. Diário Oficial da União 1999; 22 out.

Ministério da Saúde. Portaria nº 793, de 24 de abril de 2012. Institui a Rede de Cuidados à Pessoa com Deficiência no âmbito do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União 2012; 25 abr.

MOLONEY ED, CLAYTON N, MUKHERJEE DK, GALLAGHER CG, EGAN JJ. The shuttle walk exercise test in idiopathic pulmonary fibrosis. **Respir Med**, v. 97, n. 6, p. 682-687, 2003.

MOKKINK LB, TERWEE CB, PATRICK DL, ALONSO J, STRATFORD PW, KNOL DL *et al.* O estudo COSMIN alcançou consenso internacional sobre taxonomia, terminologia e definições de propriedades de medição para desfechos relatados por pacientes relacionados à saúde. **J Clin Epidemiol.**, v. 63, n. 7, p. 737-745, 2010.

MORALES FJ, MARTÍNEZ A, MÉNDEZ M, AGARRADO A, ORTEGA F, FERNÁNDEZ-GUERRA J *et al.* A shuttle walk test for assessment of functional capacity in chronic heart failure. **Am Heart J.**, v.132, n. 2 Pt 1, p. 291-298, 1999.

OLIVEIRA FILHO, JA. O Teste ergométrico: Revisão. **Arq Bras Cardiol**, v. 40, n. 5, p. 341-351, 1983.

OSAILAN AM. Resposta cardiopulmonar durante o teste incremental de caminhada em corredor versus na esteira na reabilitação cardíaca de Fase IV: um estudo transversal. **Sci Rep.**, v. 13, n. 1, p.12806, 2023.

PEREIRA PKS, MARTINS AS, VIEIRA MR, AZEVEDO MF. Programa de triagem auditiva neonatal: associação entre perda auditiva e fatores de risco. **Pro Fono**, v. 19, n. 3, p. 267-78, 2007.

PERNEGER TV, COURVOISIER DS, HUDELSON PM, GAYET-AGERON A. Tamanho da amostra para pré-testes de questionários. **Qual Life Res.**, v. 24, n. 1, p. 147-51, 2015.

PORTNEY LW. Foundations of Clinical Research: Applications to Practice. Upper Sadde River: Pearson Prentice Hal 2007.

PROBST VS, HERNANDES NA, TEIXEIRA DC, FELCAR JM, MESQUITA RB, GONÇALVES CG *et al.* Reference values for the incremental shuttle walking test. **Respir Med**, v. 106, n. 2, p. 243-248, 2012.

PROKSCH J, BAVELIER D. Changes in the spatial distribution of visual attention after early deafness. **J Cogn Neurosci**, v. 14, p. 687–701, 2002.

PULZ C, DINIZ RV, ALVES AN, TEBEXRENI AS, CARVALHO AC, DE PAOLA AA *et al.* Incremental shuttle and sixminute walking tests in the assessment of functional capacity in chronic heart failure. **Can J Cardiol.**, v. 24, n. 2, p. 131-135, 2008.

QUADROS RM. Situando as diferenças implicadas na educação de surdos: inclusão/exclusão. **Ponto de Vista**, Florianópolis, n.05, p. 81-111, 2003.

QUINTINO LF, AGUIAR LT, DE BRITO SAF, PEREIRA AS, TEIXEIRA-SALMELA LF, DE MORAIS FARIA CDC. Reliability and validity of the incremental shuttle walking test in individuals after stroke. **Top Stroke Rehabil.**, v. 28, n. 5, p. 331-339, 2021.

RANNEFELD J, O'SULLIVAN JL, KUHLMHEY A, ZOELLICK JC. Deaf and hard-of-hearing patients are unsatisfied with and avoid German health care: Results from an online survey in German Sign Language. **BMC Public Health.**, v. 23, n. 1, p. 2026, 2023.

REILY LH. As imagens: o lúdico e o absurdo no ensino de arte para pré-escolares surdos. In: SILVA, I. R.; KAUCHAKJE, S.; GESUELI, Z. (Orgs.). Cidadania, surdez e linguagem: desafios e realidades. Cap. IX (pp.161-192). São Paulo: Plexus, 2003.

REVILL SM, MORGAN MD, SINGH SJ, WILLIAMS J, HARDMAN AE. The endurance shuttle walk: a new field test for the assessment of endurance capacity in chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 54, n. 3, p. 213-222, 1999.

ROCHA LRM, PASIAN MS. A educação das pessoas surdas no Brasil: uma análise ao longo de 20 anos (2002-2022) após o reconhecimento da lei de Libras. **Edur.**, v. 39, p. e40565, 2023.

SCHAFER EA, CHAPMAN CL, ROBERTS BM, STEIN JA, JACQUES JI, FRIEDL KE *et al.* Validity and test-retest reliability of a speed-based maximal oxygen uptake (vo2max) protocol in military personnel. **J Sport Human Perf.**, v. 13, n. 1, p. 27-39, 2025.

SEIXAS DM, SEIXAS DM, PEREIRA MC, MOREIRA MM, PASCHOAL IA. Oxygen desaturation in healthy subjects undergoing the incremental shuttle walk test. **J Bras Pneumol**, v. 39, n. 4, p. 440-6, 2013.

SEIXAS DM, SEIXAS DM, PEREIRA MC, MOREIRA MM, PASCHOAL IA. Oxygen desaturation in healthy subjects undergoing the incremental shuttle walk test. **J Bras Pneumol**, v. 39, n. 4, p. 440-6, 2013.

SERAFIM TT, RAMOS AP, PRUDÊNCIO DA, MIGLIORINI F, MAFFULLI N, OKUBO R. Reliability, minimal detectable change, and standard error of measurement of functional tests for athletes: A systematic review. **J Orthop.**, v. 70, p. 283-291, 2025.

SEYMOUR JL, LOW KA, MACLIN EL, CHIARELLI AM, MATHEWSON KE, FABIANI M *et al.* Reorganization of neural systems mediating peripheral visual selective attention in the deaf: An optical imaging study. **Hear Res**, v. 343, p. 162-175, 2017.

SEYMOUR JL, LOW KA, MACLIN EL, CHIARELLI AM, MATHEWSON KE, FABIANI M *et al.* Reorganization of neural systems mediating peripheral visual selective attention in the deaf: An optical imaging study, **Hear Res**, v. 343, p. 162-175, 2017.

SINGH SJ, JONES PW, EVANS R, MORGAN MD. Minimum clinically important improvement for the incremental shuttle walking test. **Thorax**, v. 63, v. 9, p. 775-777, 2008.

SINGH SJ, MORGAN MD, HARDMAN AE, ROWE C, BARDSLEY PA. Comparison of oxygen uptake during a conventional treadmill test and the shuttle walking test in chronic airflow limitation. **Eur Respir J**, v. 7, n. 11, p. 2016-2020, 1994.

SINGH SJ, MORGAN MD, SCOTT S, WALTERS D, HARDMAN AE. Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. **Thorax**, v. 47, n. 12, p. 1019-1024, 1992.

SINGH SJ, PUHAN MA, ANDRIANOPOULOS V, HERNANDES NA, MITCHELL KE, HILL CJ *et al.* An official systematic review of the European respiratory society/American thoracic society: measurement properties of field walking tests in chronic respiratory disease. **Eur Respir J**, v. 44, n. 6, p. 1447-1478, 2014.

SISTEMA DE CONSELHOS DE FONOAUDIOLOGIA. **Guia de orientação na avaliação audiológica** 2023, v. 1, 2ed. Disponível em: <<https://fonoaudiologia.org.br/wp-content/uploads/2023/11/Guia-de-Orientacao-na-Avaliacao-Audiologica-DIGITAL-COMPLETO-FINAL.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2024.

SKLIAR, C. A surdez: um olhar sobre as diferenças. 6. ed. Porto Alegre: Mediação, 2013.

SOFIATO CG. Ontem e hoje: o uso de imagens na educação de surdos. **JORSEN**, v. 16, n. s1, p. 789-794, 2016.

SOLEMAN C, BOUSQUAT A. Políticas de saúde e concepções de surdez e deficiência auditiva no SUS: um monólogo?. **Cad Saúde Pública**, v. 37, n. 8, p. e00206620, 2021.

STEVENS C, NEVILLE H. Neuroplasticity as a double-edged sword: deaf enhancements and dyslexic deficits in motion processing. **J Cogn Neurosci**, v. 18, p. 701-714, 2006.

STROBEL, K. As imagens do outro sobre a cultura surda. 2 ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 2009.

VON ELM E, ALTMAN DG, EGGER M, POCOCK SJ, GØTZSCHE PC, VANDENBROUCKE JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. **J Clin Epidemiol**, v. 61, n. 4, p. 344-349, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2021. Word Report on Hearing Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789240020481>>. Acesso em: 27 ago 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATIONS. **Deafness and hearing loss 2024**. Disponível em: < <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>>. Acesso em: 27 ago 2024.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido da Equipe de laboratório

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário(a) da Fase I da pesquisa intitulada "Adaptação, Viabilidade e Reprodutibilidade do Teste de Shuttle Modificado para Pessoas Surdas". O propósito desta investigação é responder ao crescente desafio representado pelo número cada vez maior de indivíduos com perda auditiva significativa. Buscamos, assim, explorar a interseção entre a capacidade física e a saúde auditiva, e a acessibilidade dos testes de capacidade física para a população surda, mediante o emprego de métodos de baixo custo.

A avaliação da capacidade física é essencial para identificar o nível de independência funcional, bem como estabelecer parâmetros para programas estruturados de exercícios para esta comunidade. Para tanto, são necessários testes funcionais simples, de baixo custo e exigências mínimas para a sua aplicação, a fim de ampliar as opções de avaliação na prática clínica, reduzindo barreiras e aprimorando o acesso aos serviços de saúde para pessoas com surdez.

Neste estudo, propomos o desenvolvimento de uma versão modificada de um teste de caminhada, onde a velocidade aumentará gradualmente. Para ilustrar esta progressão, utilizaremos luzes coloridas em mudança e uma pulseira vibratória. Nosso objetivo é elaborar um teste que inclua pessoas surdas, investigando seu desempenho físico. Nessa Fase I, o objetivo é avaliar a eficácia, viabilidade e segurança dos equipamentos que serão posteriormente utilizados para pessoas surdas, com o intuito de aprimorar a execução do protocolo e garantir a monitorização adequada durante o uso dos equipamentos, e produzindo resultados precisos.

Caso você concorde em participar dessa fase de testagem do equipamento, você deverá estar presente em uma visita. Você passará por alguns exames que durarão cerca de 30 a 60 minutos, no Laboratório de Avaliação Cardiorrespiratória da Faculdade de Fisioterapia da Universidade Federal de Juiz de Fora. As avaliações serão realizadas em local reservado em que serão realizadas perguntas sobre seus hábitos de vida e sua condição geral de saúde, medida da pressão arterial, da altura e peso. Depois você será orientado a fazer um teste de exercício físico, em que caminhará num curto percurso de 10 metros, indo e voltando, no qual haverá 12

etapas para caminhar com velocidades cada vez maiores. Você precisará caminhar numa velocidade que será indicada por mudanças nas cores. Você poderá parar o teste a qualquer momento caso tenha algum desconforto, ou quando você não for capaz de caminhar na velocidade que o teste requer. No final do teste avaliaremos sua pressão arterial, seus batimentos cardíacos e seu nível de cansaço físico e de respirar. Além disso, serão coletados dados relacionados à funcionalidade, precisão e segurança dos equipamentos.

Esta Fase I da pesquisa tem alguns riscos mínimos que podem acontecer durante a realização do teste, como cansaço muscular, falta de ar, dor muscular, cãibra e risco de queda decorrentes do uso dos equipamentos. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, em todo o tempo haverá um fisioterapeuta treinado e experiente acompanhando toda a sessão de teste, e monitorizando seu cansaço, sua atividade, segurança e qualquer outra queixa que você tiver. O examinador estará monitorando seus batimentos cardíacos com um aparelho simples chamado cardiófrequencímetro, colocado no tórax, e nível de oxigênio no sangue com um oxímetro de pulso colocado em um dos dedos da mão, e se caso necessário for, os testes serão interrompidos. Caso ocorra alguma intercorrência durante a realização do teste, sinal ou sintoma que represente risco para algum efeito indesejável do teste, ele será imediatamente interrompido e você será monitorado e colocado em repouso até sua pronta recuperação. Neste caso, os pesquisadores estão aptos a prestar os primeiros atendimentos e, se necessário, poderão conduzir o participante para atendimento pela equipe do Hospital Dia, localizada na unidade Dom Bosco do HU/UFJF.

Ao participar dessa fase da pesquisa você pode ajudar na identificação de possíveis inconsistências, falhas técnicas e erros de desenvolvimento, possibilitando que os dispositivos sejam reajustados antes que o teste seja realizado com a população surda. Os benefícios possíveis incluem a contribuição para o desenvolvimento de tecnologias mais eficazes e acessíveis para pessoas surdas.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar

agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Carla Malaguti

Campus Universitário da UFJF

Faculdade/Departamento/Instituto: Faculdade de Fisioterapia/ Departamento de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Musculoesquelética / Universidade Federal de Juiz de Fora

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102-3788 (Comitê de Ética em Pesquisa – UFJF) / (32) 99153-4633 (Carla Malaguti)

E-mail: carlamalaguti@gmail.com

Rubrica do Participante de pesquisa ou responsável: _____ Rubrica do pesquisador: _____

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Grupo de Coleta

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa **“Adaptação, viabilidade e reprodutibilidade do teste de shuttle modificado para pessoas surdas”**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é o crescente número de pessoas que apresentam perda auditiva incapacitante e a necessidade de explorar a relação entre capacidade física e saúde auditiva, e a acessibilidade da população surda a testes de capacidade física de baixo custo. A avaliação da capacidade física torna-se necessária para identificar o nível de independência física funcional, bem como indicador de parâmetros para implementar programas estruturados de exercício físico nesta população, sendo necessários testes funcionais simples que avaliem a capacidade funcional, com exigências mínimas e baixo custo para sua execução, aumentando as possibilidades de métodos de avaliação na prática clínica reduzindo as barreiras e aprimorando o acesso aos serviços de saúde para pessoas com surdez. Neste estudo, vamos criar uma versão diferente de um teste de caminhada onde a velocidade vai aumentar aos poucos. Para mostrar esse aumento, usaremos luzes coloridas que mudam de cor. O que queremos é fazer um teste que inclua também pessoas surdas para avaliar como elas se comportam fisicamente. Todas as instruções serão traduzidas para Libras, a linguagem brasileira de sinais, e mostradas em vídeo para participantes surdos que não possam ler.

Caso você concorde em participar, você deverá estar presente em duas visitas, com intervalo entre elas de 2 a 7 dias. Você passará por alguns exames que durarão cerca de 30 a 60 minutos, no Laboratório de Avaliação Cardiorrespiratória da Faculdade de Fisioterapia da Universidade Federal de Juiz de Fora. As avaliações serão realizadas em local reservado, iniciando com uma entrevista em que serão realizadas perguntas sobre seus hábitos de vida e sua condição geral de saúde, medida da pressão arterial, medida da sua altura e peso. Depois você será orientado a fazer um teste de exercício físico, em que você caminhará num curto percurso de 10 metros, indo e voltando, no qual haverá 12 etapas para caminhar com velocidades cada vez maiores. Você precisará caminhar numa velocidade que será indicada por mudanças nas cores. Você poderá parar o teste a qualquer momento caso tenha algum desconforto, ou quando você não for capaz de caminhar na velocidade que o

teste requer. No final do teste avaliaremos sua pressão arterial, seus batimentos cardíacos e seu nível de cansaço físico e de respirar.

Este teste de caminhar progressivamente rápido pode ter riscos mínimos como cansaço muscular, falta de ar, dor muscular, cãibra e risco de queda. Para diminuir a chance desses riscos acontecerem, um fisioterapeuta formado e treinado estará perguntado a você durante toda a realização dos testes como está seu nível de cansaço e avaliando os sinais que você apresenta, e se necessário o teste será interrompido. O examinador estará monitorando seus batimentos cardíacos com um aparelho simples chamado cardiófrequencímetro, colocado no tórax, e nível de oxigênio no sangue com um oxímetro de pulso colocado em um dos dedos da mão, e se caso necessário for, os testes serão interrompidos. Caso ocorra algum evento inesperado durante a realização do teste, ele será imediatamente interrompido. Neste caso, os pesquisadores estão preparados para prestar os primeiros atendimentos e, se necessário, poderão conduzir o participante para atendimento pela equipe do Hospital Dia, na unidade Dom Bosco do HU/UFJF. Durante a avaliação, se houver alguma pergunta que cause vergonha, você poderá optar por não responder ou retirar seu consentimento, interrompendo a participação no estudo.

Este estudo ajudará você a conhecer seu nível de capacidade física além das respostas cardiovasculares (pressão arterial e frequência cardíaca) durante o esforço. Além disso, esse estudo contribuirá para identificar se a adaptação do teste de caminhada com velocidades que aumentam com o tempo é possível e confiável para avaliação da atividade física da população surda.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado

sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Carla Malaguti

Campus Universitário da UFJF

Faculdade/Departamento/Instituto: Faculdade de Fisioterapia/ Departamento de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Musculoesquelética / Universidade Federal de Juiz de Fora

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102-3788 (Comitê de Ética em Pesquisa – UFJF) / (32) 99153-4633 (Carla Malaguti)

E-mail: carlamalaguti@gmail.com

Rubrica do Participante de pesquisa ou responsável: _____ Rubrica do pesquisador: _____

APÊNDICE C – FICHA DE AVALIAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA CARDIORRESPIRATÓRIA

Data da avaliação: ____/____/____ Horário: _____

Responsável pela entrevista: _____

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____ Idade: _____

Endereço: _____

Tels.: _____

Ocupação: _____

Escolaridade: _____

Língua primária: () Libras () Português

Possui leitura labial? () Sim () Não

Com quantos anos recebeu diagnóstico de surdez? _____

HISTÓRIA CLÍNICA

() Tabagismo _____

() Etilismo _____

() Diabetes _____

() Hipertensão arterial _____

() História positiva para doença cardiovascular na família _____

() Doenças respiratórias _____

() Procedimento médico cardiovascular _____

() Cirurgia ortopédica _____

() Tratamento para saúde _____

() Internação prévia _____

OBS.:

- Medicamentos (nome / concentração / frequência de uso)

ATIVIDADE FÍSICA

- Você se considera uma pessoa fisicamente ativa? () Sim () Não

Quais atividades físicas você realiza no seu dia a dia (ex.: ir caminhando para o trabalho, limpar casa, passear com o cachorro, etc.)?

- Você pratica exercícios físicos regularmente? () Sim () Não

Qual exercício (Exemplo: Dança, pilates, musculação, caminhada)?

- Quanto tempo dura o exercício? Qual intensidade? Quantos dias na semana?

- Caso tenha parado de fazer exercícios, por que parou?

- Você sente (ou sentiu no passado) sintoma durante exercício físico? Qual?

- Recebeu orientação para realizar exercícios físicos? De quem?

SINAIS VITAIS

Frequência cardíaca repouso: _____ bpm

Frequência respiratória: _____ irpm

Pressão arterial repouso (sentado): _____ mmHg

SpO2: _____ %

Borg dispneia: _____

Borg MMII: _____

Comentário:

APÊNDICE D – CÓDIGOS UTILIZADOS NA OBTENÇÃO DO ENDEREÇO MAC

```
1  /*
2     Rui Santos & Sara Santos – Random Nerd Tutorials
3     Complete project details at https://RandomNerdTutorials.com/get-change-esp32-esp8266-mac-address-arduino/
4     Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a
5     copy of this software and associated documentation files.
6     The above copyright notice and this permission notice shall be included
7     in all copies or substantial portions of the Software.
8  */
9
10 #include <WiFi.h>
11 #include <esp_wifi.h>
12
13 void readMacAddress() {
14     uint8_t baseMac[6];
15     esp_err_t ret = esp_wifi_get_mac(WIFI_IF_STA, baseMac);
16     if (ret == ESP_OK) {
17         Serial.printf("%02x:%02x:%02x:%02x:%02x:%02x\n",
18             baseMac[0], baseMac[1], baseMac[2],
19             baseMac[3], baseMac[4], baseMac[5]);
20     } else {
21         Serial.println("Failed to read MAC address");
22     }
23 }
24
25 void setup() {
26     Serial.begin(115200);
27
28     WiFi.mode(WIFI_STA);
29     WiFi.STA.begin();
30
31     Serial.print("[DEFAULT] ESP32 Board MAC Address: ");
32     readMacAddress();
33 }
34
35 void loop() {
36 }
37 }
```

Listing A.1 – Código em C++ para exibição do endereço MAC em placas ESP32.

APÊNDICE E – CÓDIGO UTILIZADO NO CONTROLE

```
2  /*
   Título: Adaptação, viabilidade e reprodutibilidade do Teste de Shuttle -
   Modificado para pessoas surdas
   Dispositivo: Modulo de controle das luzes e pulseira vibratória
4
   Versão: 4
6   Implementado modo Deep Sleep para permitir a economia da bateria do
   controle remoto, reduzindo de 200mA para 25mA.
8  */
10 unsigned long previousMillis = 0;    // Variável para armazenar o tempo da ú
   ltima atualização
   const long interval = 1000;         // Intervalo desejado (1 segundo)
12 bool atraso;

14 // Inclusão de bibliotecas
#include <esp_now.h>
16 #include <WiFi.h>

18 // variáveis para os botões
bool botaoIniciar = false;
20 bool botaoParar = false;

22 //Define os pinos de entrada
#define BOTAO_INICIAR 25
24 #define BOTAO_PARAR 26

26 // MAC Address do receptor 1
uint8_t enderecoReceptor1[] = {0xB0, 0xA7, 0x32, 0x27, 0xE3, 0xE0};
28
   // MAC Address do receptor 2
30 uint8_t enderecoReceptor2[] = {0xB0, 0xA7, 0x32, 0x28, 0xA1, 0x0C};

32 // Define a estrutura da mensagem
typedef struct struct_message {
34     int estado = 9;
   } struct_message;
36
   // Cria um objeto estruturado
38 struct_message myData;

40 // Peer info
esp_now_peer_info_t peerInfo1;
42 esp_now_peer_info_t peerInfo2;
```

```

44 // Callback function called when data is sent
void OnDataSent(const uint8_t *mac_addr, esp_now_send_status_t status) {
46   Serial.print("\r\nLast Packet Send Status:\t");
   Serial.println(status == ESP_NOW_SEND_SUCCESS ? "Recebido com sucesso" :
   "Falha no recebimento");
48 }

50 void setup() {

52   // Set up Serial Monitor
   Serial.begin(115200);

54   // Set ESP32 as a Wi-Fi Station
56   WiFi.mode(WIFI_STA);

58   // Initilize ESP-NOW
   if (esp_now_init() != ESP_OK) {
60     Serial.println("Error initializing ESP-NOW");
     return;
62   }

64   // Define status dos pinos de entrada
   pinMode(BOTAO_INICIAR, INPUT);
66   pinMode(BOTAO_PARAR, INPUT);

68   // Register the send callback
   esp_now_register_send_cb(OnDataSent);

70   // Register peer1
72   memcpy(peerInfo1.peer_addr, enderecoReceptor1, 6);
   peerInfo1.channel = 0;
74   peerInfo1.encrypt = false;

76   // Add peer
   if (esp_now_add_peer(&peerInfo1) != ESP_OK){
78     Serial.println("Falha ao adicionar Receptor 1");
     return;
80   }

82   // Register peer2
   memcpy(peerInfo2.peer_addr, enderecoReceptor2, 6);
84   peerInfo2.channel = 0;
   peerInfo2.encrypt = false;

86   // Add peer
88   if (esp_now_add_peer(&peerInfo2) != ESP_OK){

```

```

Serial.println("Falha ao adicionar Receptor 2");
90 return;
91 }
92 }

93
94 void loop() {
    // Configurar para Modem Sleep
95 esp_sleep_enable_ext1_wakeup(0x6000000, ESP_EXT1_WAKEUP_ANY_HIGH); //
    Wake-up pela entrada 25 (HIGH)

96
97
98 botaoIniciar = digitalRead(BOTAO_INICIAR);
    botaoParar = digitalRead(BOTAO_PARAR);
100
    // Format structured data
101 if (botaoParar) myData.estado = 0;
    if (botaoIniciar) myData.estado = 1;
102
103
104 // Send message via ESP-NOW
105 if (botaoIniciar || botaoParar || atraso){
    esp_err_t result = esp_now_send(enderecoReceptor1, (uint8_t *) &myData,
        sizeof(myData));
106
107 if (result == ESP_OK) {
    Serial.println("Enviado para o receptor 1");
108 }
    else {
109 Serial.println("Erro no envio do receptor 1");
110 }
    esp_err_t result2 = esp_now_send(enderecoReceptor2, (uint8_t *) &myData,
        sizeof(myData));
111
112 if (result2 == ESP_OK) {
113 Serial.println("Enviado para o receptor 2");
114 }
    else {
115 Serial.println("Erro no envio do receptor 2");
116 }
    if (!atraso){
117 previousMillis = millis();
118 }
    atraso = true;
    delay(100);
119 }

120
121 // Verifica se já passou 1 segundo desde a última atualização
122 if (millis() - previousMillis >= interval) {
123 // Atualiza a variável
124 atraso = false;
125 }
126 }

127
128
129
130
131
132
133
134 if (!atraso){
    esp_deep_sleep_start();
135 }
136 }

```

Listing B.1 – Código em C++ para acionamento do controle remoto.

APÊNDICE F – CÓDIGOS UTILIZADOS NOS PAINEIS

```
1  /*
   Título: Adaptação, viabilidade e reprodutibilidade do Teste de Shuttle -
   Modificado para pessoas surdas
3  Dispositivo: Modulo de recepção do sinal para comando dos leds

5  Alimentação
   Tensão:5V Corrente max: 504mA
7  Leds em 8% do brilho

9  Versão: 5
   Alterado figuras e cores conforme proposto em reunião com os integrantes
   do grupo.
11 Criado linha para definir brilho máximo dos leds de 0 a 100%.
   Realizado algumas pequenas correções no código.

13
   Versão: 6
15 Alterado setas para mostrar de forma vertical.
   Incluído numeração em cada nivel das setas de forma experimental do
   formato.
17 Colocar logica de abortar no final da execução do teste completo.

19 */

21 // Inclusão de bibliotecas
#include <esp_now.h>
23 #include <WiFi.h>
#include <FastLED.h>

25 #define BRILHO_LED 20          // Define o brilho dos leds , sendo ajustado
   de 0 a 255

27 //Variáveis para uso no programa
29 bool fimNivel = false;        // Sinal para finalizar um nivel e iniciar
   ou terminar o teste.
   bool lado = false;           // Lado do sinalizador , true é o cone 1,
   false é o cone 2.
31 bool rascLado = false;        // Rascunho para armazenar informação do
   lado inicial.
   int cone = 0;                 // Sinaliza qual cone é para mudança das
   cores
33 int contagemCiclos = 0;        // Contagem de numeros de ciclos
   realizados.
   int contagemVoltas = 0;        // Contagem de numeros de niveis
   realizados.
```

```

35 int tempoVolta      = 1000;      // Define a velocidade das barras no
    estagio , dado em ms.
int nivelLed          = 0;         // Nivel da barra de led , sendo 0 todo
    apagado e 15 todo acesso.
37 int seqAbortagem    = 0;         // Sequencia para a abortagem do teste
int setas[11][8][32]{
39 {
    //Gera setas verticais e numero 2
41 {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0,
    0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0},
    {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
43 {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
    {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
45 {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
    {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1,
    0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
47 {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
    1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
    {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
    1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0}
49 },{
    //Gera setas verticais e numero 3
51 {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
    0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0},
    {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
53 {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
    {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
55 {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
    {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 1,
    0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
57 {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1,
    1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
    {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
    1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0}
59 },{
    //Gera setas verticais e numero 4
61 {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0},

```

```

63 {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
    1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
    {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
    1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
    {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
    1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
65 {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
    1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
    {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1,
    1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
67 {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1,
    1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
    {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0}
69 },{
    //Gera setas verticais e numero 5
71 {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1,
    1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0},
    {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
73 {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
    {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
75 {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
    {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
77 {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
    {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0,
    0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0}
79 },{
    //Gera setas verticais e numero 6
81 {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1,
    1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0},
    {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1,
    0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
83 {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1,
    0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
    {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
    0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
85 {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
    0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
    {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1,
    0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},

```

```

87 {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1,
    0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
    {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0,
    0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
89 },{
    //Gera setas verticais e numero 7
91 {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
    1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0},
    {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
    0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
93 {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
    0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
    {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0,
    0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
95 {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0,
    0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
    {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0,
    0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
97 {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1,
    0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
    {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
    1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
99 },{
    //Gera setas verticais e numero 8
101 {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 1,
    1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0},
    {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
    0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
103 {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
    0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
    {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
    0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
105 {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
    0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
    {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
    0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
107 {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
    0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
    {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 1,
    1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
109 },{
    //Gera setas verticais e numero 9
111 {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1,
    1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0},
    {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
    0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0},

```

```

113 {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
      0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
114 {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
      0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
115 {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
      0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
      {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
        0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
117 {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0,
      0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
      {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
        1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0}
119 },{
      //Gera setas verticais e numero 10
121 {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
      1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0},
      {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
        0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
123 {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1,
      1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
      {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0,
        0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
125 {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0,
      0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
      {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0,
        0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
127 {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0,
      0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
      {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1,
        1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0},
129 },{
      //Gera setas verticais e numero 11
131 {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
      1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0},
      {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
        0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
133 {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
      1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
      {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
        0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
135 {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
      1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
      {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
        0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
137 {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
      1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},

```

```

    {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
      0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0}
139 }.{
    //Gera setas verticais e numero 12
141 {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
      1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0},
    {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
      0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
143 {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0,
      0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
    {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0,
      0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
145 {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0,
      0, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
    {0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1,
      0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
147 {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0,
      1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0},
    {0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0,
      0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0}
149 }
};
151 int traco [8][32]{
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
      0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0},
153 {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
      0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0},
    {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
      1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
155 {1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0,
      0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1},
    {0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1,
      1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0},
157 {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
      1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1},
    {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
      0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0},
159 {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
      0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
};
161 int estagios [12][4]{
    {1,20000,3,3}, {2,15000,4,7}, {3,12000,5,12}, {4,10000,6,18},
      {5,8571,7,25}, {6,7500,8,33}, {7,6666,9,42}, {8,6000,10,52},
      {9,5454,11,63}, {10,5000,12,75}, {11,4615,13,88}, {12,4285,14,102}
163 }; // 1° Parametro - Estagio, 2° Parametro - Tempo em cada volta, 3°
      Parametro - Quantidade de voltas, 4° Parametro - Acumulado de voltas

```

```

165 // Inicia variáveis de tempo
    unsigned long millisOneRunTeste = millis(); // Tempo para controle do
        ciclo
167 unsigned long millisPrintDados = millis(); // Tempo para imprimir dados
        na tela
    unsigned long millisAbortaTeste = millis(); // Tempo para paralisar o
        teste
169
171 #define NUM_LEDS 256
172 #define DATA_PIN 25
    CRGB leds[NUM_LEDS];
173
174 // Define a estrutura da mensagem
175 typedef struct struct_message {
    int estado = 9;
177 } struct_message;
178
179 // Cria um objeto estruturado
    struct_message myData;
181
182 // Callback function executed when data is received
183 void OnDataRecv(const esp_now_recv_info_t *info, const uint8_t *
    incomingData, int len) {
    // Você ainda pode acessar o endereço MAC se necessário
185     const uint8_t *mac = info->src_addr;
186
187     // Copie os dados recebidos para a estrutura myData
    memcpy(&myData, incomingData, sizeof(myData));
189
190     // Opcional: caso queira debugar, imprima informações adicionais
191     //char macStr[18];
    //snprintf(macStr, sizeof(macStr), "%02X:%02X:%02X:%02X:%02X:%02X", mac
        [0], mac[1], mac[2], mac[3], mac[4], mac[5]);
193     //Serial.print("Pacote recebido do MAC: ");
    //Serial.println(macStr);
195 }
196
197 void setup() {
    // Set up Serial Monitor
199     Serial.begin(115200);
200
201     // Set ESP32 as a Wi-Fi Station
    WiFi.mode(WIFI_STA);
203
204     // Initialize ESP-NOW
205     if (esp_now_init() != ESP_OK) {
        Serial.println("Erro na inicialização do ESP-NOW");
    }
}

```

```

207     return;
208 }
209
210 // Register callback function
211 esp_now_register_recv_cb (OnDataRecv);
212
213 FastLED.addLeds<WS2812,DATA_PIN,GRB>(leds ,NUM_LEDS);
214 FastLED.setBrightness(BRILHO_LED);
215 if(lado){
216     cone = 1;
217     rascLado = true;
218 }
219 else{
220     cone = 2;
221     rascLado = false;
222 }
223 }
224
225 void loop() {
226     imprimeDados();
227     if(contagemCiclos > 11){
228         myData.estado = 0;
229     }
230     switch (myData.estado){
231     case 0:
232         abortaTeste();
233         lado = rascLado;
234         contagemCiclos = 0;
235         contagemVoltas = 0;
236         nivelLed = 0;
237         fimNivel = false;
238         break;
239     case 1:
240         seqAbortagem = 0;
241         tempoVolta = estagios[contagemCiclos][1];
242         if (!lado and !fimNivel ){
243             avancoBarras(tempoVolta, nivelLed, millisOneRunTeste);
244             if(nivelLed == 16){
245                 nivelLed = 0;
246                 lado = true;
247                 contagemVoltas++;
248                 if(contagemVoltas == estagios[contagemCiclos][3]){
249                     fimNivel = true;
250                     nivelLed = -16;
251                     contagemCiclos++;
252                     ledsDesligados();
253                 }

```

```

255         break;
256     }
257     if (lado and !fimNivel ){
258         ladoAguarde(tempoVolta , nivelLed , millisOneRunTeste);
259         if(nivelLed == 16){
260             nivelLed = 0;
261             lado = false;
262             contagemVoltas++;
263             ledsDesligados();
264             if(contagemVoltas == estagios[contagemCiclos][3]){
265                 fimNivel = true;
266                 nivelLed = -16;
267                 contagemCiclos++;
268             }
269             break;
270         }
271     }
272     if (!lado and fimNivel ){
273         tempoVolta = estagios[contagemCiclos][1];
274         geraSetas(setas , tempoVolta*0.1 , nivelLed , contagemCiclos ,
275             millisOneRunTeste);
276         avancoBarras(tempoVolta*0.9 , nivelLed , millisOneRunTeste);
277         if(nivelLed == 16){
278             nivelLed = 0;
279             lado = true;
280             fimNivel = false;
281             contagemVoltas++;
282             break;
283         }
284     }
285     if (lado and fimNivel ){
286         tempoVolta = estagios[contagemCiclos][1];
287         geraSetas(setas , tempoVolta*0.1 , nivelLed , contagemCiclos ,
288             millisOneRunTeste);
289         ladoAguarde(tempoVolta*0.9 , nivelLed , millisOneRunTeste);
290         if(nivelLed == 16){
291             nivelLed = 0;
292             lado = false;
293             fimNivel = false;
294             contagemVoltas++;
295             ledsDesligados();
296             break;
297         }
298     }
299     break;
300 case 3:

```

```

299     break;
300 }
301 }

302 void avancoBarras(int tempoVolta, int &nivelLed, unsigned long &
millisOneRunTeste){
    if((millis() - millisOneRunTeste) > tempoVolta/16 && nivelLed < 16 &&
        nivelLed >= 0){
303         millisOneRunTeste = millis();
        // for(int j = 0; j <= 7; j++){
307         //     if(cone == 1) leds[nivelLed*8 + j] = CRGB::Green;
        //     if(cone == 2) leds[nivelLed*8 + j] = CRGB::Blue;
309         // }
        // for(int j = 255; j >= 248 ; j--){
311         //     if(cone == 1) leds[j-(nivelLed*8)] = CRGB::Green;
        //     if(cone == 2) leds[j-(nivelLed*8)] = CRGB::Blue;
313         // }
        if(cone == 1) fill_solid(leds, NUM_LEDS, CRGB::Green);
315         if(cone == 2) fill_solid(leds, NUM_LEDS, CRGB::Blue);
        FastLED.show();
317         nivelLed++;
    }
319 }

320 void ladoAguarde(int tempoVolta, int &nivelLed, unsigned long &
millisOneRunTeste){
    if((millis() - millisOneRunTeste) > tempoVolta/16 && nivelLed < 16 &&
        nivelLed >= 0){
323         millisOneRunTeste = millis();
        for (int j=0;j<32;j++){
325             for (int i=0;i<8;i++){
                if (!(j&1)and traco[i][j]==0) leds[j*8+i] = CRGB::Black;
327                 if (!(j&1)and traco[i][j]!=0) leds[j*8+i] = CRGB::White;
                if (j&1 and traco[i][j]==0 ) leds[j*8+7-i] = CRGB::Black;
329                 if (j&1 and traco[i][j]!=0 ) leds[j*8+7-i] = CRGB::White;
            }
331        }
        nivelLed++;
333        if(nivelLed == 0) ledsDesligados();
        FastLED.show();
335    }
    }
337 }

338 void ledsVermelhos(){
339     fill_solid(leds, NUM_LEDS, CRGB::Red);
    FastLED.show();
341 }

```

```

343 void ledsDesligados() {
    fill_solid(leds, NUM_LEDS, CRGB::Black);
345 FastLED.show();
}
347 void geraSetas(int setas [11][8][32], int tempoSeta, int &nivelLed, int &
    contagemCiclos, unsigned long &millisOneRunTeste){
349 if((millis() - millisOneRunTeste) > tempoSeta/16 && nivelLed < 0){
    millisOneRunTeste = millis();
351 for (int j=0;j<32;j++){
    for (int i=0;i<8;i++){
353         if (!(j&1)and setas[contagemCiclos-1][i][j]==0) leds[j*8+i] =
            CRGB::Black;
            if (!(j&1)and setas[contagemCiclos-1][i][j]!=0) leds[j*8+i] =
            CRGB::Yellow;
355         if (j&1 and setas[contagemCiclos-1][i][j]==0 ) leds[j*8+7-i] =
            CRGB::Black;
            if (j&1 and setas[contagemCiclos-1][i][j]!=0 ) leds[j*8+7-i] =
            CRGB::Yellow;
357     }
    }
359     nivelLed++;
}
361 if(nivelLed == 0) ledsDesligados();
    FastLED.show();
363 }

365 void imprimeDados(){
    if((millis() - millisPrintDados) > 1000){
367         millisPrintDados = millis();
        Serial.print("Contagem de ciclos: ");
369         Serial.printf("%3d", contagemCiclos);
        Serial.print(" Contagem de voltas: ");
371         Serial.printf("%3d", contagemVoltas);
        Serial.print(" Tempo da volta: ");
373         Serial.printf("%8d", tempoVolta);
        Serial.print(" Nivel na volta: ");
375         Serial.printf("%3d", nivelLed);
        Serial.println();
377     }
}
379 void abortaTeste(){
381     if((millis() - millisAbortaTeste) > 400){
        millisAbortaTeste = millis();
383         seqAbortagem++;
    }
}

```

```

    }
385 switch (seqAbortagem){
    case 0:
387     ledsVermelhos ();
    break;
389     case 1:
    ledsDesligados ();
391     break;
    case 2:
393     ledsVermelhos ();
    break;
395     case 3:
    ledsDesligados ();
397     break;
    case 4:
399     ledsVermelhos ();
    break;
401     case 5:
    ledsDesligados ();
403     break;
    case 6:
405     ledsVermelhos ();
    break;
407     case 7:
    ledsDesligados ();
409     break;
    default:
411     ledsDesligados ();
    break;
413 }
}

```

Listing C.1 – Código em C++ para configuração dos painéis de LED

Anexo A – Instruções padronizadas do Teste de Shuttle Modificado

TESTE DE SHUTTLE MODIFICADO

Data do teste: ____/____/____

Hora: ____:____

Sexo: () M () F Altura: _____ cm Peso: _____ Kg

FC máxima prevista: _____ bpm 85% _____ bpm

Níveis	Vel. (m/s)	Vel. (mph)	Vel. (Km/ h)	FC bpm	PA (mmHg) <u>sentado</u>	PSE (Borg)	Nº de voltas previstas	Nº de voltas realizadas
Repouso	X	X	X				X	
1	0,50	1,12	1,80				3	
2	0,67	1,50	2,41				4	
3	0,84	1,80	2,89				5	
4	1,01	2,26	3,63				6	
5	1,18	2,64	4,24				7	
6	1,35	3,02	4,86				8	
7	1,52	3,40	5,47				9	
8	1,69	3,78	6,08				10	
9	1,86	4,16	6,69				11	
10	2,03	4,54	7,30				12	
11	2,20	4,92	7,92				13	
12	2,37	5,30	8,53				14	
Final	X	X	X				102	

Distância percorrida: _____ m % do previsto: _____

Tempo total do teste: _____

Motivo de interrupção: _____

Obs: _____

Instruções:

- O trajeto deve ser identificado por dois cones inseridos a 0,5m de cada extremidade para evitar a mudança bruscas de direção

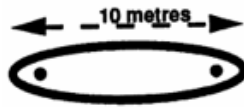


Figure 1 Diagram of the shuttle walk

- Mostrar o primeiro estágio e a primeira volta do segundo estágio
- Alcançar o cone antes do sinal – instruídos a permanecer até que o sinal indicasse que eles poderiam prosseguir (marchar no lugar)
- O avaliador só vai até o paciente no final da última volta de cada estágio para anotar a FC
- Não é dado nenhum incentivo. O único contato verbal é dado a cada minuto para aumentar um pouco a velocidade da caminhada

Interrupção: Sintoma limitante para manter a velocidade requerida ou

- (a) Se o paciente não conseguiu completar um percurso no tempo permitido (estava a mais de 0,5 m de distância do cone quando o bip tocou) – NÃO CONTAR ESSA VOLTA

- Ao final do teste, medir imediatamente, PA, FC e Borg. (Paciente sentado).

Obs: Para uso da escala de Borg na avaliação da percepção subjetiva do esforço (PSE) perguntar ao paciente “por favor, avalie usando esta escala qual é a intensidade do seu esforço físico agora”.

Table 1 Borg's Ratings of Perceived Exertion (RPE) scale with authors' instructions and comments (modified from Borg [26], with permission)

General instructions	Rating	Description	Specific comments
While exercising we want you to rate your perception of exercise, i.e. how heavy and strenuous the exercise feels to you. The perception of exertion depends mainly on the strain and fatigue in your muscles and on your feeling of breathlessness or aches in the chest	6	No exertion at all	Normal, healthy person walking slowly at own pace for some minutes
	7	Extremely light	
	8		
	9	Very light	
Look at the rating scale: we want you to use this scale from 6 to 20, where 6 means 'no exertion at all' and 20 means 'maximal exertion'	10		Somewhat hard but still feels OK to continue
	11	Light	
	12		
Try to appraise your feeling of exertion as honestly as possible, without thinking about what the actual physical load is. Don't underestimate it, but don't overestimate it either. It's your own feeling of effort and exertion that's important, not how it compares to other people's. What other people think is not important either. Look at the scale and the expressions and then give a number	13	Somewhat hard	Very strenuous. A healthy person can still go on, but really has to push him/herself. Feels very heavy and the person is very tired
	14		
	15	Hard (heavy)	
	16		
	17	Very hard	
	18		
	19	Extremely hard	
	20	Maximal exertion	

Instruções Gerais	Avaliação da intensidade do esforço	Descrição da intensidade do esforço	Comentários específicos
- Enquanto se exercita, queremos que você avalie sua percepção do esforço, ou seja, o quão difícil e forte o exercício parece para você. A percepção do esforço depende principalmente da força que seus músculos estão fazendo, do cansaço deles e da sua sensação de falta de ar ou dores no peito. - Olhe para a escala de avaliação: queremos que você use esta escala de 0 a 10, onde 0 significa "nenhum esforço" e 10 significa "esforço máximo". - Tente avaliar sua sensação de esforço da forma mais honesta possível, sem pensar sobre o valor da carga que lhe está sendo imposta (ex.: quantos quilos está levantando ou a quantos km/h está caminhando). Não subestime e nem superestime a sua percepção do esforço. A intensidade do esforço avaliada a partir do que você está sentindo, ou seja, da sua percepção, é o que importa e esta não é comparável a percepção do esforço de outras pessoas. O que outras pessoas também acham que não é importante. Olhe para a escala de avaliação e, em seguida, dê um número.	0	Nenhum	Normal, ou sejam uma pessoa saudável caminhando lentamente em seu próprio ritmo por alguns minutos.
	0,5	Extremamente leve	
	1	Muito leve	
	2	Leve	Um pouco difícil, mas ainda parece bom para continuar.
	3	Moderado	
	4	Um pouco forte	
	5	Forte	Muito cansativo. Uma pessoa saudável ainda pode continuar, mas realmente tem que se esforçar. Parece muito pesado e a pessoa está muito cansada.
	6		
	7	Muito forte	
	8		Nível de esforço extremamente cansativo. Para a maioria das pessoas é o esforço mais forte que elas já fizeram. Máximo
	9	Extremamente forte	
	10		

ANEXO B – Parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA - UFJF



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Adaptação, viabilidade e reprodutibilidade do Teste de Shuttle Modificado para pessoas surdas

Pesquisador: TAYNARA DA SILVA RIBEIRO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 77021924.8.0000.5147

Instituição Proponente: Universidade Federal de Juiz de Fora UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.845.754

Apresentação do Projeto:

As informações transcritas nos campos *Apresentação do Projeto*, *Objetivo da Pesquisa* e *Avaliação dos Riscos e Benefícios* foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa.

"Trata-se de um estudo transversal a ser conduzido a partir da data de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora. A amostra será de conveniência, em que pessoas surdas acompanhadas pelos tutores /intérpretes em Libras da Faculdade de Letras/Libras da UFJF, bem como pessoas surdas da comunidade serão convidadas a participar. O estudo será realizado nas dependências da Universidade Federal de Juiz de Fora - MG. Todos os indivíduos que concordarem em participar do estudo assinarão o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)."

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo primário: "O objetivo central deste estudo é desenvolver uma adaptação do TSM que seja orientada por sinais visuais e táteis, proporcionando uma abordagem inclusiva para avaliar a capacidade física em pessoas surdas."

Objetivo secundário: "Como objetivos secundários, pretendemos avaliar a viabilidade e a reprodutibilidade dessa adaptação específica do teste em pessoas surdas."

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

CEP: 36.036-900

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)2102-3788

E-mail: cep.propp@ufjf.br

Continuação do Parecer: 6.845.754

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: "Os testes de exercício podem aumentar a frequência cardíaca, e a resposta pressórica arterial, causar fadiga e dispneia leve a moderada, mas estes são sinais normais durante o esforço. Estes sinais serão cuidadosamente monitorizados dentro de limites seguros, ou seja, o examinador poderá interromper os testes caso ameace a segurança do participante durante o teste. Caso o participante não seja capaz de continuar o teste ou diante de qualquer desconforto extremo, este poderá também pedir para interromper o teste. Dessa forma, os riscos são mínimos. Os participantes serão assistidos por profissionais e pesquisadores experientes e treinados para evitar qualquer intercorrência associada aos procedimentos do estudo. Em caso de qualquer evento ou sintomatologia adversa apresentada pelo participante durante o teste, será imediatamente interrompido. Os pesquisadores estão aptos a prestar o primeiro atendimento se precisar, e podem conduzir o participante para atendimento pela equipe do Hospital Dia na Unidade Dom Bosco do HU/UFJF, se necessário."

Benefícios: "Os participantes desse estudo podem se beneficiar diretamente ao obterem uma avaliação física por profissionais especializados, na qual será fornecido um feedback dos resultados do teste e suas implicações no que se refere ao estado funcional e nível de condicionamento físico do participante."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos previstos na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as disposições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO
UF: MG Município: JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788

CEP: 38.036-900

E-mail: cep.propp@ufjf.br

Continuação do Parecer: 6.845.754

arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as normas definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com o que prevê o Manual Operacional para CEPs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com a regulamentação definida na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, sanadas inteiramente as pendências apontadas no parecer anterior, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecidos na Res. 466/12 CNS e Norma Operacional N° 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: 05/12/2025.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional N°001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_2272139.pdf	17/04/2024 13:59:28		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_surdos_correcoes_marcadas.pdf	08/04/2024 19:41:02	TAYNARA DA SILVA RIBEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE_equipe_laboratorio.pdf	08/04/2024 19:37:31	TAYNARA DA SILVA RIBEIRO	Aceito

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

CEP: 38.038-900

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)2102-3788

E-mail: cep.propp@ufjf.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA - UFJF



Continuação do Parecer: 6.845.754

Justificativa de Ausência	TCLE_equipe_laboratorio.pdf	08/04/2024 19:37:31	TAYNARA DA SILVA RIBEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_surdos_sem_marcacoes.pdf	08/04/2024 19:37:12	TAYNARA DA SILVA RIBEIRO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado_correcoes_marcadas.pdf	08/04/2024 19:36:55	TAYNARA DA SILVA RIBEIRO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado_sem_marcacoes.pdf	08/04/2024 19:36:37	TAYNARA DA SILVA RIBEIRO	Aceito
Outros	Curriculo_lattes_equipe.pdf	08/04/2024 19:02:22	TAYNARA DA SILVA RIBEIRO	Aceito
Cronograma	Cronograma_shuttle.pdf	08/04/2024 18:58:23	TAYNARA DA SILVA RIBEIRO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_de_infraestruturaassinada.pdf	10/01/2024 20:38:46	TAYNARA DA SILVA RIBEIRO	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rostoassinada.pdf	10/01/2024 20:37:20	TAYNARA DA SILVA RIBEIRO	Aceito
Outros	Termo_de_confidencialidade_e_sigilof.pdf	10/01/2024 11:11:10	TAYNARA DA SILVA RIBEIRO	Aceito
Orçamento	Orcamento_shuttle.pdf	10/01/2024 10:50:48	TAYNARA DA SILVA RIBEIRO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 23 de Maio de 2024

Assinado por:

Patrícia Aparecida Baumgratz de Paula
(Coordenador(a))

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

CEP: 38.038-900

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)2102-3788

E-mail: cep.propp@ufjf.br

ANEXO C – Ficha de avaliação cognitiva

Six Item Screener

Gostaria de lhe fazer algumas perguntas que lhe pedem para usar sua memória. Vou falar três palavras. Aguarde até que eu diga as três palavras e repita-as. Lembre-se delas porque eu vou pedir para nomeá-las novamente em alguns minutos. Por favor, repita estas palavras para mim:

MAÇÃ - MESA – CENTAVO

O paciente repetiu corretamente as três palavras?	Sim	Não
	Incorreta	Correta
1 – Em que ano estamos?	0	1
2 – Em que mês estamos?	0	1
3 – Em que dia da semana estamos?	0	1
4 – Quais foram as três palavras que eu pedi para você lembrar?		
MAÇÃ	0	1
MESA	0	1
CENTAVO	0	1

Escore final: _____

ANEXO D – CERTIFICADO DE PREMIAÇÃO NO CONGRESSO DO SUDESTE DE FISIOTERAPIA RESPIRATÓRIA, CARDIOVASCULAR E TERAPIA INTENSIVA DA ASSOBRAFIR



Certificamos que o trabalho intitulado

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DO TESTE DE SHUTTLE MODIFICADO VISUAL: DADOS PRELIMINARES

de autoria de: TAYNARA DA SILVA RIBEIRO, RAFAELA GONÇALVES MATTOS, SAULO VITOR RIBEIRO, PEDRO VICTOR DOS SANTOS ÁVILA, ANDRÉ AUGUSTO FERREIRA, CARLA COUTO DE PAULA SILVÉRIO, ANDERSON JOSE, CARLA MALAGUTI

foi premiado com o 1º Lugar, na Área: FISIOTERAPIA CARDIOVASCULAR – ADULTO
apresentado na forma de APRESENTAÇÃO ORAL, no V Congresso do Sudeste de Fisioterapia Respiratória, Cardiovascular
e em Terapia Intensiva da ASSOBRAFIR – SUDEFIR e IV Congresso Brasileiro de Fisioterapia Respiratória nos Distúrbios
Respiratórios do Sono e do II Congresso Latino-americano de Fisioterapia Respiratória nos
Distúrbios Respiratórios do Sono

realizado no período de 02 a 04 de outubro de 2025, em Belo Horizonte, MG.

Belo Horizonte, 04 de outubro de 2025.


Dr. Alexandre Simões Dias
Presidente da ASSOBRAFIR


Dra. Clarissa Maria de Pinho Matos
Diretora da Regional Minas Gerais da ASSOBRAFIR


Dr. Carlos Augusto Marçal Camilo
Diretor científico da ASSOBRAFIR