

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA
REABILITAÇÃO**

ALISSON MONTEIRO DE FREITAS

**COMPARAÇÃO DO EQUILÍBRIO DINÂMICO ENTRE INDIVÍDUOS
CONVERGENTES E COM INSUFICIÊNCIA DE CONVERGÊNCIA
OCULAR: ESTUDO TRANSVERSAL**

SÃO PAULO

2024

ALISSON MONTEIRO DE FREITAS

**COMPARAÇÃO DO EQUILÍBRIO DINÂMICO ENTRE INDIVÍDUOS
CONVERGENTES E COM INSUFICIÊNCIA DE CONVERGÊNCIA
OCULAR: ESTUDO TRANSVERSAL**

Dissertação apresentada à
Universidade Nove de Julho para
obtenção do título de Mestre em
Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Politti

SÃO PAULO

2024

Freitas, Alisson Monteiro de.

Comparação do equilíbrio dinâmico entre indivíduos convergentes e com insuficiência de convergência ocular: estudo transversal. / Alisson Monteiro de Freitas. 2024.

48f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2024.

Orientador (a): Prof. Dr. Fabiano Politti.

1. Controle postural. 2. Fisioterapia. 3. Insuficiência de convergência.

I. Politti, Fabiano. II. Título.

CDU 615.8

São Paulo, 16 de dezembro de 2024.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno(a): **ALISSON MONTEIRO DE FREITAS**

Título da Dissertação: **"ANÁLISE DO EQUILÍBRIO DINÂMICO ENTRE INDIVÍDUOS COM INSUFICIÊNCIA DE CONVERGÊNCIA OCULAR E INDIVÍDUOS NORMAIS: ESTUDO TRANSVERSAL"**

Presidente: PROF(A). DR(A). FABIANO POLITTI

Membro: PROF(A). DR(A). LUCIANA MARIA MALOSÁ SAMPAIO

Membro: PROF(A). DR(A). PÂMELA CAMILA PEREIRA

AGRADECIMENTOS

A todos os voluntários que se dispuseram a estar conosco no laboratório sempre no esforço em remanejar suas agendas e afazeres para poderem contribuir com esse estudo. À Supervisão Clínica da Uninove Campus Memorial por disponibilizar minha entrada e comunicação com os alunos, podendo divulgar e recrutar mais voluntários.

Ao Primeiro Sargento **Adeilson Elias** pela abertura do quartel da Força Aérea da Aeronáutica para coleta de voluntários.

À **Letícia Neves** pelo compartilhamento do saber técnico na instrução do manejo em terapias oculomotoras.

Ao professor **Dr. Fabiano Politti**, por todas as reuniões remotas e presenciais sempre de fácil acesso, por toda a disposição em orientar sempre a qualquer hora não medindo esforços para nos ajudar.

Ao aluno de Doutorado e amigo **Luís Eduardo** por toda a parceria durante toda a pesquisa, sempre ajudando, sempre atento a metodologia padronizada para mantermos sempre a qualidade nas coletas.

Ao **Yuri Anichela de Gois** pela tentativa de indicar campos de coletas externos, como a academia da polícia militar, e pela indicação e recomendação a Aeronáutica sobre nosso estudo.

A todos os voluntários idosos que se dispuserem em nos ajudar. E também a todos os participantes que por critérios técnicos foram excluídos.

Agradeço em especial minha esposa **Maria Dias** e a minha mãe **Claudete** por todo o suporte necessário e apoio.

RESUMO

INTRODUÇÃO: O sistema de controle postural, depende das informações captadas pelo sistema visual para realizar os ajustes necessários durante a realização das posturas estática quanto a dinâmica. **OBJETIVOS:** Verificar se existe diferença no equilíbrio dinâmico entre indivíduos convergentes e com insuficiência de convergência (IC) ocular. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Esse foi um estudo transversal, com 68 participantes saudáveis, sendo 34 convergentes (GC; idade media: $24,93 \pm 7,55$) e 34 com IC (GIC; idade média: $28,09 \pm 6,06$). O desfecho primário foi o equilíbrio dinâmico avaliado pelo teste “time up go” (TUG). Como desfecho secundário foi considerado o deslocamento do centro de pressão (CoP) podal, avaliado em uma plataforma de força na postura ereta uni e bipodal. **RESULTADOS:** Uma diferença estatística significativa foi observada entre os grupos para as variáveis: TUG ($p=0,02$) e para o deslocamento postural nas condições: bipodal olho fechado ($p=0,04$) e unipodal direito ($p=0,01$) e esquerdo ($p=0,03$). **CONCLUSÕES:** Nesse estudo foi demonstrado que indivíduos com IC apresentam maior instabilidade em condições dinâmica e em postura quase estática ereta em relação a indivíduos convergentes.

Palavras-Chave: Controle Postural, ensaios clínicos, fisioterapia, insuficiência de convergência, terapia oculomotora.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The postural control system relies on information captured by the visual system to make necessary adjustments during both static and dynamic postures. **OBJECTIVES:** To verify if there is a difference in dynamic balance between individuals with convergence and those with ocular convergence insufficiency (CI). **MATERIALS AND METHODS:** This was a cross-sectional study with 68 healthy participants, 34 with convergence (CG; mean age: 24.93 ± 7.55) and 34 with CI (CIG; mean age: 28.09 ± 6.06). The primary outcome was dynamic balance assessed by the "Timed Up and Go" (TUG) test. The secondary outcome was the displacement of the foot center of pressure (CoP), evaluated on a force platform in both unipedal and bipedal standing postures. **RESULTS:** A statistically significant difference was observed between the groups for the variables: TUG ($p=0.02$) and postural displacement under the conditions: bipedal eyes closed ($p=0.04$) and unipedal right ($p=0.01$) and left ($p=0.03$). **CONCLUSIONS:** This study demonstrated that individuals with CI exhibit greater instability in dynamic conditions and in nearly static upright posture compared to individuals with convergence.

Keywords: Postural Control, clinical trials, physiotherapy, convergence insufficiency, oculomotor therapy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
O Equilíbrio Dinâmico e o Sistema Visual	12
Insuficiência de Convergência.....	14
2. JUSTIFICATIVA.....	17
3. OBJETIVOS	18
3.1 Geral.....	18
3.2 Específico	18
4. HIPÓTESES	19
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
5.1 Delineamento do estudo	20
5.2 Recrutamento	20
5.3 Local de realização do estudo.....	22
5.4 Desfechos clínicos	22
5.5 Aspectos éticos	22
5.6 Critérios de inclusão e exclusão.....	22
5.7 Amostra.....	23
5.8 Instrumentos de Avaliação	23
5.8.1 Nível de atividade física	23
5.8.2 Equilíbrio Dinâmico	24
5.8.3 Questionário de Sintomas da Insuficiência de Convergência.....	27
5.8.4 Testes de convergência (TC)	27
6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	29
7. RESULTADOS.....	30
8. DISCUSSÃO.....	33
Limitações.....	35
Implicações clínicas	35
CONCLUSÕES.....	35
9. CONCLUSÕES FINAIS	36
10. REFERÊNCIAS	37
11. ANEXOS	42
ANEXO I – TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido).....	42
ANEXO II – IPAC – (Questionário de atividade física versão curta).....	48
ANEXO III - Questionário de Sintomas da Insuficiência de Convergência	50

LISTA DE ABREVIATURAS

1. **ANOVA** - Análise de Variância
2. **AP** - Antero Posterior
3. **CAAE** - Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
4. **CEP** – Comitê de Ética em Pesquisa
5. **CONSORT** - Consolidated Standards of Reporting Trials
6. **COP** - Deslocamento do centro de pressão
7. **IC** - Insuficiência de Convergência
8. **IMC** – Índice de Massa Corporal
9. **IPAQ** - International Physical Activity Questionnaire
10. **GC** – Grupo Controle
11. **GIC** – Grupo Insuficiência de Convergência
12. **ML** - Médio Lateral
13. **N** – Número de Participantes.
14. **NUPEM** - Núcleo de Apoio à Pesquisa Musculoesquelética
15. **OA** - Olhos Abertos
16. **OF** - Olhos Fechados
17. **PPC** - Ponto Próximo de Convergência
18. **QSIC** - Questionário de Sintomas da Insuficiência de Convergência
19. **TC** - Teste de Convergência
20. **TUG** - Timed Up and Go Test

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - INCONVERGÊNCIA VISUAL

FIGURA 2 – FLUXOGRAMA DO ESTUDO

FIGURA 3 - PLATAFORMA DE FORÇA

FIGURA 4 - VOLUNTÁRIO SOBRE PLATAFORMA DE FORÇA COM APOIO UNIPODAL.

FIGURA 5 – TESTE DE CONVERGÊNCIA, REALIZADO POR MEIO DE UM PAQUÍMETRO.

FIGURA 6: TRAJETÓRIA DO DESLOCAMENTO DO CENTRO DE PRESSÃO OBSERVADO NAS CONDIÇÕES BIPODAL OLHO ABERTO (BPOA) E OLHO FECHADO (BPOF) E UNIPODAL DIREITO (UPD) E UNIPODAL ESQUERDO (UPE).

1. INTRODUÇÃO

O controle postural é o processo pelo qual o sistema nervoso central coordena os padrões de atividade muscular necessários para manter o equilíbrio entre o centro de massa do corpo e a base de suporte¹. Esse controle envolve a integração dos sistemas visual, vestibular e proprioceptivo². Juntos, esses sistemas ajudam a manter o centro de massa dentro da área de apoio, delimitada pela posição dos pés³. Qualquer alteração em um desses sistemas, ou na posição dos pés, pode impactar o controle postural^{2 4}.

Sendo assim, as informações captadas por esses sistemas são integradas no sistema nervoso central para que ajustes possam ser feitos para manter tanto a postura estática quanto a dinâmica⁵. Assim, o sistema visual deve interagir com o sistema de controle do equilíbrio devido à sua contribuição de informações importantes sobre o ambiente, permitindo a detecção do movimento corporal em relação às estruturas que compõem o campo visual⁶.

Descobertas recentes, reforçam que o sistema visual é um contribuidor importante, mas complexo, para a estabilidade, pois diferentes movimentos oculares resultam em respostas posturais distintas, com sacada e perseguição visual causando uma diminuição e um aumento na oscilação, respectivamente⁷. Portanto, é importante explorar a influência de comportamentos oculomotores anormais na postura e no equilíbrio, como por exemplo, a convergência ocular.

Essa condição é descrita como sendo o movimento de aproximação dos olhos, como quando uma pessoa muda o foco de um objeto distante para um mais próximo⁸. Normalmente, a convergência ocular é simétrica e ocorre ao mesmo tempo⁹. O ponto próximo de convergência (PPC) é o ponto mais próximo onde os olhos conseguem convergir e, geralmente, não muda com a idade¹⁰. No entanto, essa condição pode apresentar alterações funcionais levando o indivíduo a apresentar um quadro denominado de insuficiência de convergência (IC). Essa disfunção é uma alteração comum da visão binocular, caracterizada por exoforia (desvio

divergente do olho), que aumenta à medida que o objeto se aproxima dos olhos¹¹. A manifestação dessa disfunção se dá pela dificuldade dos olhos em trabalharem juntos ao focar em um objeto próximo, resultando em um PPC aumentado.

A prevalência de IC varia entre 1,75% e 33,0%^{9 11}. Os sintomas comuns incluem dores de cabeça, desconforto, sonolência, diplopia após curtos períodos de leitura, uso de computador ou outras atividades próximas, fadiga ocular, visão turva, dificuldade de concentração, lacrimejamento e dor orbital. Dessa forma, a IC pode afetar negativamente a qualidade de vida, tanto no trabalho quanto no lazer^{11 12}.

Poucos ensaios clínicos foram realizados para comparar a eficácia dos tratamentos para IC¹³. Assim, ainda não há consenso sobre o tratamento mais adequado para a IC em adultos¹⁴. Uma das justificativas para essa falta de consenso pode estar relacionada aos métodos utilizados para avaliar os efeitos das intervenções nos portadores da IC. Dessa maneira, muitos estudos utilizam o Questionário de Sintomas da Insuficiência de Convergência (QSIC) para avaliar a frequência e o tipo de sintomas antes e depois do tratamento, e o teste de convergência (TC) para calcular o PPC e diagnosticar a IC^{11 12 13 14 15 16}.

Embora a fisioterapia tenha avançado bastante em muitas áreas, o estudo da visão ainda é pouco explorado. A ligação entre percepção visual e controle postural merece mais atenção, especialmente porque a visão é crucial para a coordenação motora e a execução de atividades físicas. Diante disso, entender a relação entre a IC e o equilíbrio pode abrir novas possibilidades para intervenções na área da saúde e do condicionamento físico.

O Equilíbrio Dinâmico e o Sistema Visual

O equilíbrio dinâmico é um aspecto fundamental da biomecânica e da fisiologia humana, essencial para a realização de atividades cotidianas e esportivas. Ele se refere à capacidade do corpo de manter a estabilidade durante o movimento, ajustando continuamente a posição do centro de massa em resposta às forças externas e internas¹⁷.

Para entender o equilíbrio dinâmico, é importante considerar a interação entre o sistema nervoso central e os sistemas musculoesquelético e sensorial. O sistema nervoso central processa informações provenientes dos receptores sensoriais, como os proprioceptores, que detectam mudanças na posição e movimento das articulações, e os receptores vestibulares, que monitoram a orientação da cabeça em relação à gravidade¹⁸.

Com base nessas informações, o cérebro coordena a ativação muscular para ajustar a postura e o movimento, garantindo a estabilidade². A biomecânica do equilíbrio dinâmico envolve a análise das forças e torques que atuam sobre o corpo durante o movimento. Estudos mostram que a distribuição adequada do peso corporal e a ativação sincronizada dos músculos são cruciais para manter o equilíbrio¹⁷.

Por exemplo, durante a caminhada, o corpo deve ajustar continuamente a posição dos pés e a ativação dos músculos das pernas para evitar quedas¹⁸. Além disso, a prática regular de exercícios físicos pode melhorar o equilíbrio dinâmico, fortalecendo os músculos e aprimorando a coordenação neuromuscular².

Atividades como yoga, pilates e treinamento funcional são particularmente eficazes nesse sentido, pois desafiam o sistema de equilíbrio e promovem a estabilidade postural¹⁷. A compreensão desse fenômeno pode desenvolver estratégias de prevenção de quedas e para a otimização do desempenho físico. O equilíbrio dinâmico é um processo complexo que envolve a integração de múltiplos sistemas do corpo². A análise biomecânica detalhada e a prática de exercícios específicos podem contribuir significativamente para a manutenção e melhoria desse equilíbrio¹⁷.

Diante disso, é importante considerar que o sistema visual contribui significativamente para o controle postural ao fornecer dados sobre a posição e o movimento do corpo no espaço. Estudos já demonstraram que diferentes movimentos oculares, como movimentos sacádicos oculares e perseguições visuais, resultam em respostas posturais distintas, com movimentos sacádicos geralmente diminuindo a oscilação postural e perseguições visuais aumentando-a⁷.

Dessa maneira, a relação entre a IC e o equilíbrio dinâmico pode ser explicada pela necessidade de uma convergência ocular eficiente para a manutenção do controle postural. Quando os olhos não conseguem convergir adequadamente, o cérebro recebe informações visuais conflitantes, dificultando a integração dessas informações com os dados provenientes dos sistemas vestibular e proprioceptivo¹³. Isso pode resultar em uma maior oscilação postural e um risco aumentado de quedas¹².

A possibilidade de uma possível relação entre a IC e o controle postural, ser avaliada por meio do teste Timed Up and Go (TUG) é amplamente reconhecido como uma ferramenta eficaz para avaliar a mobilidade funcional e o equilíbrio, não apenas em idosos, mas também em populações mais jovens. Estudos recentes demonstram que o TUG pode ser utilizado para medir a performance motora em adultos jovens saudáveis, fornecendo dados normativos valiosos para essa faixa etária além de identificar possíveis déficits de mobilidade que podem não ser aparentes em avaliações menos dinâmica¹⁹.

Em conclusão, o sistema visual desempenha um papel fundamental no equilíbrio dinâmico, e condições que afetam a visão binocular, como a IC, podem comprometer significativamente a estabilidade postural. A integração de terapias visuais no tratamento de distúrbios de equilíbrio pode oferecer benefícios substanciais, melhorando a qualidade de vida dos indivíduos afetados. Pesquisas futuras devem continuar a explorar essa relação para desenvolver intervenções mais eficazes e abrangentes²³.

Insuficiência de Convergência

A IC é uma condição que afeta a capacidade dos olhos de trabalhar juntos ao focar em objetos próximos. Essa disfunção do sistema visual pode causar sintomas como visão dupla, fadiga ocular, dores de cabeça e dificuldades de concentração durante atividades que exigem visão de perto, como leitura e uso de dispositivos eletrônicos^{20 11}. Além disso, pode impactar negativamente a qualidade de vida, afetando o desempenho no trabalho, na escola e em atividades de lazer²¹.

O sistema visual humano é complexo e envolve a coordenação de diversos componentes, incluindo os músculos extraoculares, que controlam os

movimentos dos olhos, e o sistema nervoso central, que processa as informações visuais. A convergência é um movimento binocular onde os olhos se movem para dentro para focar em um objeto próximo. Esse movimento é essencial para a visão binocular e a percepção de profundidade²². Essa condição pode ocorrer quando os músculos responsáveis por esse movimento não funcionam adequadamente, resultando em uma dificuldade para manter os olhos alinhados durante a focalização de objetos próximos¹¹. Em termos gerais, os movimentos oculares desempenham um papel crucial na nossa interação com o ambiente, permitindo-nos localizar e observar objetos ao redor¹⁴. O movimento simultâneo de adução dos olhos, conhecido como convergência, é o que nos possibilita focar em objetos próximos, a cerca de cm de distância.

O diagnóstico geralmente envolve uma série de testes realizados por um profissional de saúde visual, como um optometrista ou oftalmologista. Esses testes podem incluir a medição da capacidade de convergência dos olhos, a avaliação da visão binocular e a análise dos movimentos oculares²³, além da aplicação do QSIC para pesquisa de sintomas da IC¹⁰.

Considerando que a compreensão da IC e do sistema visual é essencial para o desenvolvimento de tratamentos eficazes e para a melhoria da qualidade de vida dos indivíduos afetados por essa condição, a pesquisa contínua na área da visão binocular e da coordenação neuromuscular é fundamental para avançar no diagnóstico e tratamento dessa disfunção.

Para diagnosticar a IC e avaliar o equilíbrio muscular ocular, são usados testes como o de convergência ocular, que classifica a convergência como normal, suficiente ou insuficiente. Normalmente, a convergência é simétrica e ocorre de forma simultânea²⁴.

Essa condição pode ser melhor observada na Figura 1 onde, o olho direito permanece focando um ponto na linha mediana e o olho esquerdo apresenta um “desvio” dessa mesma linha.



Figura 1. Inconvergência Visual. (Fonte: Autores)

Em relação ao tratamento para essa disfunção, esse pode variar dependendo da gravidade da condição. Em muitos casos, exercícios de terapia visual são recomendados para fortalecer os músculos oculares e melhorar a coordenação neuromuscular. Esses exercícios visam melhorar a capacidade dos olhos de trabalhar juntos e reduzir os sintomas associados à condição

2. JUSTIFICATIVA

A IC é uma condição que afeta a capacidade dos olhos de se alinharem corretamente durante a visualização de objetos próximos, resultando em sintomas como desconforto visual, visão dupla e dificuldades de concentração. Essa condição pode impactar significativamente na qualidade de vida dos indivíduos, afetando seu desempenho em atividades diárias, no trabalho e na escola.

O equilíbrio corporal é um processo complexo que envolve a integração de informações sensoriais provenientes dos sistemas visual, vestibular e proprioceptivo para manter o equilíbrio e a estabilidade do corpo². Alterações em qualquer um desses sistemas pode comprometer a capacidade de manter a postura ereta, aumentando o risco de quedas e lesões²⁵.

Apesar da importância do equilíbrio para a saúde e o bem-estar, há uma lacuna na literatura sobre a relação entre a IC ocular sobre essa condição. Estudos anteriores^{10 20 22} focaram principalmente nos efeitos isolados da visão, do sistema vestibular, mas poucos investigaram como a IC pode influenciar essa dinâmica.

Este estudo transversal visa preencher essa lacuna ao analisar e comparar o equilíbrio assim como, o controle postural entre indivíduos com IC ocular e indivíduos normais. A hipótese é que a IC pode levar a um equilíbrio menos eficiente devido à integração visual comprometida, resultando em maior instabilidade e risco de quedas.

A relevância deste estudo reside na possibilidade de identificar padrões específicos de equilíbrio nessa população. Caso essa isso seja confirmado, diferentes abordagens terapêuticas e estratégias de reabilitação poderão ser testadas para melhorar o controle postural em indivíduos com IC.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Verificar se existe diferença no equilíbrio dinâmico entre indivíduos convergentes e com insuficiência de convergência ocular.

3.2 Específico

- Comparar o controle postural em posição ereta quase estática entre indivíduos convergentes e com IC;
- Comparar os sintomas associados a IC entre indivíduos convergentes com IC pelo questionário QSIC (Questionário de Sintomas de Insuficiência de Convergência).

4. HIPÓTESES

O presente estudo foi desenvolvido a partir da elaboração das hipóteses a seguir:

H0: O equilíbrio dinâmico não é diferente entre indivíduos convergentes e com IC

H1: O equilíbrio dinâmico é diferente entre indivíduos convergentes e com IC.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Delineamento do estudo

Esse foi um estudo transversal, randomizado e cego, com o objetivo verificar se existe diferença no controle postural entre indivíduos convergentes e com IC ocular. O estudo foi desenvolvido de acordo com o relatório de informações a serem incluídas em um ensaio clínico randomizado, o CONSORT²⁶.

5.2 Recrutamento

No total, 80 indivíduos de ambos os sexos, residentes próximos à Universidade foram selecionados para elegibilidade entre maio e novembro de 2024. A Figura 2 demonstra o fluxo de participantes durante o estudo. Após análise das respostas nas fichas de avaliação de 80 indivíduos, 12 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão. Dessa maneira, foram selecionados 68 participantes sendo 34 pertencentes no grupo convergente (GC) e 34 ao grupo com IC (GIC) ocular.

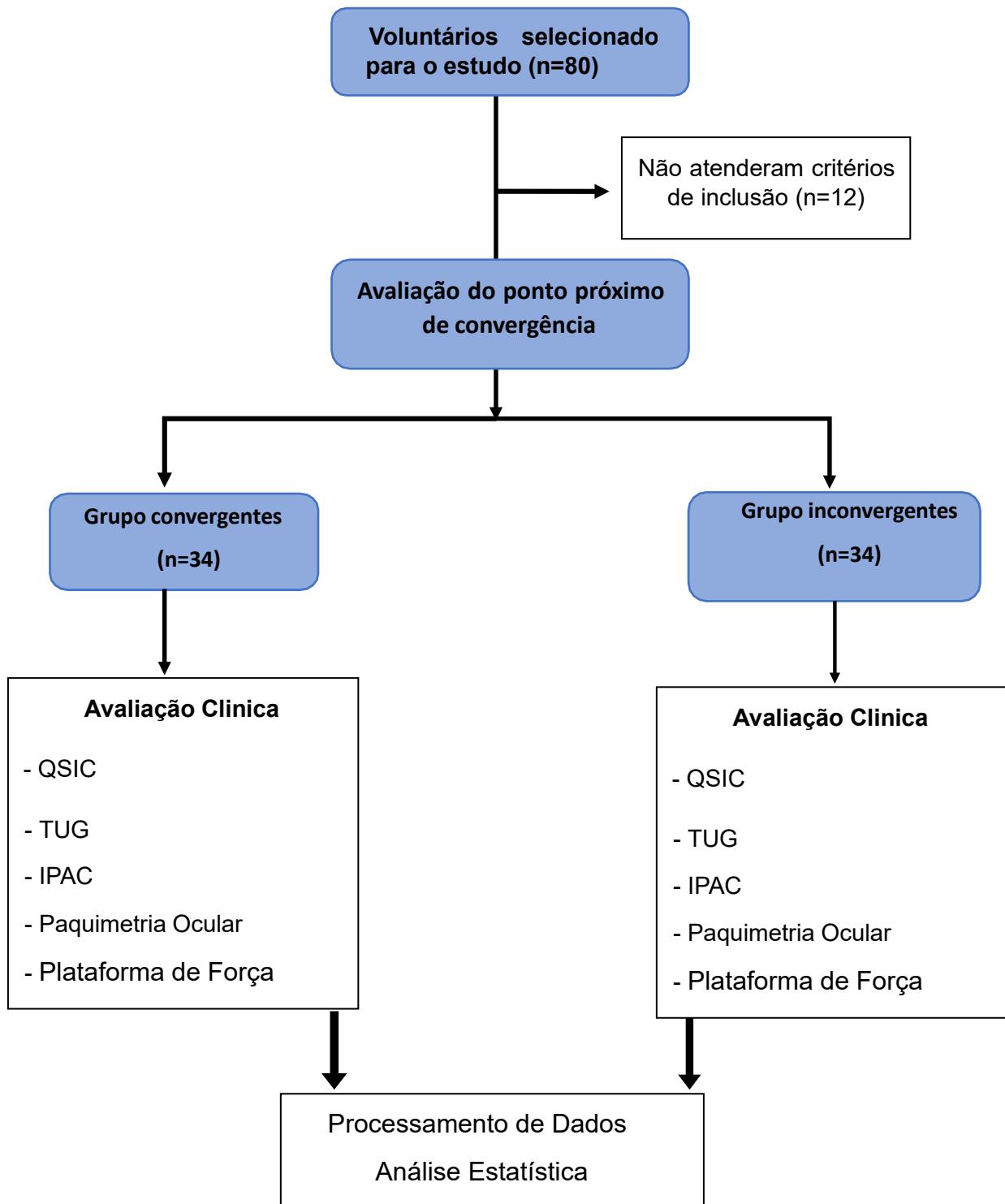


Figura 2: Fluxograma do estudo.

5.3 Local de realização do estudo

O estudo foi desenvolvido no Núcleo de Apoio à Pesquisa Musculoesquelética (NUPEM) da Universidade Nove de Julho, unidade Vergueiro, situada na Rua Vergueiro, 235/249 - Liberdade, São Paulo - SP, 01525-000.

5.4 Desfechos clínicos

Primário

Nesse estudo foi considerado como desfecho primário o equilíbrio dinâmico avaliado pelo teste *Time Up Go* (TUG).

Secundário.

Como desfechos secundários, foram considerados: controle postural em postura quase estática e o QSIC.

5.5 Aspectos éticos

O presente projeto, foi submetido para avaliação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho conforme o número CAAE 7939722424.20000.5511. Antes da realização do exame físico e da coleta dos dados, os indivíduos foram informados sobre os objetivos e procedimentos a serem adotados. Posteriormente, os indivíduos assinaram o Termo de Consentimento Formal de Participação (ANEXO I), de acordo com os termos das Resoluções CNS n.º 466/12 e CNS n.º 510/2016.

5.6 Critérios de inclusão e exclusão

Foram Incluídos nesse estudo indivíduos convergentes e com IC ocular, que apresentaram idade entre 18 e 80 anos, fisicamente ativos,

desprovidos de alterações cognitivas e do sistema vestibular (que apresentam tonturas).

Foram excluídos os indivíduos com doenças neurodegenerativa, demência, história de acidente vascular cerebral, alterações no sistema vestibular, doenças sistêmicas neuromusculares, dor incapacitante, polineuropatia diabética, com uso de prótese articular, tratamento fisioterapêutico e que não possuam habilidade física para desempenhar as atividades físicas previamente determinadas.

5.7 Amostra

Nesse estudo a amostra foi por conveniência uma vez que nenhum estudo foi encontrado com valores que pudessem ser utilizados como referência para o cálculo do tamanho da amostra.

5.8 Instrumentos de Avaliação

Os questionários e as escalas utilizadas neste estudo apresentaram sua versão traduzida, adaptada e validada para a língua portuguesa – Brasil.

5.8.1 Nível de atividade física

O nível de atividade física foi avaliado pelo Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), adaptado para idosos e validado no Brasil²⁷. Ele avalia cinco seções referentes à atividade física nos seguintes domínios: trabalho, meio de transporte, tarefas domésticas, lazer, exercício, esporte e lazer e tempo sentado. Quantos dias e tempo em minutos foram verificados para cada pergunta naquela seção. O resultado é classificado como “ativo” o indivíduo que pratica um volume de atividade física (no mínimo moderado) com tempo >150 minutos por semana (min/semana), e “sedentário” aquele que não realizava atividade física há pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana (ANEXO II).

5.8.2 Equilíbrio Dinâmico

Para avaliar o equilíbrio dinâmico dos participantes, foi utilizado o TUG^{28 29}. O teste consiste levantar-se de uma cadeira com apoio das costas e braços, andar em linha reta por uma distância de 3 metros, dar uma volta de 180°, retornar e se sentar na cadeira novamente. Este percurso é cronometrado em segundos. O ponto de corte que indica risco de quedas para idosos brasileiros é de 12,47 segundos²⁹.

Apoio Unipodal

O teste de apoio unipodal é um dos testes de equilíbrio usados para verificar o equilíbrio estático para predizer fragilidade em populações idosas residentes na comunidade³⁰. Avaliação do teste unipodal que consiste em pedir para o indivíduo equilibrar-se em apenas um dos pés com olhos abertos e depois com olhos fechados por no máximo 30 segundos. O tempo que o voluntário conseguiu ficar apoiado somente em um dos pés será medido em três tentativas em cada condição visual e considerada a que apresentar o maior valor. Desta forma, quanto maior for o tempo de permanência no apoio unipodal pelos voluntários, melhor é o equilíbrio³¹. Durante o teste o avaliador deverá ficar ao lado do participante a fim de evitar risco de queda.

Estabilometria

Para verificar o controle postural nos voluntários foi utilizado como ferramentas de estudo uma plataforma de força (BIOMEC 400 v1.1, EMG System Ltda®) composta por quatro células de carga (dimensões de 1m x 1m), com frequência amostragem de 100Hz (Figura 3).

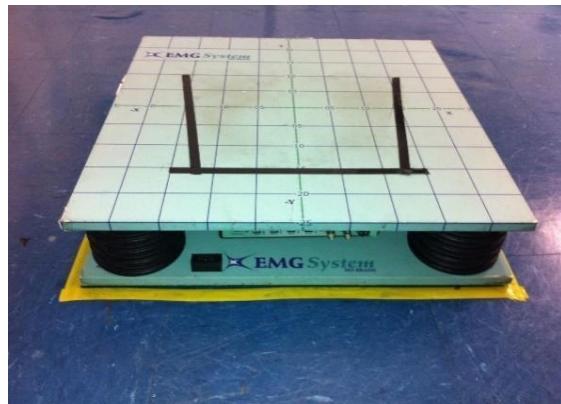


Figura 3. Plataforma de força. (Arquivo pessoal)

Os voluntários foram submetidos a quatro diferentes avaliações na plataforma, sendo que cada avaliação deverá ser repetida por três vezes. Abaixo seguem as descrições das avaliações realizadas:

- Controle postural com olho aberto (OA): Os voluntários foram orientados a permanecerem em posição ortostática, descalços sobre a plataforma, com braços ao longo do corpo e olhar fixo a um alvo de forma circular (5 cm de diâmetro) na altura da região glabellar a uma distância de 2 metros por 60 segundos.
- Controle postural com olho fechado (OF): O participante permaneceu na mesma posição que na OA, porém, os dados foram coletados sem a aferência visual (olho fechado) por 60 segundos.
- Controle postural de olhos abertos com apoio unipodal com o pé direito na plataforma: O voluntário ficou nessa posição por 30 segundos (Figura 4).
- Controle postural de olhos abertos com apoio unipodal com o pé esquerdo na plataforma: O voluntário ficou nessa posição por 30 segundos.

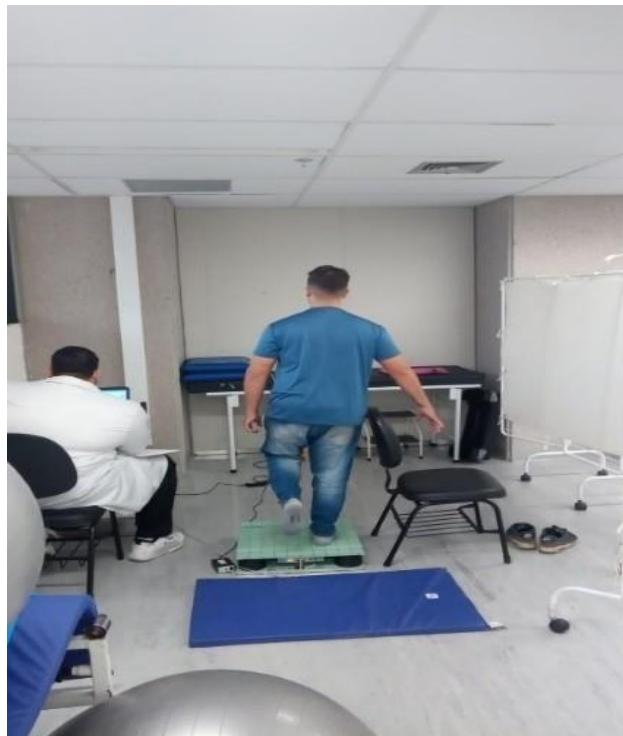


Figura 4: Voluntário sobre plataforma de força com apoio unipodal.
(arquivo pessoal)

Para analisar a oscilação corporal durante todas as tarefas previamente descritas, foram considerados os deslocamentos do centro de pressão (CoP) nas direções ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML). Os dados do CoP foram filtrados por um filtro Butterworth passa baixa com frequência de corte de 10Hz. A oscilação postural foi quantificada por meio de duas escalas dependentes sendo essas:

- Velocidade de oscilação (cm/s) do CoP e ambas direções AP e ML foi calculada tendo como base a distância total percorrida e dividida pelo tempo de coleta dos dados³². Esse parâmetro é utilizado para indicar alterações na estratégia postural³³.
- Deslocamento total do CoP (cm) ‘Tamanho’ ou comprimento da trajetória do CoP sobre a base de suporte. para verificar os limites de estabilidade (deslocamento máximo do corpo para ambas direções [ap e ml]), ou seja, valores mais altos de deslocamento do CoP representam maior oscilação corporal, ou seja, maior instabilidade³³.

5.8.3 Questionário de Sintomas da Insuficiência de Convergência

O QSIC (Anexo III) desenvolvido pelo *Convergence Insufficiency Treatment Trial* é a primeira ferramenta padronizada que foi aprovada, validada e confiável para a medida da frequência e tipo de sintomas antes e depois de uma terapia de IC ou outra desordem binocular ou acomodativa²¹.

Este questionário está dividido em 15 itens, utilizando uma escala de Likert com 5 níveis de resposta. Cada item foca apenas um sintoma, sendo que possui a sensibilidade de discriminar qual o sintoma a que o sujeito está a reportar, exibindo boas propriedades psicométricas. Os resultados podem ser classificados da seguinte maneira: 0 até 10 pontos: visão binocular normal; 11 a 36 pontos: suspeita de IC e; 37 a 60 pontos: IC¹⁰.

5.8.4 Testes de convergência (TC)

O TC foi utilizado como método principal para diagnosticar a IC e estimar o equilíbrio da musculatura extrínseca do olho. O operador moveu um bastão em direção ao nariz na altura dos olhos. Normalmente, a convergência dos olhos é simétrica e simultânea. A convergência é medida com uma régua apoiada na margem orbital temporal, permitindo uma estimativa da distância pela qual os dois olhos divergiram; menor que 3,0 cm a 4,0 cm foi considerado normal, 4,1 a 6,9 cm foi considerado suficiente e maior ou igual a 7 considerado insuficiente²⁰.



Figura 5- Teste de convergência, realizado por meio de um Paquímetro.
(Arquivo pessoal).

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade da distribuição dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para as amostras com distribuição normal, os grupos foram comparados por meio do *Teste-t de Student* para amostras independentes enquanto que, para os dados com distribuição assimétrica foi utilizado o teste não paramétrico de Mann Whitney. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Os dados foram analisados usando o software SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, EUA). O tamanho do efeito foi calculado de acordo com Cohen(1988)³⁴ sendo considerado como: pequeno (0,2) ; moderado (0,5) e grande efeito (a partir de 0,8). O software utilizado para essa análise foi o G*Power.

7. RESULTADOS

Nesse estudo, inicialmente foram contatados 80 voluntários de ambos os sexos, saudáveis moradores próximos à universidade, sendo 12 foram excluídos de acordo com os critérios de exclusão adotados no estudo, sendo esses (68 indivíduos) distribuídos em dois grupos.

A tabela 1 demonstra os dados demográficos dos participantes desse estudo assim como os resultados da análise do equilíbrio dinâmico obtido pelo teste *Time up go* (TUG). A diferença significativa entre os indivíduos convergentes e inconvergentes ($p=0,02$; Efeito: 0,87) observado no TUG indica que a inconvergência ocular influênciou no equilíbrio dinâmico.

Tabela 1. Dados demográficos dos participantes do grupo convergente e do grupo com insuficiência de convergência (IC).

	GC (n=34)	GIC (n=34)	Valor de p
Idade (anos)	24,93±7,55	28,09±6,06	0,46
Peso (Kg)	68,77±4,81	65,73±18,18	0,96
Altura (Metro)	1,67±0,04	1,66±0,13	0,28
IMC (Kg/m²)	24,59±1,53	23,24±6,17	0,27
QSIC	3,71±9,04	10,08±10,64	0,0001#&
IPAC (min)	52,10 ±47,34	63,42±54,98	0,35#
PPC	2,37±1,23	6,76±2,37	0,01*
TUG	4,09±0,25	5,98±1,16	0,02*

Kg: Kilos. **QSIC:** Questionário de Sintomas da Insuficiência de Convergência.

IPAC: International Physical Activity Questionnaire. **TUG :** Timed Up and Go Test.

PPC: Ponto próximo de convergência.

* Diferença estatística significativa ($p<0,05$ - Test-t independente)

& Diferença estatística significativa ($p<0,05$ - Teste de Mann Witney)

Dados não paramétricos

A Figura 6 demonstra a trajetória do deslocamento de indivíduos convergentes e com IC, obtidos por uma plataforma de força nas condições em postura ereta quase estática com apoio bipodal e unipodal. Nessa figura é possível observar uma maior oscilação no grupo inconvergente.

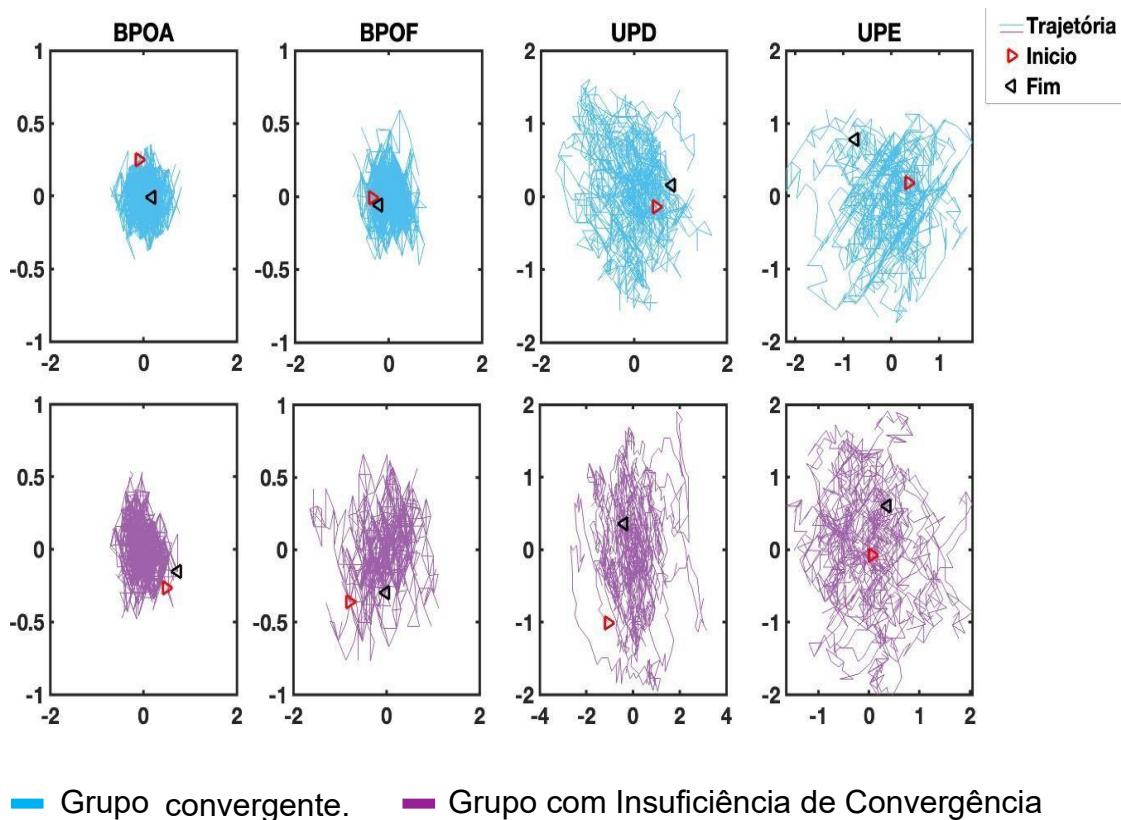


Figura 6: Trajetória do deslocamento do centro de pressão observado nas condições bipodal olho aberto (BPOA) e olho fechado (BPOF) e unipodal direito (UPD) e unipodal esquerdo (UPE).

A tabela 2, demonstra os resultados dos parâmetros de oscilação do CoP observadas nas condições bipodal e unipodal. As diferenças estatísticas significativas observadas entre os grupos em relação ao deslocamento bipodal obtido com olho fechado (BPOF: $p=0,04$) e unipodal direito (UPD: 0,01) e esquerdo (UPE: 0,03), indica que essa condição clínica, também pode afetar o equilíbrio estático à medida que a dificuldade das tarefas também aumenta. Em relação à velocidade de oscilação, nenhuma diferença foi encontrada entre os grupos.

Tabela 2. Deslocamento e velocidade de oscilação observados em indivíduos convergentes (GC) e com insuficiência de convergência (GIC).

	Convergente	Inconvergente	Valor de P	Efeito
Deslocamento (cm)				
BPOA	99,68±20,17	102,52±17,83	0,54	0,14
BPOF	108,43±19,38	118,88±21,45	0,04*	0,51
UPD	131,06±24,60	164,48±70,59	0,01*	0,63
UPE	126,94±26,80	149,11±53,15	0,03*	0,53
Velocidade (cm/s)				
BP OAap	1,03±0,22	1,05±0,28	0,68	0,07
BP OFap	1,09±0,21	1,17±0,32	0,21	0,29
UP Dap	2,92±0,61	3,01±0,67	0,57	0,14
UP Eap	2,83±0,66	2,77±0,71	0,72	1,07
BP OAml	1,13±0,21	1,19±0,23	0,31	0,27
BP OFml	1,31±0,22	1,41±0,30	0,15	0,35
UP Dml	2,70±0,52	2,85±0,74	0,31	0,23
UP Eml	2,66±0,59	2,69±0,81	0,85	0,04

BP: Apoio bipodal. **UP:** Apoio unipodal. **AO:** Olho aberto. **OF:** Olho fechado. **D:** Direito.

E: Esquerdo. **ap:** Anteroposterior. **ml:** laterolateral.

* Denota diferença estatística significativa ($p<0,05$ - Test-t independente)

8. DISCUSSÃO

Os resultados desse estudo, confirmaram a hipótese de que indivíduos com IC apresentam equilíbrio dinâmico diferente em relação à indivíduos com convergência normal. Dessa maneira, as diferenças encontradas entre os grupos para os testes de estabilidade dinâmica medido com o TUG e na condição ereta quase estática sobre uma plataforma de força, indicam uma possível influência dessa disfunção sobre o sistema de controle postural.

Ao ser considerado que o TUG avalia a capacidade funcional durante uma tarefa que compreende caminhar e o movimento de sentar para levantar³⁵ e que os resultados foram associados a déficits de estabilidade postural e risco de quedas³⁶, o maior valor do TUG demonstrado nesse estudo para o grupo de indivíduos com IC, aumenta a possibilidade de que essa disfunção também pode interferir na regulação do sistema de controle postural.

Essa observação também é fortalecida pelo maior deslocamento dos indivíduos com IC sobre a plataforma de força em relação aos convergentes uma vez que, um estudo prévio já demonstrou uma associação entre um maior deslocamento do CoP a uma menor estabilidade postural⁹.

Em geral, a estabilidade postural é mantida por meio da integração sensorial de sinais visuais, vestibulares e proprioceptivos³⁷. Alguns estudos já demonstraram que diferentes movimentos oculares, resultam em respostas posturais distintas, com movimentos sacádicos geralmente diminuindo a oscilação postural e perseguições visuais aumentando-a⁷ ou ainda o feedback visual, no qual afeta mais o controle postural estático quando apresentado no campo visual inferior em comparação ao campo visual superior³⁸. Em síntese, a entrada visual é um fator importante que afeta o controle do equilíbrio, e alguns estudos mostraram que a visão pode ser usada para melhorar o controle da postura para o treinamento do equilíbrio^{39 40}.

Essas observações podem justificar o fato de ser sido encontrado diferença significativa para o deslocamento total do CoP para a condição

bipodal olho fechado (BPOF) ou seja, a retirada da visão, demonstrou uma sobrecarga adicional no sistema de controle postural dos indivíduos com IC.

De maneira geral, quando os olhos não conseguem convergir adequadamente, o cérebro recebe informações visuais conflitantes, dificultando a integração dessas informações com os dados provenientes dos sistemas vestibular e proprioceptivo¹³. Em conjunto à essas observações, o aumento significativo do deslocamento observado nos indivíduos com IC na posição unipodal para ambos os membros, reforça uma possível interferência dessa condição clínica na integração dos sistemas de controle postural resultando assim, em uma maior oscilação postural e como consequência a um maior risco quedas¹². Além disso, os resultados desse estudo, são consistentes com os de Widmer et al. (2018)¹², que relataram que a IC pode levar a uma maior instabilidade postural, especialmente em condições de maior demanda sensorial.

Em relação à velocidade de oscilação do CoP não ter sido diferente entre os grupos, ao considerar que esse parâmetro é utilizado para verificar as demandas das correções posturais, ou seja, quanto maior a demanda, maior a velocidade de oscilação³³, esse resultado sugere que a IC não gera a necessidade de alterações na estratégia postural. Além disso, fatores como idade a velocidade do movimento do COP foi significativamente correlacionada com fenômenos neuromusculares relacionados à idade, como perda de volume do músculo flexor plantar⁴¹, tremores⁴¹ ou um aumento na estratégia de co-contração dos músculos agonistas e antagonistas da perna^{42 43 44}. Ou seja, esse parâmetro demonstrou não ser sensível quanto a possíveis influências da IC sobre o controle postural nessa faixa de população estudada.

Além da questão visual, a atenção durante uma tarefa e aos recursos cognitivos também podem influenciar o sistema de controle da postura². Dessa maneira, a IC talvez possa exigir um maior esforço cognitivo para manter a estabilidade, o que pode explicar a piora no desempenho em tarefas que requerem uma maior integração sensorial e motora. Uma justificativa para essa questão cognitiva, tem como suporte as perguntas do questionário CIS, que são sobre a capacidade de observar um foco com

visão próxima sem se cansar, perder a concentração, sentir dor ou desconforto ocular, reler parágrafos novamente ou se esquecer o que estava lendo. A comparação dos resultados dos CIS entre os grupos analisados nesse estudo demonstrou que os valores médios do grupo IC foi significativamente maior em comparação com o grupo convergentes. Essa é uma importante questão que deve ser melhor esclarecida em estudos futuros.

Limitações

Uma limitação desse estudo talvez seja o fato de que a amostra tenha sido constituída somente de indivíduos jovens e saudáveis, o que pode limitar a generalização dos resultados para outras populações, como idosos ou indivíduos com outras comorbidades.

Implicações clínicas

Os resultados deste estudo têm importantes implicações para a prática clínica. Em termos gerais, a função neuromuscular e sensório-motora eferente melhorada associada ao treinamento de exercícios de equilíbrio permite que o corpo restrinja a oscilação postural a uma área menor e menor velocidade de movimento, reduzindo subsequentemente a demanda por grandes correções posturais⁴⁵.

Dessa maneira, identificação de que a IC compromete o equilíbrio dinâmico sugere que intervenções terapêuticas voltadas para a melhora da convergência ocular podem ser benéficas para a estabilidade postural. Programas de reabilitação que incluem exercícios já previamente propostos por Scheiman e Rouse (2005)¹⁴, podem ajudar a melhorar o controle postural desses indivíduos e, como consequência, diminuir o risco de quedas.

CONCLUSÕES

Nesse estudo foi demonstrado que indivíduos com IC apresentam maior instabilidade em condições dinâmica e quase estática ereta em relação a indivíduos convergentes.

9. CONCLUSÕES FINAIS

- Este estudo demonstrou que a IC ocular compromete o equilíbrio dinâmico e quase estático, aumentando a instabilidade postural e o risco de quedas.
- Esses achados reforçam a importância de avaliar e tratar a IC em programas de reabilitação postural.
- Pesquisas futuras devem continuar a explorar essa relação, incluindo pacientes com comorbidades e idosos para uma melhor compreensão do comportamento dessa condição de maneira mais abrangente.

10. REFERÊNCIAS

1. Maki BE, McIlroy WE. Postural control in the older adult. *Clin Geriatr Med.* 1996;12(4):635-58.
2. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing.* 2006;35 Suppl 2:ii7-ii11.
3. Winter DA, Prince F, Frank JS, Powell C, Zabjek KF. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. *J Neurophysiol.* 1996;75(6):2334-40.
4. Chiari L, Rocchi L, Cappello A. Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. *Clin Biomech.* 2002;17(9-10):666-77.
5. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol.* 2002;88(3):1097-118. doi: 0.1152/jn.00605.2001.
6. Dichgans J, Brandt T. Visual-vestibular interaction: effects on self-motion perception and postural control. *Perception.* 1978;755-804.
7. Lafleur D, Lajoie Y. The impact of eye movement on postural control depends on the type of oculomotor behavior and the visual task. *Gait Posture.* 2023; 100:65-9. doi: 10.1016/j.gaitpost.2022.12.002. Epub 2022 Dec 5.
8. Alvarez T. A pilot study of disparity vergence and near dissociated phoria in convergence insufficiency patients before vs. after vergence therapy. *F Neuroc Humana.* 2015; 9:419. doi: 10.3389/fnhum.2015.00419.
9. Dos Santos DM, Politti F, de Azevedo LMA, de Cassia das Neves Martins R, Ricci FC, Masuda KSY, do Nascimento EMM, Spinato IL, de Paula Gomes CAF, Biasotto-Gonzalez DA. Association between convergence insufficiency and temporomandibular disorder cross-sectional study. *Clin Oral Investig.* 2021;25(3):851-8. doi: 10.1007/s00784-020-03372-8. Epub 2020 Jun 4. PMID: 32500402.
10. Menigite N, Taglietti M. Visual symptoms and convergence insufficiency in university teachers. *Rev Bras Oftalmol.* 2017;76(5):242-6.

11. Aletaha M, Daneshvar F, Mosallaei M, Bagheri A, Khalili MR. Comparison of three vision therapy approaches for convergence insufficiency. *J Ophthalmic Vision Res.* 2018;13(3):307-14.
12. Widmer D, et al. Posttherapy Functional Magnetic Resonance Imaging in Adults with Symptomatic Convergence Insufficiency. *Am J Optom.* 2018;95(6):505-14.
13. Alvarez TL, et al. Vision therapy in adults with convergence insufficiency: clinical and functional magnetic resonance imaging measures. *Optometry and Vision Science.* 2010;87(12):E985.
14. Scheiman M, Rouse MW. Optometric management of learning-related vision problems. 2nd ed. New York: Mosby; 2005.
15. Jaswal R, Gohel S, et al. Task-Modulated Coactivation of Vergence Neural Substrates. *Brain Connectivity.* 2014;4(8):595-607. doi: 10.1089/brain.2013.0216.
16. Momeni-Moghaddam H, Kundart J, et al. The Effectiveness of Homebased Pencil Pushup Therapy Versus Officebased Therapy for the Treatment of Symptomatic Convergence Insufficiency in Young Adults. *J Ophthalmol.* 2015;22(1):97-102. doi: 10.4103/0974-9233.148357.
17. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor Control: Translating Research into Clinical Practice. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2017.
18. Winter DA. Biomechanics and Motor Control of Human Movement. 4th ed. Hoboken: John Wiley & Sons; 2009
19. Ohsugi H, Kurihara Y, Anzai S, Kuwae Y, Madoba K. Differences in the Timed Up and Go Test under different measurement conditions in young healthy adults. *J Phys Ther Sci.* 2023;35(11):718-21. doi: 10.1589/jpts.35.718
20. Cuccia A, Caradonna C. Binocular motility system and temporomandibular joint internal derangement: A study in adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(5):640.e15-20. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.10.034.
21. Tavares C, Nunes AM, Nunes AJ, Pato MV, Monteiro PM. Translation and validation of Convergence Insufficiency Symptom Survey (CISS) to

- Portuguese - psychometric results. Arq Bras Oftalmol. 2014;77(1):21-4.
doi: 10.5935/0004-2749.20140007. PMID: 25076368.
22. Cunha T, Pinto S, Sargo J, Mendenha L, Lança C, Oliveira M. Insuficiência de convergência e atenção visual: estudo exploratório em estudantes do ensino superior. Saúde Tecnol. 2013;(9):5-10.
 23. Winter DA, Crago PE. Biomechanics and Neural Control of Posture and Movement. New York: Springer; 2000.
 24. Goss DA. Ocular Accommodation, Convergence and fixation disparity: A manual of clinical analysis. 2nd ed. Boston, MA, USA: ButterworthHeinemann; 1995.
 25. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. Gait Posture. 1995;3:193-214.
 26. Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gøtzsche PC, Devereaux PJ, Elbourne D, Egger M, Altman DG. CONSORT 2010 explanation and elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. BMJ. 2010;340:c869
 27. Benedetti TRB, Antunes PC, Rodrigues-Anéz CR, Mazo GZ, Petroski EL. Reproducibility and validity of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) in elderly men. Rev Bras Med Esporte. 2007;13(1):11-6.
 28. Rubega M, Di Marco R, Zampini M, Formaggio E, Menegatti E, Bonato P, et al. Muscular and cortical activation during dynamic and static balance in the elderly: A scoping review. Aging Brain. 2021;1:100013.
doi: 10.1016/j.nbas.2021.100013.
 29. Alexandre TS, Meira DM, Rico NC, Mizuta SK. Accuracy of Timed Up and Go Test for screening risk of falls among community-dwelling elderly. Rev Bras Fisioter. 2012;16(5):381-8.
 30. Michikawa T, Nishiwaki Y, Takebayashi T, Toyama Y. One-leg standing test for elderly populations. J Orthop Sci. 2009;14(5):675-85.
 31. Gustafson AS, Noaksson ACG, Kronhed ACG, Moler M, Moler C. Changes in balance performance in physically active elderly people aged 73-80. Scand J Reab Med. 2000;32(4):168-72.

32. Doyle TL, Newton RU, Burnett AF. Reliability of traditional and fractal dimension measures of quiet stance center of pressure in young, healthy people. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86:2034-40.
33. Quijoux F, Vienne-Jumeau A, Bertin-Hugault F, Zawieja P, Lefèvre M, Vidal PP, Ricard D. Center of pressure displacement characteristics differentiate fall risk in older people: A systematic review with meta-analysis. *Ageing Res Rev.* 2020;62:101117. doi: 10.1016/j.arr.2020.101117.
34. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum; 1988.
35. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed 'Up & Go': A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8.
36. Herman T, Giladi N, Hausdorff JM. Validity and Reliability of the Tinetti Mobility Test for Individuals with Parkinson Disease. *Physical Therapy.* 2011;91(1):114-22.
37. Peterka RJ. Sensory integration for human balance control. *Handb Clin Neurol.* 2018;159:27-42.
38. Mani H, Kato N, Hasegawa N, Urano Y, Aiko T, Kurogi T, Asaka T. Visual feedback in the lower visual field affects postural control during static standing. *Gait Posture.* 2022;97:1-7. doi: 10.1016/j.gaitpost.2022.07.004.
39. Pellegrino L, Giannoni P, Marinelli L, Casadio M. Effects of continuous visual feedback during sitting balance training in chronic stroke survivors. *J Neuroeng Rehabil.* 2017;14(1):107. doi: 10.1186/s12984-017-0316-0.
40. Fischetti F, Cataldi S, Giunto A, Greco G. Effect of home-based oculomotor exercises on postural stability in healthy female adults. *J Hum Sport Exerc.* 2020;15:653-60. doi: 10.14198/jhse.2020.153.15.
41. Kouzaki M, Masani K. Postural sway during quiet standing is related to physiological tremor and muscle volume in young and elderly adults. *Gait Posture.* 2012;35(1):11-7. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.03.028.

42. Ho CY, Bendrups AP. Ankle reflex stiffness during unperceived perturbation of standing in elderly subjects. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2002;57(9):B344-50. doi: 10.1093/gerona/57.9. b344.
43. Benjuya N, Melzer I, Kaplanski J. Aging-induced shifts from a reliance on sensory input to muscle cocontraction during balanced standing. *The Journals of Gerontology Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*. 2004;59(2):166-71.
44. Nelson-Wong E, Appell R, McKay M, Nawaz H, Roth J, Sigler R, Third J, Walker M. Increased fall risk is associated with elevated co-contraction about the ankle during static balance challenges in older adults. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112(4):1379-89
45. Low DC, Walsh GS, Arkesteijn M. Effectiveness of Exercise Interventions to Improve Postural Control in Older Adults: A Systematic Review and MetaAnalyses of Centre of Pressure Measurements. *Sports Med*. 2017;47(1):101-12.

11. ANEXOS

ANEXO I – TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido).

Nome do participante: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____ Cidade: _____

CEP: _____ E-mail: _____

As informações contidas neste prontuário serão fornecidas pelo Prof. Dr. Fabiano Politti, objetivando firmar acordo escrito mediante o qual, o participante da pesquisa autoriza sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

1. **Título do Trabalho Experimental:** comparação dos efeitos da terapia oculomotora no controle postural em indivíduos com insuficiência de convergência ocular e indivíduos convergentes

2. **Objetivo:** O objetivo desse estudo será o de verificar os efeitos da terapia visual no controle postural em adultos.

3. **Justificativa:** A insuficiência de convergência ocular (IC) é uma condição comum que dificulta a capacidade dos olhos de focarem juntos em um ponto específico. Isso pode causar sintomas como visão dupla, fadiga ocular e dificuldades em atividades que exigem foco visual, como leitura, dirigir e até mesmo andar. Essas dificuldades podem afetar a capacidade do cérebro de processar e interpretar corretamente as informações visuais, essenciais para manter o equilíbrio. Além disso, pessoas com IC têm mais dificuldade em se adaptar a mudanças rápidas no ambiente visual, como mover o olhar entre objetos em movimento ou com diferentes distâncias, o que pode levar a instabilidade postural e aumentar o risco de quedas.

O controle postural é essencial para a estabilidade e execução de movimentos. Ele depende da integração de vários sistemas sensoriais, incluindo o visual. Alterações na função visual, como a IC, podem prejudicar o controle postural.

A terapia oculomotora tem mostrado bons resultados no tratamento dos sintomas da IC, mas pouco se sabe sobre seus efeitos no controle postural.

Comparar os efeitos dessa terapia em indivíduos com IC e em pessoas sem essa condição pode fornecer informações valiosas para a prática clínica. Esses dados podem destacar a importância das intervenções visuais no tratamento de problemas posturais.

Entender melhor a relação entre a terapia oculomotora e o controle postural pode

levar ao desenvolvimento de protocolos de tratamento mais eficazes, melhorando a qualidade de vida dos pacientes. Além disso, os resultados do estudo podem abrir novas perspectivas para o uso de terapias visuais na reabilitação motora e no condicionamento físico.

Portanto, é essencial investigar a influência da IC no controle postural. Se essa relação for confirmada, poderá ajudar a desenvolver estratégias de reabilitação e intervenções específicas para essa população, visando melhorar sua estabilidade e reduzir o risco de quedas.

4. Procedimentos: O senhor(a) está sendo convidado à participar de um projeto de pesquisa onde serão realizadas duas avaliações, sendo uma antes de iniciar o tratamento e outra após o término de 4 sessões de tratamento (1 vez por semana, totalizando 4 semanas) no Núcleo de Apoio à Pesquisa Musculoesquelética (NUPEM) da Universidade Nove de Julho, unidade Vergueiro. O participante da pesquisa terá que comparecer uma vez na semana permanecendo no local do atendimento por aproximadamente 90 minutos para que sejam feitas as seguintes avaliações:

Primeira avaliação: o participante deverá responder ao avaliador o questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) para verificar o nível de atividade física (tempo que se movimenta durante o dia). Esse questionário é composto por 10 questões.

Segunda avaliação: o participante responderá um questionário para verificar a função cognitiva (mental) global denominado de Mine Exame do Estado Mental, composto por 12 questões.

Terceira avaliação: o participante responderá um questionário para verificar sua qualidade de vida no qual caracteriza-se por ser um questionário formado por 36 itens que abrangem oito componentes: capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral de saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental.

Quarta avaliação: o participante responderá um questionário para verificar se apresenta medo de cair, no qual é composta por 16 perguntas relacionadas à atividades de vida diária.

Quinta avaliação: para avaliar a mobilidade funcional será aplicado o *Timed up and go test* (TUG). O teste consiste no paciente levantar-se de uma cadeira com apoio das costas e braços, andar em linha reta por uma distância de 3 metros, dar uma volta de 180°, retornar e se sentar na cadeira novamente. Este percurso será cronometrado em segundos.

Sexta avaliação: o participante terá seu equilíbrio avaliado pela escala de equilíbrio de Berg sendo essa constituída por 14 testes funcionais (exemplo: sentar e levantar, girar, abaixar).

Sétima avaliação: teste para equilíbrio com apoio unipodal que consiste em pedir para o indivíduo equilibrar-se em apenas um dos pés com olhos abertos e depois com olhos fechados por no máximo 30 segundos.

Oitava avaliação: o participante irá realizar uma avaliação do controle postural (equilíbrio) no qual o mesmo deverá ficar em pé sobre uma plataforma de força (equipamento quadrado de dimensões 60 cm x 60 cm). Esse exame será realizado em quatro diferentes condições: i) olho aberto, ii) olho fechado, iii) olho aberto com uma espuma entre os pés e a plataforma de força, iv) olho aberto com uma espuma entre os pés e a plataforma de força. Para condição, serão realizadas três coletas de dados onde o participante deverá ficar 40 segundos sobre a plataforma (total de 2 minutos de tempo de coleta para cada posição). O tempo total para a realização desse exame será de aproximadamente 20 minutos.

Nona avaliação: Para a avaliação dos sintomas de Insuficiência de Convergência será aplicado o questionário “Questionário de Sintomas da Insuficiência de Convergência (QSIC)” que consiste em 15 itens e uma escala do tipo Likert (tabela de classificações de graus de concordância sobre as afirmações)

Décima avaliação: Para a avaliação de convergência será utilizado o “Teste de Convergência Visual”. Nesse, o avaliador irá aproximar um bastão em linha reta na direção ao nariz do voluntário e pedindo para o mesmo olhar fixamente para esse objeto, a expectativa é que os olhos façam uma convergência (olhem para o mesmo objeto) de modo simétrico (igual em ambos os lados), em caso de não convergência ou assimetria será constatada a insuficiência de convergência, e será colocada uma régua para medir a distância que a insuficiência de convergência ocorreu para graduar em níveis de normalidade, suficiente ou insuficiente.

Após essas avaliações, deverá ocorrer um sorteio para que o participante receba um dos dois tratamentos oferecidos no projeto de pesquisa. Dessa maneira, o participante poderá entrar no grupo denominado de intervenção (treinamento de exercícios físicos e treinamento de exercícios oculomotores) ou o grupo controle (treinamento de exercícios físicos). O tempo de tratamento será de 30 minutos por sessão, 1 vez por semana, durante 4 semanas no NUPEM com acompanhamento e orientação do pesquisador. Após esse período, ambos os grupos serão reavaliados com todos os 11 testes que fizeram no início da pesquisa. O tempo para realização dos testes será de 90 minutos, assim como na primeira avaliação.

5. **Desconforto ou Riscos Esperados:** i) Questionários: as questões contidas nos questionários a serem respondidas pelo participante são relacionadas à atividade física, ao seu equilíbrio, medo de queda e condições cognitivas (relacionado ao pensamento) e, considera-se que existe risco

mínimo de que alguma das questões possam gerar algum tipo de constrangimento ao participante; ii) O tratamento para insuficiência de convergência, pode proporcionar tontura leve e cansaço ocular.

6. Medidas protetivas: Todas as avaliações (por questionário ou física) serão realizadas em salas reservadas e devidamente preparadas para as avaliações. Caso o participante sinta algum constrangimento ao responder as questões dos questionários ou durante a realização do teste físico, o procedimento será imediatamente interrompido e o participante poderá deixar de fazer parte do estudo. Em relação ao tratamento, se algum desconforto for observado nos exercícios, ou outros eventuais sintomas como mal-estar, dor de cabeça e/ou sintomas fora do habitual relatados antes, durante ou após o treinamento serão igualmente avaliados e, caso seja necessário, haverá a interrupção do procedimento. Nesse caso, como medida protetiva, os participantes que apresentarem qualquer desconforto, serão encaminhados ao ambulatório clínico da Universidade Nove de Julho, localizado no mesmo prédio onde a pesquisa deverá ser realizada.

7. Benefícios da pesquisa: O participante poderá ser beneficiado com a participação no estudo proposto uma vez que os exercícios oculomotores (para os olhos) têm se mostrado eficazes no tratamento de insuficiência de convergência.

8.

9. Métodos Alternativos Existentes: não se aplica.

10. Informações: O participante tem garantia que receberá respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto ao procedimento e resultados da análise clínica. Também os pesquisadores supracitados assumem o compromisso de proporcionar informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que esta possa afetar a vontade do participante em continuar integrando a pesquisa.

11. Retirada do Consentimento: o participante tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento, e deixar o estudo sem nenhum prejuízo.

12. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa: Não haverá nenhum valor econômico a receber ou a pagar pela participação na pesquisa.

13. Local da Pesquisa: Núcleo de Apoio à Pesquisa Musculoesquelética (NUPEM) da Universidade Nove de Julho, unidade Vergueiro, situada na Rua Vergueiro, nº 235/249, - Liberdade, CEP: 01504-00, 1º Subsolo, São Paulo – SP

– Setor: Pós Graduação em Ciências da Reabilitação – Fone:(11) 3385-9241

14. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP):

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes de pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir

no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Res. CNS nº 466/12 e Res. CNS 510/2016). O Comitê de Ética é responsável pela avaliação e acompanhamento dos protocolos de pesquisa no que corresponde aos aspectos éticos. Endereço do Comitê de Ética da Uninove: Rua. Vergueiro nº 235/249 – 12º andar – Liberdade – São Paulo – SP CEP. 01504-001. Telefone: 3385-9010. E-mail: comitedeetica@uninove.br Horários de atendimento do Comitê de Ética: segunda-feira a sexta-feira – Das 11h30 às 13h00 e Das 15h30 às 19h00

- 15. Nome completo e telefones dos Pesquisadores para Contato:** Prof. Dr. Fabiano Politti: celular (11) 98941-8885 / Trabalho (11) 3665-9817, Alunos (Fisioterapeutas): Alisson Monteiro de Freitas (11) 98782- 3404 e Luís Eduardo Peixoto Rosa Dos Santos (51) 99110-6484.

Você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa, em qualquer etapa do estudo para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o Prof. Dr. Fabiano Politti que também pode ser encontrada no endereço: Rua Vergueiro, nº 235/249, - Liberdade, CEP: 01504-001 Subsolo, São Paulo – SP – (Setor: Pós Graduação em Ciências da Reabilitação) e Telefone (s): (11) 3385-9241.

- 16. Eventuais intercorrências que vierem a surgir no decorrer da pesquisa poderão ser discutidas pelos meios próprios.**

17. Consentimento pós-informação:

Eu,_____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmo que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo no meio científico.

* Não assine este termo se ainda tiver alguma dúvida a respeito.

São Paulo, ____ de _____ de 202_.

Nome (por extenso): _____

Assinatura: _____

18. Certificação do pesquisador responsável

Eu, ___(Pesquisador responsável desta pesquisa), certifico que:

- a) Esta pesquisa só terá início após a aprovação do(s) referido(s) Comitê(s) de Ética em Pesquisa o qual o projeto foi submetido.
- b) Considerando que a ética em pesquisa implica o respeito pela dignidade humana e a proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos;
- c) Este estudo tem mérito científico e a equipe de profissionais devidamente citados neste termo é treinada, capacitada e competente para executar os procedimentos descritos neste termo;

Assinatura do Pesquisador Responsável

ANEXO II – IPAC – (Questionário de atividade física versão curta)

**QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA –
VERSÃO CURTA -**

Nome: _____
 Data: ____ / ____ / ____ Idade : _____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar

moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?
_____ horas _____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?
_____ horas _____ minutos

PERGUNTA SOMENTE PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

5. Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? () Sim () Não

6.. Você sabe o objetivo do Programa? () Sim () Não

ANEXO III - Questionário de Sintomas da Insuficiência de Convergência

Nome _____
____ / ____

Data

		Nunca	Com pouca frequência	Às vezes	Com muita frequência	Sempre
1.	Sente os olhos cansados quando lê ou executa tarefas em visão próxima?					
2.	Sente desconforto ocular quando lê ou executa tarefas em visão próxima?					
3.	Sente dores de cabeça quando lê ou executa tarefas em visão próxima?					
4.	Sente-se sonolento quando lê ou executa tarefas em visão próxima?					
5.	Perde a concentração quando lê ou executa tarefas em visão próxima?					
6.	Sente dificuldade em lembrar-se do que leu?					
7.	Tem visão dupla quando lê ou realiza tarefas em visão próxima?					
8.	Vê as palavras a moverem-se, saltarem, nadar ou a parecer que flutuam na página quando lê ou executa tarefas em visão próxima?					
9.	Sente que lê devagar?					
10.	Os seus olhos doem quando lê ou executa tarefas em visão próxima?					
11.	Sente os olhos inflamados quando lê ou executa tarefas em visão próxima?					
12.	Tem a sensação de tensão à volta dos olhos quando lê ou executa tarefas em visão próxima?					
13.	Repara se as palavras focam e desfocam quando lê ou executa tarefas em visão próxima?					
14.	Perde-se no texto quando lê ou executa tarefas em visão próxima?					
15.	Sente necessidade de reler a mesma linha de um texto?					