

Universidade de São Paulo

**Monitoramento da Frequência Cardíaca sem contato, baseado em
fotopletismografia com uso de Webcam durante repouso e atividades de
Realidade Virtual em pessoas com Paralisia Cerebral**

Luana de Almeida Andrade

Programa: Ciências da Atividade Física

São Paulo

2023

RESUMO

Os achados clínicos nos portadores de paralisia cerebral (PC), fazem ligação direta com os altos índices de sedentarismo por eles apresentados. E a inatividade física é um fator de risco para o desenvolvimento de doenças como isquêmica do coração, doença cerebrovascular, entre outras. Diante disso, vemos a importância de monitorar de perto o estado de saúde de pessoas com PC, e a frequência cardíaca (FC) é um parâmetro que pode ser medido de forma rápida e fácil, podendo também ser usada como forma de avaliar a saúde cardiovascular e os potenciais riscos. Esta pesquisa trata-se de um estudo transversal, onde o participante portador de PC, irá realizar atividades de realidade virtual em um dispositivo com câmera de luz visível (RGBcam) denominado TOTEM. Serão utilizadas duas tarefas de 5 minutos e mais cinco minutos em repouso para monitoramento a distância de sinais vitais. Serão incluídos no estudo crianças e adultos com Paralisia Cerebral (PC), de ambos os sexos, com *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS) nível I a V e *Manual Ability Classification System* (MACS) nível I a V. Trabalhamos com a hipótese de que dispositivos de baixo custo com RGBcam como celulares ou notebooks, sejam ferramentas para telerreabilitação por meio de jogos sérios que monitorem a Frequência Cardíaca do jogador. Sendo nosso principal objetivo com esse estudo capturar a Frequência Cardíaca, sem contato, do indivíduo com Paralisia Cerebral em repouso e durante a execução de uma tarefa computacional em realidade virtual não imersiva.

Palavras-chaves: Paralisia Cerebral, Realidade virtual, Inteligência Artificial, Telemedicina

1. INTRODUÇÃO

A paralisia cerebral (PC) é primariamente um distúrbio neuromotor ocasionado por uma lesão não progressiva do cérebro em desenvolvimento comprometendo o desenvolvimento do movimento, tônus muscular e postura. No Brasil a prevalência de PC é subestimada, porém, com base nos países em desenvolvimento há uma estimativa entre 1,5 a 5,9 por 1000 nascidos vivos em países industrializados, e em países de baixa e média renda a prevalência pode ser ainda maior (Rosenbaum et al, 2006; Richards et al, 2013).

Os achados clínicos da PC variam de acordo com a extensão da lesão e da área neurológica afetada fazendo com que uma série de comorbidades que não fazem parte da definição central da PC possam ser encontradas, mais comumente dor (75%), deficiência intelectual (50%), incapacidade de andar (33%), deslocamento do quadril (33%), incapacidade de falar (25%), epilepsia (25%), incontinência (25%) e distúrbios comportamentais ou do sono (20% a 25%). Outros estudos mostraram achados clínicos adicionais, como perda auditiva, cegueira e progressão da escoliose por espasmo muscular (Leite et al, 2004; Zanini et al, 2009; Fonseca et al, 2011; O'Shea 2008; Novak et al, 2012).

Com base nos dados apresentados, há uma relação direta entre os achados clínicos dos portadores de PC com altos níveis de comportamento sedentário apresentado por eles desde a primeira infância. Strauss et al. (1999), relataram que adultos com PC nos EUA tinham um maior índice de morte por doença isquêmica do coração, doença cerebrovascular, câncer, pneumonia, doença pulmonar obstrutiva crônica e doenças do sistema digestivo. E a inatividade física é um fator de risco para o desenvolvimento dessas doenças. Está bem estabelecido que pessoas com PC apresentam pouca adesão à prática de atividade física ao longo da vida o que pode explicar, em parte, as taxas de mortalidade. Outra explicação para um risco aumentado de mortalidade em adultos com PC podem ser o mau diagnóstico e manejo inadequado desses pacientes (Opheim A. et al, 2009; Strauss et al, 1999; Ryan JM et al, 2018; Ryan JM et al, 2019).

Diante disso vemos a importância de monitorar de perto o estado de saúde de pessoas com PC, uma vez que alguns riscos modificáveis podem ser alterados. A FC é um parâmetro que pode ser medido de forma rápida e fácil, ela é regulada pelo sistema nervoso autônomo e é essencial para as adaptações do débito cardíaco relacionado às necessidades metabólicas, podendo também ser usada como forma de avaliar a saúde cardiovascular e os potenciais riscos (Sabbah et al, 2011).

Nesse contexto, com a evolução dos dispositivos com câmeras e os algoritmos de inteligência artificial, cria-se novas formas de intervenção suportadas por tecnologias modernas, que se baseiam no mapeamento de sinais vitais sem contato e no uso de tarefas motoras e/ou cognitivas em ambientes virtuais. Esse acompanhamento realizado durante tarefas personalizadas gera imagens e dados, que associados com as condições de saúde, o tipo e o nível da PC do indivíduo oferece um terreno fértil de aprendizado sobre a doença, predição de sua evolução, controle dos sintomas mais prevalentes e criação de novos protocolos personalizados de tratamento.

As intervenções terapêuticas para crianças e jovens com PC evoluíram consideravelmente. E essa evolução tem mostrado uma mudança de foco sobre abordar primariamente sintomas e deficiências visando a melhora da função, para focar no treino de tarefas da vida real que são importantes para a pessoa, além de abordar diretamente a sua participação plena na comunidade.

Por isso, o objetivo deste estudo é apresentar e analisar a aplicação da fotopletismografia no monitoramento da FC em pacientes com paralisia cerebral. Ao estudar a aplicação da fotopletismografia nesses pacientes, busca-se obter uma ferramenta eficiente e precisa para o monitoramento da FC, proporcionando um diagnóstico precoce de complicações e a possibilidade de implementar intervenções imediatas e personalizadas para melhorar sua qualidade de vida e saúde geral.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO PRIMÁRIO

Capturar a Frequência Cardíaca, sem contato, do indivíduo com Paralisia Cerebral em repouso e durante a execução de uma tarefa computacional em realidade virtual não imersiva.

OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Comparar a captura da Frequência Cardíaca por meio da fotopletismografia em vídeo com métodos convencionais de captura.
- Comparar as variáveis dependentes (sinais vitais, performance de tarefa/jogo, padrão de movimento) com as variáveis independentes (nível de atividade física e avaliações funcionais).

3. MÉTODO

DESENHO E LOCAL DO ESTUDO

Trata-se de um estudo transversal, onde o pesquisador treinado realizará a intervenção das tarefas virtuais por meio de um computador com tela sensível ao toque e uma câmera de luz visível (RGBcam) denominado TOTEM. As tarefas serão realizadas na sede da APAE, em Tatuí - SP, com pessoas diagnosticadas com Paralisia Cerebral. Serão utilizadas duas tarefas de 5 minutos e mais cinco minutos em repouso para monitoramento a distância de sinais vitais.

ASPECTOS ÉTICOS

Os participantes realizarão os jogos propostos com supervisão de um profissional experiente, denominado Avaliador, e durante a tarefa serão filmados pela webcam do computador. O projeto apresenta risco mínimo de realizar a tarefa em pé que durante o jogo poderá ter algum desequilíbrio. Para tanto, caso a tarefa seja praticada em pé, o avaliador ficará posicionado atrás do participante oferecendo apoio físico quando necessário.

SELEÇÃO DOS PARTICIPANTES

Os participantes serão selecionados por conveniência, por meio de mídias, redes sociais e participantes da APAE Tatuí-SP.

CÁLCULO AMOSTRAL

Calculou-se o tamanho da amostra por meio do software estatístico (GPower 3.1.5) na principal medida de resultado (ou seja, o escore motor). Este cálculo foi baseado em dados de um estudo com um grupo de indivíduos com PC (

Israeli-Mendlovic, 2014) e utilizou-se poder de teste de 0,80; o alfa foi de 0,05; e o tamanho do efeito foi 0,65 (d de Cohen). A estimativa da amostra indicou que 60 participantes seriam necessários para uma intervenção de captura de imagens. Sendo 30 participantes com desenvolvimento típico e 30 com PC.

CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

3.1.1. CRITÉRIO DE INCLUSÃO

Serão incluídos no estudo crianças e adultos com Paralisia Cerebral (PC), de ambos os sexos, com *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS) nível I a V e *Manual Ability Classification System* (MACS) nível I a V.

3.1.2. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Serão excluídos os participantes incapazes de compreender e executar as orientações e comandos específicos da intervenção; desistência da participação ou não adaptação do protocolo de intervenção proposto; em caso de falta e não comparecimento das sessões online ou aqueles que apresentarem falha técnica nos dispositivos tecnológicos (computador/ tablet).

4. INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DOS DESFECHOS DO ESTUDO

A seguir serão apresentadas as escalas utilizadas para este estudo.

4.1 *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS)

O *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS) é um sistema de classificação motora grossa padrão, confiável e válido, sendo aplicado em indivíduos com paralisia cerebral (PC). Este instrumento de avaliação, analisa o indivíduo em cinco níveis, de acordo com sua capacidade de movimento, limitações funcionais, necessidade de usar dispositivos auxiliares para marcha ou a necessidade de cadeira de rodas (PALISANO et al. 1997; PALISANO et al., 2008). A classificação será realizada através da análise de vídeo dos participantes e confirmada com os terapeutas e pais por meio da videoconferência.

4.2 *Manual Ability Classification System* (MACS)

O *Manual Ability Classification System* (MACS) descreve como crianças e adolescentes com PC utilizam as mãos para manipular objetos nas atividades de vida

diárias (ELIASSON et al., 2006). O MACS descreve cinco níveis os quais são baseados na capacidade auto-iniciada das crianças e adolescentes de lidarem com objetos e na necessidade de assistência ou adaptação para realizar a atividade manual na vida cotidiana (ELIASSON et al., 2006). A classificação também será realizada através da análise de vídeo dos participantes e confirmada com os terapeutas e pais por meio da videoconferência.

4.3 Questionário de perfil dos participantes (QP)

O questionário de perfil dos participantes (QP) contém informações sobre sua idade, peso, altura, e-mail, condição de saúde, terapias e atividades que as crianças e adolescentes participam durante suas rotinas diárias.

4.4 Questionário de perfil tecnológico e sociodemográfico dos participantes (PT)

O questionário de perfil tecnológico e sociodemográfico dos participantes (PT), contendo questões relacionadas a interesses e preferências tecnológicas, tempo de uso de dispositivos tecnológicos, reabilitação através de tecnologias, contato com jogos de realidade virtual, informações sociodemográficas como escolaridade materna e paterna e renda familiar.

4.5 Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)

O Questionário Internacional de Atividade Física IPAQ versão curta foi validado para a população brasileira por Matsudo et al (2001) (MATSUDO, 2001). Este instrumento teve sua reprodutibilidade e validade testadas para adolescentes brasileiros. A versão curta é composta por sete questões referentes à frequência e duração da atividade física na rotina do participante. Não há superioridade entre as duas formas do questionário, e para este estudo, optou-se pela versão curta, pois leva menos tempo de aplicação (MATSUDO, 2001). A partir dos resultados, o questionário apresenta as seguintes classificações:

Sedentário: se não realiza nenhuma AF por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana;

Insuficientemente ativo A: se realiza 10 minutos contínuos de AF 5 dias por semana ou 150 minutos de AF por semana;

Insuficientemente ativo B: se não atinge nenhum dos critérios de insuficientemente ativo A;

Ativo: se realiza atividades vigorosas >- 3 dias na semana e >- 20 minutos por dia ou atividades moderadas >- 5 dias na semana e >- 30 minutos por dia, ou por mais de 150 minutos por semana;

Muito ativo: se AF vigorosa por >- 5 dias da semana e >- 30 minutos por dia; ou atividade vigorosa por >- 3 dias na semana >-20 minutos por dia associada a atividade vigorosa ou caminhada >- 5 dias com duração de 30 minutos ou mais.

4.6 Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (PEDI)

O perfil funcional das crianças e adolescentes serão avaliados pelo Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (PEDI), sendo um questionário estruturado o qual documenta o desempenho de habilidades de vida diária (MANCINI, 2005). Trata-se de uma avaliação que analisa a disfunção em três domínios: Autocuidado (AC), Mobilidade (MO) e Função Social (FS). O PEDI pode ser realizado de três maneiras: através de entrevista com os pais (cuidadores), observação direta ou julgamento clínico (MANCINI, 2005). Nesta pesquisa, será utilizado o formato de entrevista com os pais, sendo enviado um formulário online (pelo *Googleforms*) via mensagem de celular ou e-mail. O responsável deverá ler as instruções de preenchimento e deverá assinalar todos os itens que o filho (a) realize ou que já tenha realizado, mesmo que não efetue mais a tarefa. Durante o preenchimento, a pesquisadora ficará disponível de forma remota, esclarecendo possíveis dúvidas.

4.7 Percepção Subjetiva de Esforço (PSE)

A Escala de Borg Modificada é uma escala numérica capaz de reproduzir a percepção de esforço durante uma atividade física variando de 0 (repouso) a 10 (atividade extenuante). À medida que os valores numéricos vão aumentando, significa que a percepção do nível de atividade física realizada está aumentando proporcionalmente (BORG, 1982).

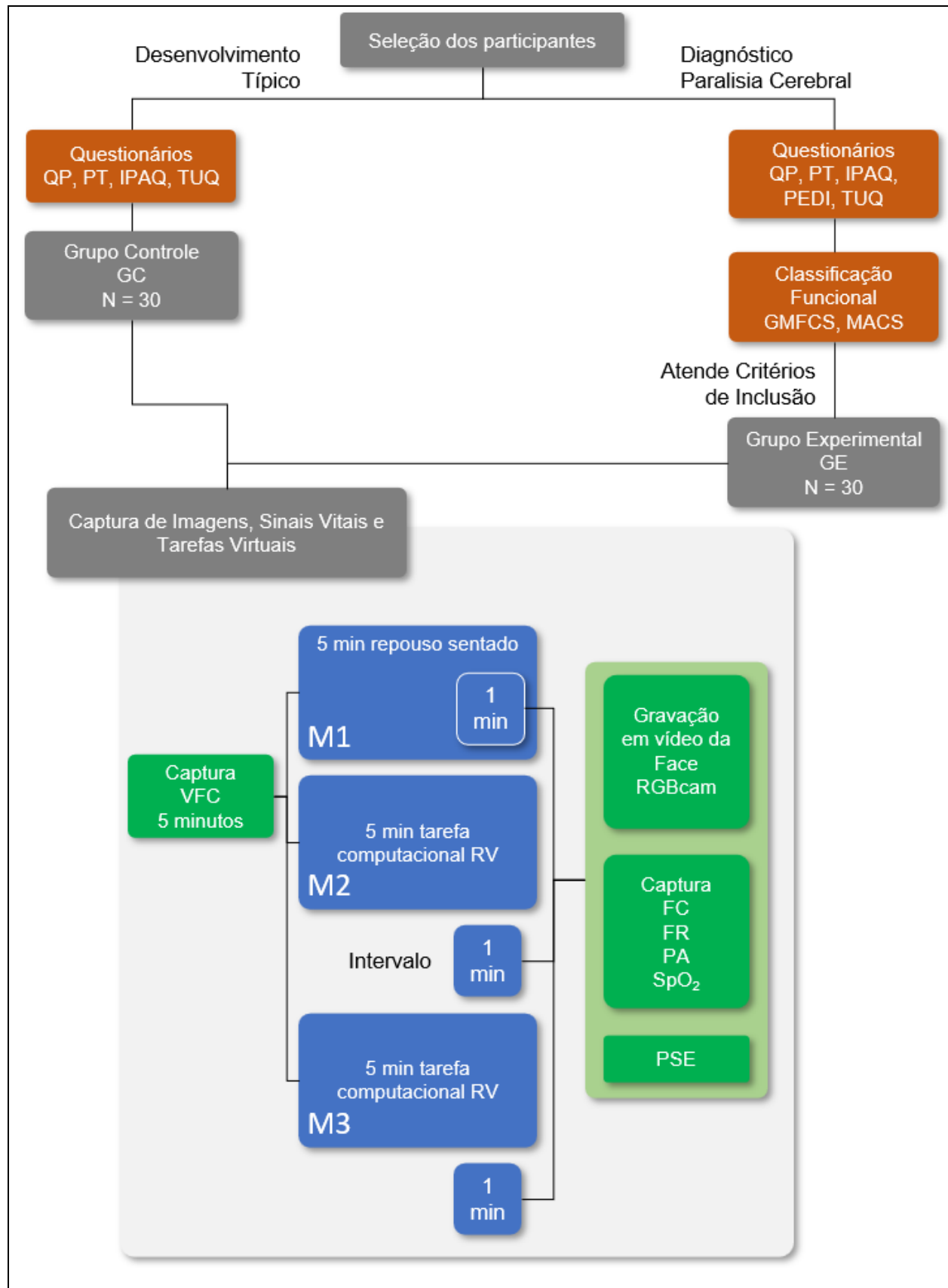
4.8 Questionário de Usabilidade em Telessaúde (TUQ)

O Questionário de Usabilidade em Telessaúde (TUQ) será utilizado para avaliar a usabilidade do sistema de telereabilitação. O TUQ combina itens dos questionários de telessaúde existentes com os dos questionários de usabilidade do computador e foi projetado para ser um questionário abrangente que cobre todos os fatores de usabilidade (ou seja, utilidade, facilidade de uso, eficácia, confiabilidade e satisfação). O TUQ é destinado a clínicos e pacientes. As respostas dos pacientes estão em escala Likert para classificar as respostas (1: discordo totalmente; 2: discordo; 3: discordo um pouco; 4: neutro; 5: concordo um pouco; 6: concordo; 7: concordo plenamente), sendo a pontuação máxima 7 (PARMANTO et al., 2016).

5. PROCEDIMENTOS INICIAIS

O delineamento deste estudo está descrito na figura 1.

Figura 1: Delineamento de estudo



Legenda: **GMFCS**: Gross Motor Classification System, **MACS**: Manual Ability Classification System, **QP**: Questionário de perfil dos participantes, **PT**: Questionário de perfil tecnológico e sociodemográfico dos participantes, **PEDI**: Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade, **IPAQ**: Questionário Internacional de Atividade Física, **PSE**: Percepção Subjetiva de Esforço, **VFC**: Variabilidade da Frequência Cardíaca, **FC**: Frequência Cardíaca, **PA**: Pressão Arterial, **FR**: Frequência Respiratória, **SPO₂**: Saturação Periférica de Oxigênio, **TUQ**: Questionário de Usabilidade em Telessaúde, **RGBcam**: Câmera de Luz Visível, **RV**: Realidade Virtual, **M1**: Momento 1 repouso, **M2**: Momento 2 MoveHero Tarefa RV, **M1**: Momento 2 MoveHero Tarefa RV..

Este estudo será realizado por um pesquisador vinculado ao Programa de Pós-graduação Strictu-sensu em Ciências da Atividade Física da Escola de Artes e Humanidades da Universidade de São Paulo (USP), a qual será responsável por realizar a aplicação dos instrumentos de avaliação e a intervenção com as tarefas de RV.

Inicialmente, o pesquisador contactará os participantes e seus familiares via celular (ligação de vídeo via WhatsApp ou outro tipo de aplicativo que utilize chamada de vídeo como forma de ligação) e, aqueles que preencherem os critérios de inclusão, serão convidados a participar do estudo. Em caso de aceitação na participação do projeto, serão enviados o Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), o Termo de assentimento livre e esclarecido (TALE). O pesquisador esclarecerá todos os itens sobre os termos, assim como orientará a abertura dos documentos no celular, computador ou tablet.

Após essa etapa, a pesquisadora orientará os participantes e cuidadores na escolha de um local com espaço e segurança adequados para execução da tarefa em RV. O local deverá ter a presença de uma mesa ou banco para posicionar o computador/tablet, uma cadeira caso o participante necessite realizar o jogo sentado e ter o mínimo de objetos que poderão influenciar em riscos de quedas e no ambiente virtual, dado que o jogo se dá pela captação da imagem do participante e seu ambiente real para o ambiente virtual.

6. TAREFAS EM REALIDADE VIRTUAL

Os pacientes realizarão a tarefas com realidade virtual denominada MoveHero, individualmente em uma sala da APAE equipada com computador, mesa e cadeira. A

cadeira será ajustada de acordo com a altura e necessidade de cada pessoa, para que estejam posicionadas corretamente durante a realização da tarefa.

Os participantes receberão orientações quanto às posições, para que permaneçam sentadas confortavelmente no uso do computador. Sendo necessário, será colocado apoios para os pés, antebraço e/ou punho para minimizar o impacto de possíveis compensações de tronco. O paciente cadeirante fará uso de sua cadeira de rodas. O avaliador será o responsável por fornecer as instruções e registrar os resultados.

Antes de iniciar a tarefa, a auxiliar de pesquisa fará demonstração da tarefa no computador uma vez, associando a descrição verbal da mesma. Em seguida, o participante iniciará um teste único a fim de verificar se compreenderam as instruções. Isto será um procedimento adotado com todos os participantes.

6.1. Movehero

Desenvolvido na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. O jogo apresenta bolas que caem, em quatro colunas imaginárias na tela do computador, dentro de limites de intervalo entre as quedas e distribuição entre as colunas pré-determinadas pelo pesquisador. A tarefa consiste em não deixar as bolas caírem. Porém, as bolas só podem ser tocadas quando elas alcançarem quatro círculos colocados de forma paralela (em dois níveis de altura), duas à esquerda e duas à direita do participante (0 0 \o/ 0 0). Denominados alvos 1, 2, 3 e 4, conforme visualizados da esquerda para a direita. O jogo capta os movimentos do participante por meio de uma webcam, não necessitando de contato físico para realização da tarefa, portanto o participante deve movimentar as pernas, a uma distância de um metro e meio da tela do computador. O participante deve aguardar a queda das bolas, até que elas comecem a sobrepor um dos círculos alvo (momento em que elas mudam a cor para verde). Portanto, o jogo exige que o participante tenha uma estratégia de antecipar o movimento para alcançar as bolas dentro desses círculos. Para jogar, o participante deve posicionar-se confortavelmente a uma distância aproximada de 3 metros de distância da câmera. O jogo oferece feedback de acerto por meio da mudança da cor da bola para verde quando ela é atingida com sucesso dentro ao alvo,

e também pelo aumento de tamanho da bola antes do seu desaparecimento para realce do acerto. A pontuação total é visível no canto superior esquerdo da tela, sendo adicionado 10 pontos para cada acerto.

8. ESTIMAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA POR FOTOPLETISMOGRAFIA EM VÍDEO

A fotopletismografia em vídeo é uma técnica inovadora e não invasiva que tem ganhado crescente atenção na área da saúde e tecnologia. Essa técnica utiliza uma RGBcam para monitorar variações na intensidade de luz refletida pela pele, em regiões específicas da face de um indivíduo. Durante o ciclo cardíaco, o volume de sangue nas artérias muda, afetando a absorção de luz pela pele. Ao analisar as variações sutis da refração da luz na pele do indivíduo e capturadas pela RGBcam, é possível estimar com precisão a FC, assim como outros indicadores como a VFC, a SpO2 e a PA, cada um com graus de confiança diferentes, mas todos de amplo interesse prático (Islam 2020, Sharma 2022, Karthick 2023, Selvaraju 2022). A fotopletismografia em vídeo se baseia na mesma ideia por trás dos tradicionais sensores de pulsação, como oxímetros de dedo, mas elimina a necessidade de hardware adicional, tornando-a mais conveniente e acessível. Para obter resultados precisos, algoritmos de processamento de imagem são empregados para isolar as mudanças sutis na cor da pele que ocorrem com o batimento cardíaco. Esses algoritmos extraem informações valiosas, permitindo que os profissionais de saúde monitorem a frequência cardíaca de pacientes de forma contínua e não intrusiva. Essa técnica promissora tem o potencial de revolucionar a monitorização de saúde, permitindo a medição da frequência cardíaca de maneira discreta e sem a necessidade de sensores ou dispositivos adicionais. Ela pode ser usada em telemedicina, rastreamento de condições crônicas e aplicações de bem-estar, contribuindo para uma abordagem mais acessível e conveniente à saúde cardiovascular. Além disso, a fotopletismografia em vídeo também pode ter aplicações além da saúde, como na avaliação de estados emocionais e níveis de estresse, ampliando seu potencial para diversas áreas de pesquisa e desenvolvimento. Para o

presente estudo, utilizaremos um algoritmo de estimação da FC por PPG, baseado na transformação de Fourier, desenvolvido pelo PATER USP, e em fase de validação. A transformação de Fourier permite converter um sinal temporal, como as variações na intensidade da luz capturadas em um vídeo, em um espectro de frequência. Isso significa que a técnica pode identificar as diferentes frequências presentes no sinal, o que é fundamental para estimar com precisão a frequência cardíaca, além de permitir a detecção de outros fenômenos fisiológicos relacionados. Através da análise do espectro de frequência obtido com a transformação de Fourier, é possível isolar as frequências correspondentes aos batimentos cardíacos e, assim, calcular a frequência cardíaca do indivíduo em tempo real. Essa abordagem é particularmente útil para a fotopletismografia em vídeo, pois permite a extração de informações valiosas sobre a frequência cardíaca de maneira não invasiva e contínua, contribuindo para aplicações de monitoramento de saúde e bem-estar. (Selvaraju 2022, Sharma, 2022).

7. PROTOCOLO

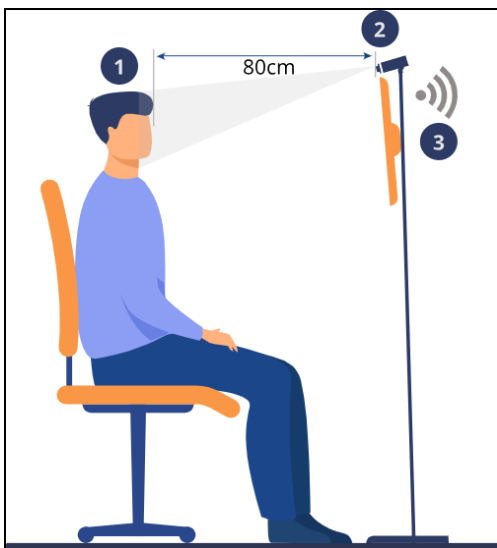
Antes do início da intervenção, o avaliador aplicará o Questionário Sócio Demográfico, GMFCS, MACS, QP, PT, IPAQ, PEDI, PSE e TUQ.

O protocolo consiste em uma única intervenção, cujo objetivo é capturar imagens da face por meio de RGBcam durante um minuto, em 3 momentos: No minuto final do repouso (M1) e no logo após o término dos 5 minutos de tarefa em RV (M2 e M3)

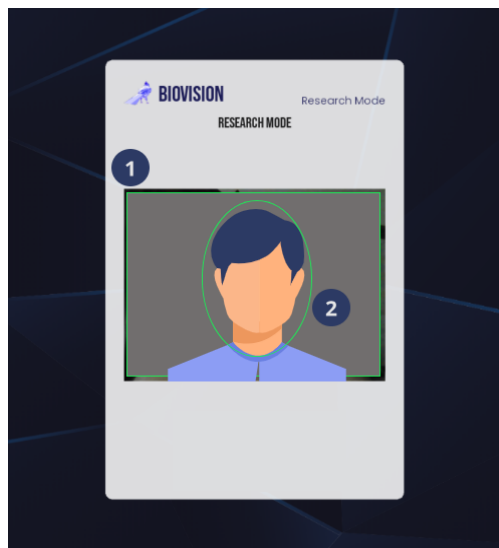
Para a captura das imagens, o indivíduo estará sentado confortavelmente a uma distância aproximada de 80 centímetros do TOTEM, com a face alinhada a uma referência fixa, projetada na tela.

Figura 2: Posicionamento do participante

Figura 3: Visão do participante



LEGENDA: 1 posição do participante; 2 Posição RGBcam; 3 posição da tela.



LEGENDA: 1 Enquadramento da câmera; 2 Referência para alinhamento da face.

Durante os 5 minutos em repouso (M1), e as duas tarefas virtuais em RV (M2 e M3), serão captados os intervalos RR para análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca. Durante o último minuto do M1, e por um minuto logo após os M2 e M3, serão captados a Pressão Arterial (PA), Frequência Cardíaca (FC) a Frequência Respiratória (FR) e Saturação de Oxigênio (SpO₂).

Avaliação dos sinais vitais

A FC, VFC, a PA e a SpO₂ serão obtidos por um multiparamétrico. A FR será contada pelo pesquisador em um minuto. Esses parâmetros serão utilizados para comparar as diferenças de sinais vitais após a execução de uma tarefa em RV e a FC será utilizada para a comparação com a FC estimada por fotopletismografia em vídeo.

5. ANÁLISE DE DADOS

Para análise dos dados será realizada estatística descritiva para caracterização da amostra e os resultados serão apresentados com valores de média e desvio-padrão.

Para análise inferencial dos resultados da escala de esforço percebido e satisfação serão analisadas como variáveis dependentes as respectivas pontuações. Se os dados atenderem aos pressupostos para utilização de análise paramétrica, será realizada análise de variância (ANOVA), com medidas repetidas para os momentos de aplicação das escalas. As diferenças, caso existam, serão detectadas pelo teste post-hoc de Tukey-HSD. Caso os pressupostos de normalidade não sejam atendidos, análises não-paramétricas serão utilizadas para identificar e localizar as diferenças: Friedman – post-hoc Wilcoxon como teste (intra-grupo) e Kruskal-Wallis e U de Mann-Whitney como teste post-hoc (inter-grupos). Será definido um nível de significância de 0,05 (5%) e todos os intervalos construídos ao longo do trabalho serão com 95% de confiança estatística. O programa estatístico será o SPSS (Statistical Package for Social Sciences), versão 26.0.

6. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO

Ano	2024		2025											
Mês	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Levantamento de requisitos														
Programação da Plataforma														
Seleção dos participantes														
Coleta dos dados														
Algoritmos de Classificação														
Discussão dos resultados														
Criação da Biblioteca														
Publicações														

Novembro-2024: Levantamento de requisitos para a construção da plataforma

Novembro-2024 a Fevereiro-2025: Programação da plataforma

Dezembro-2024 a Fevereiro-2025: Seleção de participantes para o estudo

Março-2025 a Maio-2025: Coleta de dados, aplicação do protocolo

Maio-2025 a Agosto-2025: Desenvolvimento dos algoritmos

Agosto-2025 a Outubro-2025 Discussão dos resultados

Setembro-2025 a Outubro-2025: Criação da Biblioteca de Imagens e dados de MS

Setembro-2025 a Dezembro-2025: Publicação dos resultados

7. DISSEMINAÇÃO

Os resultados do projeto de pesquisa resultarão na criação de uma biblioteca de imagens térmicas e de luz visível de pessoas com PC para treinamento de algoritmos de classificação, e posterior desenvolvimento de protocolos de diagnóstico, acompanhamento e tratamento da PC, além de apresentações em congressos e publicação de artigos em revistas especializadas.

8. REFERÊNCIAS

Borg, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. Med. Sci. Sports. Exerc, v.4, p:377-381, 1982.

Crocetta T, et. al. Validade de software para medição do tempo de reação total com estímulo simples - TRT_S 2012. Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano. Aug 1;24(3), 2014.

Eliasson A.C., et al. Sistema de Classificação de Habilidade Manual (MACS) para crianças com paralisia cerebral: desenvolvimento de escala e evidências de validade e confiabilidade . Developmental Medicine Child Neurology, v.48, p: 549 – 54, 2006.

Fonseca, L.F. “Encefalopatia Crônica (Paralisia Cerebral).” Compêndio de Neurologia Infantil. vol. 2, pp. 669–679, Rio de Janeiro, 2011.

Islam R., Sarmin M., Dulia F. A., Sayed M.I. Extracting heart rate variability: a summary of camera based Photoplethysmograph. European Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 2020 Apr 26;4(2), 2020.

Israeli-Mendlovic H., Mendlovic J., Katz-Leurer M. Heart rate and heart rate variability parameters at rest, during activity and passive standing among children with cerebral palsy GMFCS IV–V. Developmental neurorehabilitation., Dec 1;17(6):398-402, 2014.

Karthick R., Dawood M. S., Meenalochini P. Analysis of vital signs using remote photoplethysmography (RPPG). Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, Sep 8:1-8, 2023.

Leite, J. M. R. S., Prado, G. F. "Paralisia Cerebral Aspectos Fisioterapêuticos E Clínicos." Revista Neurociências, vol. 12, no. 1, 31, pp. 41–45, Mar. 2004.

Mancini, M.C. Inventário de avaliação pediátrica de incapacidade (PEDI): manual da versão brasileira adaptada. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

Matsudo S., et. al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. Ver Bras Ativ Fis Saúde, v:6, p: 5-18, 2001.

Meneses C., et al. "Efectividad de La Tecnología Robótica Y La Realidad Virtual Para La Rehabilitación de La Función Motora En La Parálisis Cerebral. Revisión Sistemática." Rehabilitación, p. 100752, Nov. 2022.

Novak, I., et al. "Clinical Prognostic Messages from a Systematic Review on Cerebral Palsy." Pediatrics, vol. 130, no. 5, pp. e1285–e1312, 1 Nov. 2012.

Opheim, A., et al. "Walking Function, Pain, and Fatigue in Adults with Cerebral Palsy: A 7-Year Follow-up Study." Developmental Medicine & Child Neurology, vol. 51, no. 5, 6, pp. 381–388, Apr. 2009.

O'shea, T. M. "Diagnosis, Treatment, and Prevention of Cerebral Palsy." Clinical Obstetrics and Gynecology, vol. 51, no. 4, Dec. 2008, pp. 816–828, Dec. 2008.

Parmanto, B., et al. Development of the telehealth usability Questionnaire (TUQ). International Journal of Telerehabilitation. v.8, n.1, p.3-10, 2016.

Palisano, R. J., et. al. Development and Reliability of a System to Classify Gross Motor Function in children with cerebral palsy. Developmental Medicine and Child Neurology, v.39, p. 214-223, 1997.

Palisano, R. J., et. al. Content Validity of the Expanded and Revised Gross Motor Function Classification System. *Developmental of Medicine and Child Neurology*, v.50, n.10, p:744-50, 2008.

Richards C. L., et. al. "Cerebral Palsy: Definition, assessment and rehabilitation" *Handbook of Clinical Neurology*, Vol. 111, 2013.

Rosenbaum, et al. "A Report: The Definition and Classification of Cerebral Palsy April 2006." *Developmental Medicine and Child Neurology*. Supplement, 1 Feb. 2007.

Ryan, J. M., et al. "The Risk, Burden, and Management of Non-Communicable Diseases in Cerebral Palsy: A Scoping Review." *Developmental Medicine & Child Neurology*, vol. 60, no. 8, 24, pp. 753–764, Mar. 2018.

Ryan, J. M, et al. "Mortality due to Cardiovascular Disease, Respiratory Disease, and Cancer in Adults with Cerebral Palsy." *Developmental Medicine & Child Neurology*, vol. 61, no. 8, 6, pp. 924–928, Feb. 2019.

Sabbah, H. N., et al. "Vagus Nerve Stimulation in Experimental Heart Failure." *Heart Failure Reviews*, vol. 16, no. 2, 3, pp. 171–178, Dec. 2010.

Selvaraju V., et. al. Continuous monitoring of vital signs using cameras: A systematic review. *Sensors*, May 28;22(11):4097, 2022.

Sharma A., et. al. Heart rate and blood pressure measurement based on photoplethysmogram signal using fast Fourier transform. *Computers and Electrical Engineering*, Jul 1;101:108057, 2022.

Souza, D. E., França, F. R., Campos, T. F. Teste de labirinto: Instrumento de análise na aquisição de uma habilidade motora. *Braz. J. Phys. Ther.(Impr.)*, v. 10, n. 3, p. 355-360, ISSN 1413-3555, 2006.

Stein P. K., Bosner M.S., Kleiger R.E., Conger B.M., Heart rate variability: a measure of cardiac autonomic tone. *American heart journal*, 127(5):1376-81, May 1,1994.

Strauss, David, et al. "Causes of Excess Mortality in Cerebral Palsy." *Developmental Medicine & Child Neurology*, vol. 41, no. 9, pp. 580–585, Sept. 1999.

Zanini, G. *Periódicos Eletrônicos Em Fisioterapia Como Fontes Especializadas de Informação*. 3rd ed., vol. 22, *Fisioter. Mov.*, Curitiba, UFPB-CSSA-DCI, pp. 375–381, Sept. 2009.