
Educação Física

Geovanna Bertucci

**RESPOSTAS BIOMECÂNICAS DURANTE PERTURBAÇÕES
EM INDIVÍDUOS COM RECONSTRUÇÃO DE LIGAMENTO
CRUZADO ANTERIOR: REVISÃO SISTEMÁTICA**



Rio Claro - SP
2023

Geovanna Bertucci

**RESPOSTAS BIOMECÂNICAS DURANTE PERTURBAÇÕES EM
INDIVÍDUOS COM RECONSTRUÇÃO DE LIGAMENTO CRUZADO
ANTERIOR: REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em
Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo

Rio Claro - SP
2023

B552r	Bertucci, Geovanna Respostas biomecânicas durante perturbações em indivíduos com reconstrução de ligamento cruzado anterior: revisão sistemática / Geovanna Bertucci. -- Rio Claro, 2023 29 f. : tabs. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro Orientador: Adalgiso Coscrato Cardozo 1. Biomecânica. 2. Reconstrução do ligamento cruzado anterior. 3. Revisão sistemática. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

GEOVANNA BERTUCCI

**RESPOSTAS BIOMECÂNICAS DURANTE PERTURBAÇÕES EM
INDIVÍDUOS COM RECONSTRUÇÃO DE LIGAMENTO
CRUZADO ANTERIOR: REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em
Educação Física.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo

Prof. Dr. Camila Coelho Greco

Prof. Dr. Alexandre Gabarra de Oliveira

Aprovado em: 08 de Novembro de 2023

DocuSigned by:
Geovanna Bertucci
B5F12BEBF1B3430...
Assinatura do discente


Assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Inicio os agradecimentos para os meus pais, Dorileia Natividade da Conceição e Angelo Carlos Bertucci por me acompanharem em todos os momentos e desafios ao longo dessa jornada.

A meu irmão, Guilherme Bertucci, obrigada por toda ajuda, incentivo e companheirismo.

Ao Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo pela orientação, todos os ensinamentos no processo de aprendizagem e elaboração deste trabalho.

Agradecer ao Prof. Dr. Mauro Gonçalves, que mesmo não sendo coorientador oficial, participou desse projeto colaborando para sua conclusão.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa de Iniciação Científica (PIBIC) - no âmbito do edital 4/2021, proposta nº 4798.

RESUMO

As evidências atuais sugerem que as alterações biomecânicas continuam presentes após a reconstrução do LCA, principalmente durante perturbações. No entanto, não existe uma síntese da literatura disponível para determinar os efeitos da reconstrução deste ligamento sobre estas alterações. Com isso, o objetivo da presente revisão sistemática é comparar as respostas biomecânicas entre indivíduos com reconstrução do ligamento cruzado anterior e indivíduos saudáveis durante tarefas com perturbações. Este estudo se caracteriza como uma revisão sistemática e foi elaborado com base em um protocolo registrado na plataforma PROSPERO e redigido de acordo com as instruções PRISMA. As buscas foram conduzidas até fevereiro de 2022 e foram realizadas nas bases de dados PubMed, ScienceDirect e Embase. A estratégia de busca nestas bases preconizou incluir todos os estudos possíveis sobre o tema “reconstrução de ligamento cruzado anterior” e “perturbações”. As buscas nas bases de dados resultaram em um total de 1.299 títulos, incluindo estudos duplicados. Após a exclusão dos estudos duplicados ($n = 285$), 1014 artigos tiveram seus títulos e resumos examinados, e um total de 32 artigos foram selecionados para a leitura na íntegra. Destes, 18 foram excluídos pelos motivos: a) Estudos de revisão; b) Estudos com RLCA bilateral; c) Estudos com pacientes não reabilitados; d) Estudos que tinham pacientes com lesões em outras estruturas; e) Estudos que não possuíam grupo controle. Por fim, 14 artigos foram selecionados após terem sua elegibilidade confirmada pelos critérios estabelecidos. A síntese dos resultados demonstra que dois estudos demonstraram que pacientes com RLCA possuem menores forças, onze estudos apresentaram pior estabilidade nas medidas de equilíbrio, enquanto um estudo não verificou diferença entre os grupos. Esta revisão sistemática demonstra que indivíduos que se submetem a uma reconstrução de ligamento cruzado anterior continuam apresentando déficits biomecânicos frente a perturbações.

Palavras-chave: Biomecânica; Reconstrução do ligamento cruzado anterior; revisão sistemática.

ABSTRACT

Current evidence suggests that biomechanical changes are still present after ACL reconstruction, especially during disturbances. However, there is no summary of the literature available to determine the effects of reconstruction of this ligament on these changes. Therefore, the aim of this systematic review and meta-analysis is to compare biomechanical responses between individuals with anterior cruciate ligament reconstruction and healthy individuals during tasks with disorders. This study is characterized as a systematic review and meta-analysis and was elaborated based on a protocol registered on the PROSPERO platform and written according to PRISMA instructions. The searches were conducted until February 2022 and were conducted in the PubMed, ScienceDirect and Embase databases. The search strategy in these bases predefined include all possible studies on the theme "anterior cruciate ligament reconstruction" and "disturbances". Database searches resulted in a total of 1,299 titles, including duplicate studies. After the exclusion of duplicate studies (n = 285), 1014 articles had their titles and abstracts examined, and a total of 32 articles were selected for full reading. Of these, 18 were excluded for the following reasons: a) Review studies; b) Studies with bilateral ACLR; c) Studies with non-rehabilitated patients; d) Studies that had patients with lesions in other structures; e) Studies that did not have a control group. Finally, 14 articles were selected after their eligibility was confirmed by the established criteria. The synthesis of the results shows that two studies demonstrated that patients with ACLR have lower forces, eleven studies showed worse stability in balance measures, while one study did not find difference between groups. This systematic review demonstrates that individuals who undergo anterior cruciate ligament reconstruction continue to present biomechanical deficits in the face of disturbances.

Keywords: Biomechanics; Anterior cruciate ligament reconstruction; systematic review.

LISTA DE ABREVIATURAS

RLCA	Reconstrução de ligamento cruzado anterior
LCAD	Ligamento cruzado anterior deficiente
FE	Focando em um aplicativo de nivelamento planar em um smartphone colocado na placa de oscilação
CCT	Tarefa de sequência de três dígitos
AP	Ântero posterior
ML	Médio lateral
TR	Tempo de reação
ER	Taxa de erro
CCI	Coeficiente de correlação intraclass
VL	Vasto lateral
RF	Reto femoral
BF	Bíceps femoral
SLS	Exercício de agachamento unipodal
RLL	Reflexos de longa latência
IEAP	Índice de estabilidade anteroposterior
IEG	Índice de estabilidade geral
IEML	Índice de estabilidade mediolateral
VM	Vasto medial
HM	Isquiotibiais medial
HL	Isquiotibiais laterais
GL	Gastrocnêmio lateral

Definição de Termos

Stroop test: O teste de Stroop avalia a capacidade de uma pessoa de inibir respostas automáticas e se concentrar em informações relevantes. Envolve a apresentação de uma lista de palavras impressas em cores específicas, como "vermelho", "verde" e "azul". No entanto, a cor da tinta em que as palavras estão impressas pode ser diferente do significado da palavra.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO...	08
2	OBJETIVO...	10
3	MÉTODOS...	11
	3.1 <i>Desenho experimental</i>	11
	3.2 <i>Critérios de elegibilidade</i>	11
	3.3 <i>Busca na literatura</i>	11
	3.4 <i>Extração dos dados e qualidade do estudo</i>	12
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO...	13
	4.1 <i>Seleção dos estudos</i>	13
	4.2 <i>Qualidade metodológica</i>	14
	4.3 <i>Características dos estudos</i>	15
5	CONCLUSÃO...	21
	REFERÊNCIAS...	22
	ANEXO...	25

1 INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado anterior (LCA) não tem apenas uma função de restrição mecânica para estabilizar o joelho, mas possui também uma função somatossensorial para fornecer, por meio dos mecanorreceptores, informações proprioceptivas ao sistema nervoso central em relação à posição articular (CABUK e CABUK, 2016). Essas informações sensoriais são processadas simultaneamente com entrada neural do sistema visual e vestibular para estabilizar a postura corporal de acordo com uma tarefa motora planejada dentro de um ambiente específico (WOOLLACOTT e SHUMWAY-COOK, 2002). Portanto, não é surpreendente observar que uma lesão na LCA pode induzir déficits de controle postural (NEGAHBAN et al., 2010; NEGAHBAN et al., 2014; SOLTANI et al., 2014).

O ligamento cruzado anterior (LCA) é uma estrutura intra-articular e extrassinovial. Sua inserção proximal está localizada na porção mais posterior da face interna do côndilo femoral externo; está disposta na direção distal-anterior-interna, em leque em direção à sua inserção distal na região anteromedial do platô tibial entre as espinhas tibiais.

Estruturalmente, é composto por fibras colágenas circundadas por tecido conjuntivo frouxo e tecido sinovial. A vascularização do LCA é escassa e depende fundamentalmente da artéria geniculada média, sua inervação depende de ramos do nervo tibial; tem baixa capacidade de cicatrização após lesão ou reparo cirúrgico, forçando técnicas de reconstrução de substituição ligamentar.

O comprimento médio do LCA, tomado do seu terço médio, varia entre 31 e 38 mm e sua largura média é de 11 mm. O ligamento cruzado anterior (LCA) é uma estrutura fibrosa que se divide em vários fascículos ou bandas. O número e função dessas bandas permanecem um tópico em discussão, pois às vezes é difícil distingui-los, macroscopicamente assim como microscópicamente. A espessura do ligamento é diretamente proporcional a sua resistência é inversamente proporcional às suas possibilidades de alongamento.

A maioria dos pacientes com lesões de LCA passa por cirurgia reconstrutiva com o objetivo de retornar às atividades normais diárias e, principalmente, à prática esportiva. No entanto, enquanto os procedimentos de reconstrução do LCA são geralmente seguidos por uma boa recuperação da função do joelho (ARDERN et al., 2011), alterações biomecânicas têm sido relatadas no retorno ao esporte.

Além disso, a lesão do LCA ocorre frequentemente durante o esporte. Este é um momento no qual o atleta tem que gerenciar simultaneamente uma resposta motora e um processo de atenção para detectar, selecionar e tratar as informações relevantes em um ambiente altamente descontrolado. Swanik e colaboradores (2007) mostraram que pacientes com lesão de LCA diminuíram os tempos de resposta motora, potencialmente aumentando o risco de lesão da LCA, quando submetidos a saturação cognitiva durante uma tarefa motora. A gestão de uma dupla tarefa, ou seja, a execução concomitante de tarefas motoras e atencionais, poderia, assim, estar prejudicada em indivíduos com ACLR. Esse paradigma representa uma tarefa de maior complexidade e poderia revelar mais facilmente diferenças entre pacientes com ACLR e aqueles pertencentes ao grupo controle (HENRIKSSON, LEDIN e GOOD, 2001). A avaliação da capacidade de gerenciar um desafio cognitivo durante uma tarefa motora sob perturbações visuais e superficiais poderia informar melhor a equipe médica para liberar seus pacientes com reconstrução de ALC para retornar ao esporte.

As evidências atuais sugerem que as alterações biomecânicas continuam presentes após a reconstrução do LCA, principalmente durante perturbações. No entanto, não existe uma síntese da literatura disponível para determinar os efeitos da reconstrução deste ligamento sobre estas alterações.

2 OBJETIVO

O objetivo da presente revisão sistemática é comparar as respostas biomecânicas entre indivíduos com reconstrução do ligamento cruzado anterior e indivíduos saudáveis durante tarefas com perturbações.

3 MÉTODOS

3.1 Desenho Experimental

Este estudo se caracteriza como uma revisão sistemática e foi elaborado com base em um protocolo registrado na plataforma PROSPERO (*International Prospective Register of Systematic Reviews*) e redigida de acordo com as *instruções PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)* (LIBERATI et al., 2009).

3.2 Critérios de Elegibilidade

Critérios de Inclusão:

- Estudos originais publicados em inglês e revisados por pares;
- Estudos com indivíduos que possuem reconstrução de ligamento cruzado anterior unilateral e já estejam reabilitados;
- Estudos que apresentam população saudável como comparação;
- Estudos que apresentam respostas neuromusculares frente a perturbações inesperadas.

Critérios de Exclusão:

- Estudos de revisão;
- Estudos que tenham indivíduos com reconstrução de ligamento cruzado anterior bilateral;
- Estudos em que o indivíduo não esteja reabilitado;
- Estudos que tenham indivíduos com lesões de outras estruturas;
- Estudos que não tenham um grupo de indivíduos saudáveis para comparação.

3.3 Busca na Literatura

As buscas foram conduzidas até fevereiro de 2022 e realizadas nas bases de dados PubMed, ScienceDirect e Embase. A estratégia de busca nestas bases preconizou incluir todos os estudos possíveis sobre o tema “reconstrução de ligamento cruzado anterior” e “perturbações”. O Quadro 1 apresenta a sintaxe de busca detalhada.

Quadro 1 – Sintaxe de busca para a obtenção dos artigos.

Palavra-chave 1	("Anterior cruciate ligament" OR "Anterior cruciate ligament reconstruction" OR "ACL reconstruction" OR "ACLR" OR "ACL rupture")
AND	
Palavra-chave 2	("surface perturbations" OR "dual task" OR "dual-task" OR "dual tasking" OR "visual perturbations" OR "cognitive perturbations" OR "dual-task performance" OR "Dual-task interference" OR "Dual-task cost" OR "dual-task activities" OR "dual-task paradigm" OR "Stroop test" OR "surface translation" OR "dynamic balance" OR "dynamic stability" OR "Postural Balance" OR "waist pull")

3.4 Extração dos Dados e Qualidade do Estudo

Consequente às buscas nas bases de dados eletrônicas, os artigos encontrados foram avaliados por dois revisores independentes utilizando a plataforma Rayyan QCRI (Doha, Qatar). Após a exclusão dos artigos duplicados, foi realizada uma primeira fase de seleção pelo título e resumo de cada estudo.

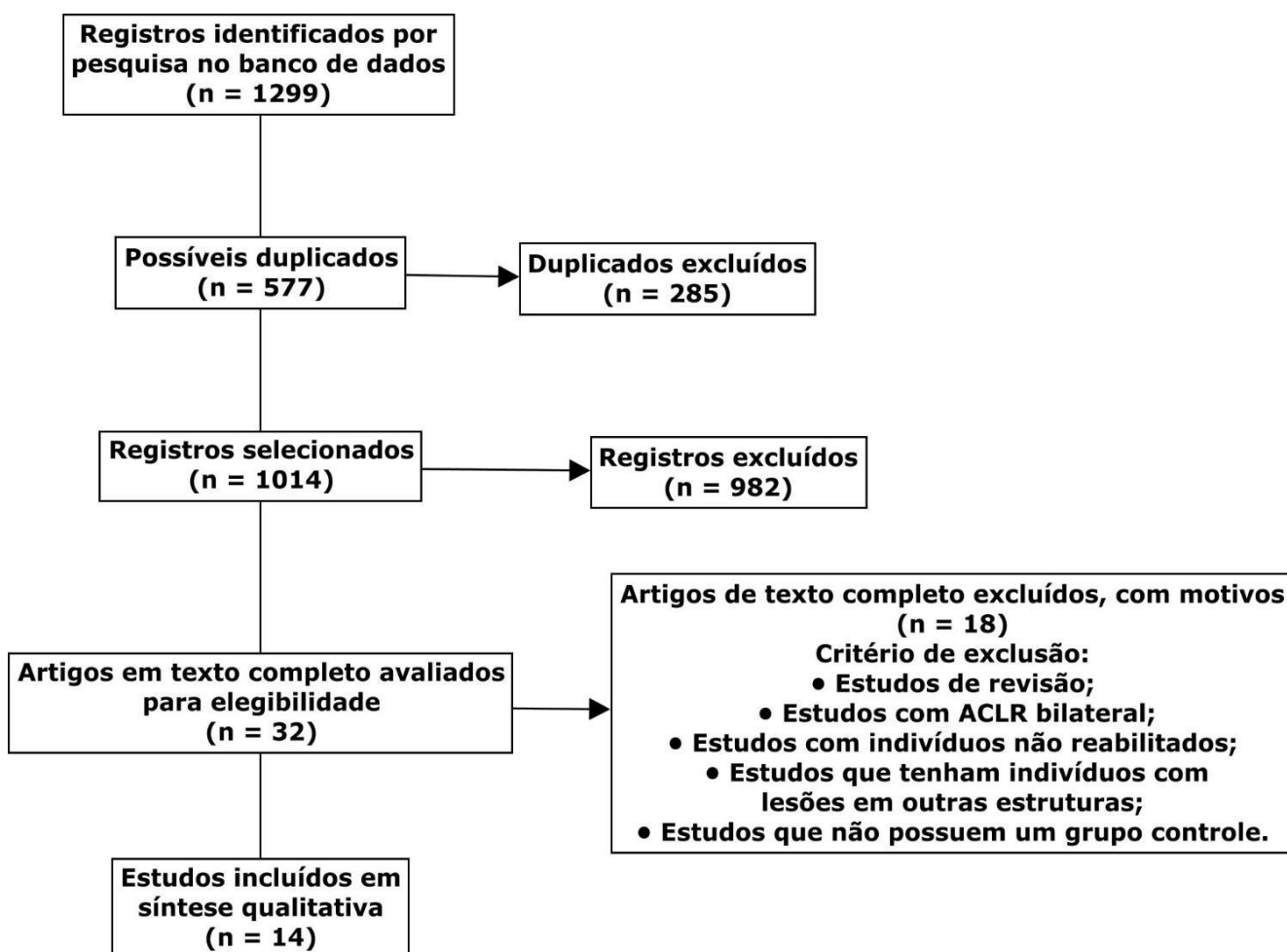
A segunda fase de seleção foi realizada a partir da leitura dos artigos completos, os quais foram avaliados de acordo com os critérios de elegibilidade estabelecidos. Em seguida, as listas de referências dos artigos selecionados foram checadas. Todos os artigos selecionados tiveram sua qualidade avaliada por meio da escala PEDro (*Physiotherapy Evidence-Based Database Scale*). Os dados de todos os artigos selecionados foram extraídos e organizados em tabelas utilizando o software Microsoft Excel (Microsoft, Redmond, WA, USA). Por fim os resultados dos estudos foram sintetizados e descritos de forma narrativa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Seleção dos Estudos

A Figura 1 apresenta o fluxograma de seleção dos estudos. As buscas nas bases de dados resultaram em um total de 1.299 títulos, incluindo estudos duplicados. Após a exclusão dos estudos duplicados ($n = 285$), 1014 artigos tiveram seus títulos e resumos examinados, e um total de 32 artigos foram selecionados para a leitura na íntegra. Destes, 18 foram excluídos pelos motivos: a) Estudos de revisão; b) Estudos com RLCA bilateral; c) Estudos com pacientes não reabilitados; d) Estudos que tinham pacientes com lesões em outras estruturas; e) Estudos que não possuíam grupo controle. Por fim, 14 artigos foram selecionados após terem sua elegibilidade confirmada pelos critérios estabelecidos. Dentre eles, 12 investigaram o equilíbrio e 2 avaliaram a força em pacientes com reconstrução do ligamento cruzado anterior.

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos estudos



Elaborado pela autora

4.2 Qualidade Metodológica

Todos os artigos selecionados tiveram sua qualidade avaliada por meio da escala PEDro (Tabela 2). É possível observar que a pontuação final foi muito parecida entre os artigos. Vale ressaltar que a escala PEDro não possui uma nota de corte, ou seja, não existe uma pontuação mínima que ateste a qualidade do artigo. Portanto, sua avaliação deve ser feita de forma qualitativa de modo que o avaliador leve em consideração a necessidade de atendimento de cada item de forma individualizada. Pela nossa análise, entendemos que os artigos atenderam os critérios de qualidade necessários para se manterem no presente estudo.

Artigo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	total
Ahmadi (2020)	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	6
Akhbari (2015)	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	6
Ferber (2003)	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	6
Henriksson (2001)	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	6
Hoffman (1999)	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	6
Howells (2013)	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	6
Labanca (2015)	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	6
Lion (2018)	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	6
Madhavan (2011)	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	6
Miko (2021)	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	X	5
Mohammadi-Rad (2016)	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	6
Mohammadirad (2012)	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	6
Negahban (2013)	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	6
Smeets (2021_	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	6

Tabela 1 – Pontuação na escala PEDro dos artigos incluídos

Escala PEDro

Pontuação

4.3 Características dos estudos

A Tabela 2 indica as principais características dos estudos selecionados para a presente revisão sistemática na qual foram avaliadas as variáveis biomecânicas durante perturbações em participantes com reconstrução do ligamento cruzado anterior em comparação ao grupo controle.

Tabela 2 – Características dos estudos selecionados

Autor/ População	Participantes/ Idade (Anos)	Intervenções	Comparações	Resultados	Tipo De Estudo
Ahmadi (2020) Atletas	RLCA (n = 20) 26.55 (3.54)	Três condições foram realizadas: tarefa postural única, tarefa postural com FE de atenção e tarefa postural concomitante com CCT.	Grupo controle	O grupo RLCA teve maior amplitude AP na tarefa postural única, bem como maior amplitude ML na condição CCT. A CCT diminui a oscilação postural em atletas RLCA, embora não tenha efeitos significativos em indivíduos saudáveis.	Estudo de coorte controlado
Akhbari (2015) Atletas	RLCA (n = 25) 28.2 (4.8)	Usando o SMART EquiTest, os grupos foram avaliados durante a posição unipodal, após perturbações de equilíbrio médias e grandes para frente com e sem realizar uma tarefa cognitiva (Stroop).	Grupo Controle LCAD	Medidas de equilíbrio de tarefa única e dupla, tiveram maior CCI no grupo controle em comparação ao RLCA e LCAD.	Estudo de coorte controlado
Ferber (2003) Fisicamente ativos	RLCA (n = 10) 27.7 (9.1)	Perturbação de equilíbrio inesperada para a frente foi induzida a bater o calcanhar, usando uma plataforma de força capaz de movimento de translação.	Grupo Controle LCAD	O grupo RLCA apresentou maiores valores de amplitude de extensão do joelho em resposta à perturbação.	Estudo de coorte controlado

Autor/ População	Participantes/ Idade (Anos)	Intervenções	Comparações	Resultados	Tipo De Estudo
Henriksson (2001) Atletas	RLCA (n = 25) 27 (entre 18-38)	No plano sagital em uma plataforma de força estável e referenciada à oscilação na postura unipodal, bipodal ou ambas, com os olhos abertos e fechados.	Grupo controle	A frouxidão ligamentar total no plano sagital, o tempo de reação e a latência entre o início do movimento da força até a oscilação máxima nas perturbações foi significativamente maior no joelho reconstruído do ligamento cruzado anterior.	Estudo de coorte controlado
Hoffman (1999) Funcionalmente estáveis.	RLCA (n = 20) 23.4 (5.79)	Quatro condições foram realizadas: determinação da dominância funcional da perna, teste de força isocinética, avaliação do equilíbrio estático e avaliação do equilíbrio dinâmico.	Grupo controle	Os participantes submetidos à RLCA demonstraram diferenças tanto na força quanto na recuperação da perturbação e equilíbrio dinâmico, sem demonstrar diferenças na medida do equilíbrio estático.	Estudo de coorte controlado
Howells (2013) Atletas	RLCA (n = 45) 26.0 (9.8)	Usando o Nintendo Wii Balance Board e software personalizado durante a postura estática unipodal e com a adição de uma tarefa secundária.	Grupo Controle	Os pacientes com RLCA mostraram uma capacidade reduzida em ambos os membros para controlar o movimento do corpo no sentido ântero-posterior e a tarefa secundária afetou o controle postural.	Estudo de coorte controlado
Labanca (2015) Fisicamente ativos	RLCA (n = 9) 24 ± 6	Dois blocos de dez perturbações de equilíbrio com carga inesperadas ou esperadas na articulação do joelho, enquanto semi-reclinado em um pedestal elevado.	Grupo Controle	Pacientes com RLCA apresentaram alterações precoces nos ajustes posturais compensatórios e antecipatórios, a latência das respostas compensatórias foi maior para VL e RF e sua amplitude foi 54% menor.	Estudo de coorte controlado
Lion (2018) Atividades	RLCA (n = 19) 24.8 ± 6.7	Desafio cognitivo no controle postural bipodal sob	Grupo Controle	A dupla tarefa modificou o controle postural, mas de forma semelhante em	Estudo de coorte controlado

Autor/ População	Participantes/ Idade (Anos)	Intervenções	Comparações	Resultados	Tipo De Estudo
esportivas regulares		perturbações visuais e de superfície.		pacientes com RLCA do que em controles saudáveis.	
Madhavan (2011) Atletas	RLCA (n =12) 18 – 30	Os indivíduos realizaram o exercício SLS resistido e controlado em um dispositivo de perturbação de equilíbrio.	Grupo Controle	Os indivíduos RLCA demonstraram maiores velocidades do joelho durante perturbações de equilíbrio inesperadas, aumento das respostas RLL e redução da atividade antecipatória absoluta, reflexo de curta latência e atividade voluntária do quadríceps.	Estudo de coorte controlado
Miko (2021) Atletas Universitários	RLCA (n = 14) 20.7 (2.0)	Quatro condições foram realizadas: equilíbrio unipodal com os olhos abertos, motor duplo, equilíbrio unipodal cognitivo duplo e equilíbrio unipodal com os olhos fechados.	Grupo Controle	Indivíduos com RLCA apresentam maior instabilidade postural durante a condição cognitiva dupla e maior área de elipse e excursão quadrática média médio-lateral.	Estudo de coorte controlado
Mohammadi-Rad (2016) Atletas	RLCA (n = 17) 26.8 (6.5)	Na plataforma Biodex Balance System em 4 condições: nível de estabilidade de 8 com os olhos abertos e com os olhos fechados, nível de estabilidade de 6 com os olhos abertos e com os olhos fechados. As tarefas de estabilidade postural foram realizadas com e sem a tarefa de Stroop auditiva.	Grupo Controle	No nível 6 com os olhos abertos, para IEAP e IEG, pacientes com RLCA apresentaram menor estabilidade postural em condição de dupla tarefa e apresentaram pior desempenho em ambos os tempos de reação e razão de erro em todas as condições posturais.	Estudo de coorte controlado

Autor/ População	Participantes/ Idade (Anos)	Intervenções	Comparações	Resultados	Tipo De Estudo
Mohammadir (2012) Atletas	RLCA (n = 15) 26.00 (7.31)	Quatro condições foram realizadas: estabilidades de plataforma de 8 e 6 com os olhos abertos e fechados e 2 níveis de dificuldade de tarefa cognitiva com ou sem tarefa de Stroop auditiva.	Grupo Controle	Os valores de CCI foram maiores para RLCA em IEML, IEG, IEAP e no tempo de reação.	Estudo de coorte controlado
Negahban (2013) Atletas de futebol recreativo	RLCA (n = 25) 24.9 (3.8)	Duas condições foram realizadas: carga cognitiva no desempenho postural e o efeito das condições posturais no desempenho cognitivo.	Grupo Controle	RLCA demonstraram pior estabilidade do equilíbrio durante o apoio unipodal e a execução simultânea de tarefas cognitivas em pé causou deterioração significativa na estabilidade postural.	Estudo de coorte controlado
Smeets (2021) Atletas	RLCA (n = 20) 23.7 (4.3)	Foram observadas duas condições: Tarefa dupla e perturbação.	Grupo Controle	Atletas com ACLR apresentam maior ativação de HM e HL e menor ativação de VM e um aumento significativamente menor na ativação de VM, VL e GL entre tarefas perturbadas e não perturbadas.	Estudo de coorte controlado

Legenda: RLCA: Reconstrução de ligamento cruzado anterior; LCAD: Ligamento cruzado anterior deficiente; FE: Focando em um aplicativo de nivelamento planar em um smartphone colocado na placa de oscilação; CCT: Tarefa de sequência de três dígitos; AP: Ântero posterior; ML: Médio lateral; TR: Tempo de reação; ER: Taxa de erro; CCI: Coeficiente de correlação intraclasse; VL: Vasto lateral; RF: Reto femoral; BF: Bíceps femoral; SLS: Exercício de agachamento unipodal; RLL: Reflexos de longa latência; IEAP: Índice de estabilidade anteroposterior; IEG: Índice de estabilidade geral; IEML: Índice de estabilidade mediolateral; VM: Vasto medial; HM: Isquiotibiais medial; HL: Isquiotibiais laterais; GL: Gastrocnêmio lateral.

É possível notar que a síntese dos resultados demonstra que onze estudos apresentaram pior estabilidade postural nas medidas de equilíbrio em pacientes com RLCA. Além disso, dois estudos identificaram que pacientes com RLCA possuem menores forças musculares. Por fim, um estudo não verificou diferença entre os grupos.

O objetivo desta revisão sistemática foi sintetizar e avaliar criticamente a literatura disponível até fevereiro de 2022 existentes das bases de dados Pubmed, Embase e Science Direct, relativa às capacidades de desempenho atlético em pacientes pós reconstrução do ligamento cruzado anterior em comparação com controles saudáveis durante tarefas com perturbações. Este método foi escolhido e elaborado com base em um protocolo registrado na plataforma PROSPERO e redigido de acordo com as instruções PRISMA, para diminuir a ocorrência de erros aleatórios e sistemáticos e através da análise de dados existentes na literatura obter com acurácia um resultado específico.

Nosso foco particular era o equilíbrio e a força, para elucidar mais claramente a magnitude dos *déficits* de desempenho em comparação com os controles saudáveis. Os principais achados revelaram *déficits* significativos de equilíbrio e força nos pacientes RLCA. O equilíbrio é mantido através do controle do centro de gravidade (CG) dentro da base de suporte do corpo. O centro de pressão (CP) se move em relação aos deslocamentos do CG. Três sistemas estão envolvidos no controle do equilíbrio: visão, sistema vestibular e sistema somatossensorial. A estabilidade da articulação do joelho depende da sua geometria, tecidos moles, peso corporal e ação muscular. Mecanorreceptores no joelho fornecem informações ao sistema nervoso central sobre posição, movimento e tensão da articulação. O ligamento cruzado anterior (LCA) tem papel biomecânico e proprioceptivo na estabilidade do joelho. A perda de informações do LCA pode ser compensada com treinamento específico. As complicações após a lesão do LCA podem ocorrer devido à instabilidade mecânica e diminuição das informações proprioceptivas. Receptores do LCA e outras estruturas do joelho têm um papel fundamental na estabilidade dinâmica da articulação.

Isso pode ter implicações significativas para o risco de nova lesão, considerando que os *déficits* de força do quadríceps antes do retorno ao esporte multidirecional é um preditor significativo da reincidência de lesão do joelho (Grindem et al., 2016; Wellsandt et al., 2017). Além disso, os *déficits* de força

extensores do joelho têm sido associados ao aumento do risco de osteoartrite (Sinding, Nielsen, & Hvid, 2020), desempenho funcional prejudicado (Birchmeier et al., 2019) e qualidade de vida (Filbay, Ackerman, Russell, Macri, & Crossley, 2014). Ademais, os modelos de regressão linear têm mostrado pequenos a moderados valores de correlação entre o torque máximo de extensão do joelho, variáveis isocinéticas e cinéticas em indivíduos com reconstrução de LCA (Birchmeier et al., 2019; Miles & King, 2019; O'Malley et al., 2018), sugerindo uma interação significativa entre as capacidades físicas fundamentais, como força e tarefas atléticas mais complexas.

Assim, os profissionais de esportes e saúde devem ser incentivados a adotar estratégias de reabilitação direcionadas com foco na força máxima, que incluem seleção específica de exercícios, dosagem e progressões. Resumidamente, as evidências atuais indicam exercícios uniarticulares e exercícios multiarticulares (American College of Sport, 2009; Morton, Colenso-Semple, & Phillips, 2019; Suchomel, Nimphius, Bellon, & Stone, 2018).

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir a partir da presente revisão sistemática, que indivíduos submetidos a uma reconstrução de ligamento cruzado anterior continuam apresentando *déficits* biomecânicos frente a perturbações. Há *déficits* biomecânicos significativos principalmente nas variáveis de equilíbrio e de força, consequentemente aumentando os índices de instabilidade dinâmica articular do joelho e informações proprioceptivas

Porém, é possível averiguar que diversos métodos de reabilitação após a cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior e preparatório para prevenção de lesões durante a prática esportiva, são eficientes principalmente ao se trabalhar com perturbações melhorando respostas proprioceptivas, postura, equilíbrio e força.

Portanto, recomenda-se que profissionais de esportes devem adotar técnicas de treinamento para reabilitação e prevenção de lesões, utilizando exercícios multiarticulares, uniarticulares, de força máxima e com trabalhos proprioceptivos para habituação cognitiva a ambientes com estímulos variados e perturbações aperfeiçoando o equilíbrio muscular e força.

REFERÊNCIAS

American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), (2009), 687e708.

Ardern, C.L.; Webster, K.E.; Taylor, N.F.; Feller, J.A. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *Br. J. Sports Med.*, v. 45, p. 596-606, 2011.

Birchmeier, T., Lisee, C., Geers, B., & Kuenze, C. (2019). Reactive strength index and knee extension strength characteristics are predictive of single-leg hop performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(5), 1201e1207.

Cabuk, H.; Cabuk, F.K. Mechanoreceptors of the ligaments and tendons around the knee. *Clin. Anat.*, v. 29, p. 789-795, 2016.

Filbay, S. R., Ackerman, I. N., Russell, T. G., Macri, E. M., & Crossley, K. M. (2014). Health-related quality of life after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(5), 1247e1255.

Grindem, H., Snyder-Mackler, L., Moksnes, H., Engebretsen, L., & Risberg, M. A. (2016). Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: The Delaware-oslo ACL cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 50(13), 804e808.

Henriksson, M.; Ledin, T.; Good, L. Postural control after anterior cruciate ligament reconstruction and functional rehabilitation. *Am. J. Sports Med.*, v. 29, p. 359-366, 2001.

Liberati, A.; Altman, D.G.; Tetzlaff, J.; Mulrow, C.; Gøtzsche, P.C.; Ioannidis, J.P.; Clarke, M.; Devereaux, P.J.; Kleijnen, J.; Moher, D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and metaanalyses of studies that evaluate healthcare

interventions: Explanation and elaboration. *BMJ (Clinical research ed.)*, v. 339, b2700, 2009.

Miles JJ, King E, Falvey EC, Daniels KAJ. Patellar and hamstring autografts are associated with different jump task loading asymmetries after ACL reconstruction. *Scand J Med Sci Sports*. 2019 Aug;29(8):1212-1222. doi: 10.1111/sms.13441. Epub 2019 May 27. PMID: 31034636.

Morton, R. W., Colenso-Semple, L., & Phillips, S. M. (2019). Training for strength and hypertrophy: An evidence-based approach. *Current Opinion in Physiology*, 10, 90e95.

Negahban, H.; Mazaheri, M.; Kingma, I.; Van Dieen, J.H. A systematic review of postural control during single-leg stance in patients with untreated anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.*, v. 22, p. 1491-1504, 2014.

Negahban, H.; Salavati, M.; Mazaheri, M.; Sanjari, M.A.; Hadian, M.R.; Parnianpour, M. Non-linear dynamical features of center of pressure extracted by recurrence quantification analysis in people with unilateral anterior cruciate ligament injury. *Gait Posture*, v. 31, p. 450-455, 2010.

O'Malley, E., Richter, C., King, E., Strike, S., Moran, K., Franklyn-Miller, A., et al. (2018). Countermovement jump and isokinetic dynamometry as measures of rehabilitation status after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Athletic Training*, 53(7), 687e695.

Sinding KS, Nielsen TG, Hvid LG, Lind M, Dalgas U. Effects of Autograft Types on Muscle Strength and Functional Capacity in Patients Having Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. *Sports Med*. 2020 Jul;50(7):1393-1403. doi: 10.1007/s40279-020-01276-x. PMID: 32125668.

Soltani, N.; Rahimi, A.; Naimi, S.S.; Khademi, K.; Saeedi, H. Studying the balance of the copers and non-Copers ACL-Deficient knee subjects. *Asian J. Sports Med.*, v. 5, p. 91-98, 2014.

Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The importance of muscular strength: Training considerations. *Sports Medicine*, Apr(48(4)), 765e785.

Swanik, C.B.; Covassin, T.; Stearne, D.J.; Schatz, P. The relationship between neurocognitive function and noncontact anterior cruciate ligament injuries. *Am. J. Sports Med.*, v. 35, p. 943-948, 2007.

Wellsandt, E., Failla, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2017). Limb symmetry indexes can overestimate knee function after anterior cruciate ligament injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 47(5), 334e338.

Woollacott, M.; Shumway-Cook, A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*, v. 16, p.1-14, 2002.

ANEXO

Escala de PEDro – Português (Portugal)

-
- | | |
|---|---|
| 1. Os critérios de elegibilidade foram especificados
sim ☐ onde: | não ☐ |
| 2. Os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupos (num estudo crossover, os sujeitos foram colocados em grupos de forma aleatória de acordo com o tratamento recebido)
sim ☐ onde: | não ☐ |
| 3. A distribuição dos sujeitos foi cega
sim ☐ onde: | não ☐ |
| 4. Inicialmente, os grupos eram semelhantes no que diz respeito aos indicadores de prognóstico mais importantes
sim ☐ onde: | não ☐ |
| 5. Todos os sujeitos participaram de forma cega no estudo
sim ☐ onde: | não ☐ |
| 6. Todos os fisioterapeutas que administraram a terapia fizeram-no de forma cega
onde: | não ☐ sim ☐ |
| 7. Todos os avaliadores que mediram pelo menos um resultado-chave, fizeram-no de forma cega
onde: | não ☐ sim ☐ |
| 8. Medições de pelo menos um resultado-chave foram obtidas em mais de 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelos grupos
sim ☐ onde: | não ☐ |
| 9. Todos os sujeitos a partir dos quais se apresentaram medições de resultados receberam o tratamento ou a condição de controlo conforme a distribuição ou, quando não foi esse o caso, fez-se a análise dos dados para pelo menos um dos resultados-chave por “intenção de tratamento”
sim ☐ onde: | não ☐ |
| 10. Os resultados das comparações estatísticas inter-grupos foram descritos para pelo menos um resultado-chave
sim ☐ onde: | não ☐ |
| 11. O estudo apresenta tanto medidas de precisão como medidas de variabilidade para pelo menos um resultado-chave
sim ☐ onde: | não ☐ |
-

A escala PEDro baseia-se na lista de Delphi, desenvolvida por Verhagen e colegas no Departamento de Epidemiologia, da Universidade de Maastricht (*Verhagen AP et al (1988). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). A lista, na sua maior parte, baseia-se num “consenso de peritos” e não em dados empíricos. Incluíram-se na escala de PEDro dois itens adicionais, que não constavam da lista de Delphi (os itens 8 e 10 da escala de PEDro). À medida que forem disponibilizados mais dados empíricos, pode vir a ser possível ponderar os itens da escala de forma a que a pontuação obtida a partir da aplicação da escala PEDro reflita a importância de cada um dos itens da escala.

O objetivo da escala PEDro consiste em auxiliar os utilizadores da base de dados PEDro a identificar rapidamente quais dos estudos clínicos randomizados, ou quase-randomizados, (ou seja, ECR ou ECC) arquivados na base de dados PEDro poderão ter validade interna (critérios 2-9), e poderão conter suficiente informação estatística para que os seus resultados possam ser interpretados (critérios 10-11). Um critério adicional (critério 1) que diz respeito à validade externa (ou “potencial de generalização” ou “aplicabilidade” do estudo clínico) foi mantido para que a *Delphi list* esteja completa, mas este critério não será usado para calcular a pontuação PEDro apresentada no endereço PEDro na internet.

A escala PEDro não deverá ser usada como uma medida da “validade” das conclusões de um estudo. Advertimos, muito especialmente, os utilizadores da escala PEDro de que estudos que revelem efeitos significativos do tratamento e que obtenham pontuação elevada na escala PEDro não fornecem, necessariamente, evidência de que o tratamento seja clinicamente útil. Adicionalmente, importa saber se o efeito do tratamento foi suficientemente expressivo para poder ser considerado clinicamente justificável, se os efeitos positivos superam os negativos, e aferir a relação de custo-eficácia do tratamento. A escala não deve ser utilizada para comparar a “qualidade” de estudos clínicos realizados em diferentes áreas de terapia, principalmente porque nalgumas áreas da prática da fisioterapia não é possível satisfazer todos os itens da escala.

Modificada pela última vez em 21 de
Junho de 1999 Tradução em
Português vez em 13 de Maio de 2009

Indicações para a administração da escala PEDro:

- Todos os critérios **A pontuação só será atribuída quando um critério for claramente satisfeito.** Se numa leitura literal do relatório do ensaio existir a possibilidade de um critério não ter sido satisfeito, esse critério não deve receber pontuação.
- Critério 1 Este critério pode considerar-se satisfeito quando o relatório descreve a origem dos sujeitos e a lista de requisitos utilizados para determinar quais os sujeitos elegíveis para participar no estudo.
- Critério 2 Considera-se que num determinado estudo houve distribuição aleatória se o relatório referir que a distribuição dos sujeitos foi aleatória. O método de aleatoriedade não precisa de ser explícito. Procedimentos tais como lançamento de dados ou moeda ao ar devem considerar-se de distribuição aleatória. Procedimentos de distribuição quase-aleatória tais como os que se efectuam a partir do número de registo hospitalar, da data de nascimento, ou de alternância, não satisfazem este critério.
- Critério 3 *Distribuição cega* significa que a pessoa que determinou a elegibilidade do sujeito para participar no ensaio desconhecia, quando a decisão foi tomada, o grupo a que o sujeito iria pertencer. Deve atribuir-se um ponto a este critério, mesmo que não se diga que a distribuição foi cega, quando o relatório refere que a distribuição foi feita a partir de envelopes opacos fechados ou que a distribuição implicou o contacto com o responsável pela distribuição dos sujeitos por grupos, e este último não estava implicado no ensaio.
- Critério 4 No mínimo, nos estudos de intervenções terapêuticas, o relatório deve descrever pelo menos uma medida da gravidade da condição a ser tratada e pelo menos uma (diferente) medida de resultado-chave que caracterize o ponto de partida. O examinador deve assegurar-se de que, com base nas condições de prognóstico de início, não seja possível prever diferenças clinicamente significativas dos resultados, para os diversos grupos. Este critério é atingido mesmo que somente sejam apresentados os dados iniciais do estudo.
- Critérios 4, 7-11 *Resultados-chave* são resultados que fornecem o indicador primário da eficácia (ou falta de

eficácia) da terapia. Na maioria dos estudos, utilizam mais do que uma variável como medida de resultados.

- Critérios 5-7 *Ser cego para o estudo* significa que a pessoa em questão (sujeito, terapeuta ou avaliador) não conhece qual o grupo em que o sujeito é integrado. Mais ainda, sujeitos e terapeutas só são considerados “cegos” se for possível esperar-se que os mesmos sejam incapazes de distinguir entre os tratamentos aplicados aos diferentes grupos. Nos ensaios em que os resultados-chave são relatados pelo próprio (por exemplo, escala visual análoga, registo diário da dor), o avaliador é considerado “cego” se o sujeito foi “cego”.
- Critério 8 Este critério só se considera satisfeito se o relatório referir explicitamente *tanto* o número de sujeitos inicialmente integrados nos grupos *como* o número de sujeitos a partir dos quais se obtiveram medidas de resultados-chave. Nos ensaios em que os resultados são medidos em diferentes momentos no tempo, um resultado-chave tem de ter sido medido em mais de 85% dos sujeitos num destes momentos.
- Critério 9 Uma análise de *intenção de tratamento* significa que, quando os sujeitos não receberam tratamento (ou a condição de controlo) conforme o grupo atribuído, e quando se encontram disponíveis medidas de resultados, a análise foi efectuada como se os sujeitos tivessem recebido o tratamento (ou a condição de controlo) que lhes tido sido atribuído inicialmente. Este critério é satisfeito, mesmo que não seja referida a análise por intenção de tratamento, se o relatório referir explicitamente que todos os sujeitos receberam o tratamento ou condição de controlo, conforme a distribuição por grupos.
- Critério 10 Uma *comparação estatística inter-grupos* implica uma comparação estatística de um grupo com outro. Conforme o desenho do estudo, isto pode implicar uma comparação de dois ou mais tratamentos, ou a comparação do tratamento com a condição de controlo. A análise pode ser uma simples comparação dos resultados medidos após a administração do tratamento, ou a comparação das alterações num grupo em relação às alterações no outro (quando se usou uma análise factorial de variância para analisar os dados, esta última é frequentemente descrita como interacção grupo x tempo). A comparação pode apresentar-se sob a forma de hipóteses (através de um valor de p, descrevendo a probabilidade dos grupos diferirem apenas por acaso) ou assumir a forma de uma estimativa (por exemplo, a diferença média ou a diferença mediana, ou uma diferença nas proporções, ou um número necessário para tratar, ou um risco relativo ou um rácio de risco) e respectivo intervalo de confiança.
- Critério 11 Uma *medida de precisão* é uma medida da dimensão do efeito do tratamento. O efeito do tratamento pode ser descrito como uma diferença nos resultados do grupo, ou como o resultado em todos os (ou em cada um dos) grupos. *Medidas de variabilidade* incluem desvios-padrão (DP's), erros-padrão (EP's), intervalos de confiança, amplitudes interquartis (ou outras amplitudes de quantis), e amplitudes de variação. As medidas de precisão e/ou as medidas de variabilidade podem ser apresentadas graficamente (por exemplo, os DP's podem ser apresentados como barras de erro numa figura) desde que aquilo que é representado seja inequivocamente identificável (por exemplo, desde que fique claro se as barras de erro representam DP's ou EP's). Quando os resultados são relativos a variáveis categóricas, considera-se que este critério foi cumprido se o número de sujeitos em cada categoria é dado para cada grupo.

Rio Claro, 25/06/2023

DocuSigned by:
Geovanna Bertucci
65F12B2BF1B3433...

Geovanna Bertucci

De acordo 25/06/2023.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Adalgiso', with a long horizontal stroke extending to the right.

Prof. Dr. Adalgiso Coscrato Cardozo