



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DA UFOP – EEFUFOP
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA



LAÍS SILVA OLIVEIRA

TREINAMENTO FÍSICO NO PÓS-LESÃO DO LIGAMENTO
CRUZADO ANTERIOR: DESENVOLVIMENTO DE UM EBOOK PARA
O RETORNO PROGRESSIVO ÀS ATIVIDADES FÍSICAS E
ESPORTIVAS.

OURO PRETO

2026

LAÍS SILVA OLIVEIRA

**TREINAMENTO FÍSICO NO PÓS-LESÃO DO LIGAMENTO
CRUZADO ANTERIOR: DESENVOLVIMENTO DE UM EBOOK PARA
O RETORNO PROGRESSIVO ÀS ATIVIDADES FÍSICAS E
ESPORTIVAS.**

Monografia apresentada à disciplina
EFD 154 - Seminário de Trabalho de
Conclusão de Curso: Bacharelado como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Educação Física.

Orientado(a): Prof. Dr. Kelerson
Mauro de Castro Pinto

Coorientado(a): Dra. Camila Gomes
Silva

OURO PRETO

2026

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

O48t Oliveira, Lais Silva.

Treinamento físico no pós-lesão de ligamento cruzado anterior
[manuscrito]: desenvolvimento de um ebook para o retorno progressivo
às atividades físicas e esportivas. / Lais Silva Oliveira. - 2026.
65 f.: il.: color..

Orientador: Prof. Dr. Kelerson Mauro de Castro Pinto.

Coorientadora: Dra. Camila Gomes Silva.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola
de Educação Física. Graduação em Educação Física .

1. Ligamento cruzado anterior. 2. Reabilitação. 3. Treinamento
esportivo. 4. Educação Física. I. Pinto, Kelerson Mauro de Castro. II. Silva,
Camila Gomes. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 796.015

Bibliotecário(a) Responsável: Angela Maria Raimundo - SIAPE: 1.644.803



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE EDUCACAO FISICA
DEPARTAMENTO DE EDUCACAO FISICA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Laís Silva Oliveira

Treinamento físico no pós-lesão do Ligamento Cruzado Anterior: desenvolvimento de um *ebook* para o retorno progressivo às atividades físicas e esportivas.

Monografia apresentada ao Curso de Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de bacharel

Aprovada em 23 de junho de 2026

Membros da banca

Dr. - Kelerson Mauro de Castro Pinto - Orientador Universidade Federal de Ouro Preto
Dra. - Camila Gomes Silva - Universidade Paulista
Dra. - Lenice Kappes Becker - Universidade Federal de Ouro Preto
Dr. - Renato Lopes Moreira - Universidade Federal de Ouro Preto

Kelerson Mauro de Castro Pinto , orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 17/07/2026



Documento assinado eletronicamente por **Kelerson Mauro de Castro Pinto**, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR, em 17/07/2026, às 11:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 , informando o código verificador **1141956** e o código CRC **A8395858**.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e ao meu irmão, que são a base de tudo o que sou. Por todo amor, apoio e pelos valores que me ensinaram ao longo da vida, tornando possível a realização deste sonho.

Ao meu orientador, Kelerson, pela condução atenta, paciência e pelos ensinamentos que foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

A minha coorientadora, Dra. Camila Gomes Silva, por todo conhecimento compartilhado, por contribuir e incentivar de forma significativa para a minha formação acadêmica e profissional.

A Deus e à espiritualidade, por iluminarem meu caminho, fortalecerem minha essência e serem presença constante em cada passo dessa jornada.

Aos meus amigos, que estiveram presentes de diferentes formas, oferecendo apoio, incentivo e tornando essa caminhada mais leve.

E à Educação Física, que, ao longo dessa trajetória, deixou de ser apenas uma escolha profissional e se tornou parte fundamental da minha construção, contribuindo de maneira significativa para minha formação não apenas acadêmica, mas também humana.

RESUMO

O presente estudo aborda o retorno a prática esportiva após lesão do ligamento cruzado anterior (LCA), uma das lesões mais comuns no contexto esportivo e nas atividades de vida diária e que apresenta grande impacto funcional. Após a fase inicial de reabilitação fisioterapêutica, observa-se uma lacuna na literatura que discute a transição para o treinamento físico, etapa fundamental para o retorno seguro às atividades físicas. Nesse cenário, o profissional de Educação Física desempenha papel essencial na progressão do treinamento, sendo necessária a utilização de estratégias bem estruturadas e baseadas em evidências.

Assim, o objetivo deste estudo foi elaborar um ebook voltado à orientação do treinamento físico para indivíduos em processo de retorno à prática esportiva após lesão de LCA. Para isso, foi realizada uma revisão narrativa da literatura, com levantamento de informações científicas sobre a lesão, os princípios do treinamento e estratégias para um retorno seguro do indivíduo.

A partir desse embasamento, foi desenvolvido um material didático organizado em fases progressivas de treinamento, contemplando exercícios, orientações e critérios de evolução. O ebook busca auxiliar profissionais na prescrição do treinamento, contribuindo para uma atuação mais segura, eficiente e fundamentada. Conclui-se que a elaboração de materiais educativos pode favorecer a aplicação prática do conhecimento científico, reduzindo lacunas entre a reabilitação clínica e o retorno ao esporte.

Palavras-chave: Ligamento cruzado anterior; Pós-reabilitação; Treinamento esportivo; Educação Física.

ABSTRACT

This study addresses the return to sports practice after anterior cruciate ligament (ACL) injury, one of the most common injuries in the context of sports and daily life activities, and which has a significant functional impact. After the initial phase of physiotherapy rehabilitation, a gap is observed in the literature that discusses the transition to physical training, a fundamental step for a safe return to physical activities. In this scenario, the Physical Education professional plays an essential role in the progression of training, requiring the use of well-structured and evidence-based strategies.

Thus, the objective of this study was to develop an ebook aimed at guiding physical training for individuals in the process of returning to sports practice after an ACL injury. To this end, a narrative literature review was conducted, gathering scientific information on the injury, the principles of training, and strategies for a safe return of the individual.

Based on this foundation, didactic material organized into progressive training phases was developed, including exercises, guidelines, and progression criteria. The ebook seeks to assist professionals in prescribing training, contributing to a safer, more efficient, and well-founded approach. It can be concluded that the development of educational materials can promote the practical application of scientific knowledge, reducing gaps between clinical rehabilitation and return to sport.

Keywords: Anterior cruciate ligament; Post-rehabilitation; Sports training; Physical Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Quadro das Universidades (Imagem gerada por inteligência artificial).....	16
Figura 2 Articulação do Joelho (Imagem gerada por inteligência artificial).....	19
Figura 3 Ligamento Cruzado Anterior (Imagem gerada por inteligência artificial)	20
Figura 4 Tipos de enxertos (Imagem gerada por inteligência artificial)	22
Figura 5 Fases de Treinamento (Imagem gerada por inteligência artificial)	34
Figura 6 Exercício Contração Isométrica (Imagem gerada por inteligência artificial)	36
Figura 7 Exercício Elevação de perna estendida (Imagem gerada por inteligência artificial)	37
Figura 8 Exercício Apoio unipodal (Imagem gerada por inteligência artificial).....	38
Figura 9 Exercício Agachamento bilateral (Imagem gerada por inteligência artificial)	40
Figura 10 Exercício Leg Press 45° (Imagem gerada por inteligência artificial).....	41
Figura 11 Exercício Ponte de glúteo com progressão (Imagem gerada por inteligência artificial)	41
Figura 12 Exercício Mini agachamento unilateral (Imagem gerada por inteligência artificial)	42
Figura 13 Exercício apoio unipodal (Imagem gerada por inteligência artificial)	43
Figura 14 Exercício Afundo lounge (Imagem gerada por inteligência artificial)	45
Figura 15 Exercício Step-down (Imagem gerada por inteligência artificial)	46
Figura 16 Exercício Salto bipodal (Imagem gerada por inteligência artificial).....	47
Figura 17 Exercício step-up (Imagem gerada por inteligência artificial)	48
Figura 18 Exercício Saltos Laterais (Imagem gerada por inteligência artificial).....	49
Figura 19 Exercício Corrida progressiva (Imagem gerada por inteligência artificial) .	52
Figura 20 Exercício saltos unipodais (Imagem gerada por inteligência artificial).....	53
Figura 21 Exercícios Reativos de agilidade (Imagem gerada por inteligência artificial)	54
Figura 22 Exercícios Drills específicos (Imagem gerada por inteligência artificial)....	55
Figura 23 Progressão dos Drills (Imagem gerada por inteligência artificial)	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	JUSTIFICATIVA.....	13
3	OBJETIVOS.....	14
3.1	Objetivo Geral.....	14
3.2	Objetivos Específicos.....	14
4	METODOLOGIA DA PESQUISA	15
4.1	Tipo de Estudo.....	15
4.2	Coleta de dados.....	15
4.3	Procedimento de análise.....	16
4.4	Considerações éticas.....	17
5	DESENVOLVIMENTO DO EBOOK: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E APLICAÇÃO PRÁTICA.....	18
5.1	Articulação do joelho: aspectos anatômicos e funcionais.....	19
5.2	Ligamento cruzado anterior no contexto esportivo.....	21
5.3	Tipos de enxertos na reconstrução do LCA	22
5.4	Retorno à prática esportiva após lesão do ligamento cruzado anterior	24
5.5	Treinamento físico pós liberação clínica	25
5.5.1	Treinamento Neuromuscular	26
5.5.2	Treinamento de Força.....	26
5.5.3	Pliometria e Potência	26
5.5.4	Agilidade e mudança de direção	27
5.6	CrITÉRIOS de retorno ao esporte (<i>return to sport</i> – rts)	27
5.6.1	O índice de simetria de força (<i>Limb Symmetry Index</i> – LSI).....	28
5.6.2	Testes de salto.....	28
5.6.3	<i>Single Hop Test</i> (Salto Unipodal Simples).....	29
5.6.4	<i>Triple Hop Test</i> (Salto Triplo Unipodal)	29

5.6.5	<i>Crossover Hop Test</i> (Salto Cruzado)	30
5.6.6	<i>6-Meter Times Hop Test</i> (Salto por Tempo em 6 metros)	30
5.6.7	Teste T de agilidade	30
5.6.8	Estabilidade neuromuscular	31
5.6.9	<i>ACL-Return to Sport After Injury scale</i> (ACL-RSI)	31
5.6.10	<i>"International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form"</i> (IKDC)	32
5.7	Prevenção de recidivas	32
6	EXEMPLIFICANDO OS EXERCÍCIOS	34
6.1	Fase 1: Ativação muscular e controle inicial	35
6.1.1	Contração isométrica de quadríceps	36
6.1.2	Elevação de perna estendida (" <i>Straight Leg Raise</i> ")	37
6.1.3	Apoio bipodal com transferência de peso	37
6.2	Fase 2: Fortalecimento e controle neuromuscular	38
6.2.1	Agachamento bilateral (cadeia cinética fechada)	39
6.2.2	<i>Leg press</i> 45° com progressão de carga	40
6.2.3	Ponte de glúteo com progressão bipodal → unilateral	41
6.2.4	Mini agachamento unilateral	42
6.2.5	Apoio unipodal treinamento proprioceptivo	43
6.3	Fase 3: Força avançada e introdução ao impacto	44
6.3.1	Afundo (<i>lounge</i>) com progressão de carga	45
6.3.2	<i>Step-down</i> controle excêntrico	45
6.3.3	Saltos bipodais	46
6.3.4	<i>Step-up</i> com impulso	47
6.3.5	Saltos laterais	49
6.4	Fase 4: Treinamento esportivo específico e retorno ao esporte (RTS)	50
6.4.1	Corridas progressivas e mudanças de direção	51
6.4.2	Saltos unipodais	52
6.4.3	Exercícios reativos de agilidade com estímulo externo	53

6.4.4	Drills específicos da modalidade esportiva.....	54
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
8	REFERÊNCIAS.....	58
ANEXO I		62
ANEXO II		64

1 INTRODUÇÃO

A articulação do joelho é uma das mais solicitadas durante a prática esportiva, sobretudo em modalidades que envolvem acelerações, desacelerações, mudanças rápidas de direção, saltos e aterrissagens. Em função dessas exigências biomecânicas e funcionais, trata-se de uma articulação altamente suscetível a lesões, destacando-se a lesão do ligamento cruzado anterior (LCA), frequentemente associada ao afastamento prolongado da prática esportiva e à redução do desempenho físico-funcional (MEDEIROS, 2022).

O ligamento cruzado anterior desempenha papel fundamental na estabilidade do joelho, atuando no controle da translação anterior da tíbia em relação ao fêmur e na estabilidade rotacional da articulação. A lesão dessa estrutura compromete a eficiência mecânica do joelho e altera o controle neuromuscular, o que pode aumentar o risco de recidivas e de novas lesões quando o retorno à prática esportiva ocorre sem a devida preparação física (FELIÚ, 2022). Estudos apontam que, mesmo após a reconstrução do LCA e a conclusão da reabilitação clínica, uma parcela significativa dos praticantes não consegue retornar ao mesmo nível esportivo pré-lesão, evidenciando a complexidade do processo de recuperação funcional e de retorno ao esporte (ARNOLD *et al.*, 2022).

O sucesso no retorno ao esporte após lesão do LCA é influenciado por múltiplos fatores, incluindo características individuais, nível de exigência da modalidade esportiva e demandas específicas do movimento. Segundo Grindstaff *et al.*, (2023) aspectos como idade, nível de atividade física e tipo de esporte praticado podem impactar diretamente o tempo e a probabilidade de retorno seguro à prática esportiva, ressaltando a necessidade de uma abordagem individualizada e progressiva no treinamento físico (GRINDSTAFF *et al.*, 2023). Nesse sentido, o retorno ao esporte não deve ser compreendido como um evento isolado, mas como um processo progressivo que exige organização, critérios e respeito às adaptações do organismo.

Após a conclusão da reabilitação clínica e a liberação funcional do indivíduo, torna-se necessária uma etapa de preparação física direcionada às demandas do movimento esportivo. Essa fase envolve o desenvolvimento e a progressão de capacidades físicas como força, estabilidade articular, coordenação, controle motor e propriocepção, respeitando os princípios do treinamento esportivo e a individualidade biológica do praticante (ASSIS; ANDRADE, 2022). Além dos fatores físicos, o retorno

à prática esportiva após lesão do LCA envolve aspectos relacionados à adaptação às cargas de treinamento e à prevenção de novas lesões.

Estudo qualitativo demonstra que atletas relatam a progressão gradual da carga, o fortalecimento muscular e o acompanhamento profissional como estratégias fundamentais para reduzir o risco de recidivas e aumentar a confiança durante o retorno à prática esportiva (EDWARDS *et al.*, 2024). A ausência de uma condução adequada nesse período pode comprometer a segurança do retorno à prática esportiva, mesmo após a resolução clínica da lesão.

Nesse contexto, insere-se a atuação do profissional de Educação Física, cuja responsabilidade está relacionada à organização, ao planejamento e à condução do treinamento físico-esportivo no período pós-lesão, em conformidade com os limites éticos e legais da profissão. Diferentemente das intervenções clínicas, sua atuação concentra-se na progressão do treinamento, no controle das cargas e na preparação do indivíduo para as exigências funcionais da prática esportiva (MEDEIROS, 2022).

Sob essa perspectiva, destaca-se o papel desse profissional, considerando tanto as demandas específicas da modalidade esportiva quanto às necessidades individuais do praticante. Sua atuação revela-se fundamental não apenas no processo de transição entre a reabilitação clínica e o retorno à prática esportiva, mas também na fase subsequente à liberação funcional, assegurando a continuidade do desenvolvimento da força muscular e das capacidades neuromusculares, elementos essenciais para o desempenho e a prevenção de novas lesões.

Entretanto, apesar da relevância dessa atuação, observa-se uma lacuna significativa na literatura e na formação acadêmica no que se refere à sistematização dessa fase de transição. O período compreendido entre a finalização da reabilitação fisioterapêutica e a efetiva preparação para o retorno à prática esportiva ocorre de maneira pouco estruturada ou insuficientemente orientada. Evidência científica indica que, mesmo após a reconstrução do ligamento cruzado anterior, persistem déficits de força, especialmente no músculo quadríceps, que podem comprometer o desempenho funcional e aumentar o risco de reincidência. (GIRDWOOD *et al.*, 2025).

Corroborando com essa problemática, a análise das doze matrizes curriculares de cursos de Educação Física em universidades federais brasileiras evidência que, embora a formação contemple disciplinas fundamentais das ciências do movimento humano, a transição entre a reabilitação clínica e o treinamento físico não é abordada

de forma sistematizada, o que pode contribuir para fragilidades na atuação profissional nesse contexto.

Diante desse cenário, a problemática do presente estudo fundamenta-se na necessidade de compreender e aprimorar essa fase de transição, enfatizando a atuação do profissional de Educação Física como elemento central na condução da fase de transição, na otimização das capacidades físicas e na promoção de um retorno à prática esportiva mais seguro, eficiente e sustentável.

A relevância deste estudo justifica-se pela necessidade de materiais aplicados que orientem a atuação profissional nesse contexto específico, contribuindo para a integração entre conhecimento científico e prática profissional.

Assim, o presente estudo tem como objetivo geral elaborar um ebook voltado à orientação do treinamento físico para indivíduos em processo de retorno à prática esportiva após lesão do LCA. Além disso, busca-se contextualizar a lesão e suas implicações funcionais, apresentar os princípios do treinamento e desenvolver um material didático estruturado que auxilie profissionais na prescrição e organização do treinamento nesse contexto.

2 JUSTIFICATIVA

Observa-se que a fase subsequente a alta fisioterapêutica, correspondente à transição para o treinamento físico, ainda carece de sistematização e direcionamento específico voltado à atuação do profissional de Educação Física.

Nesse cenário, destaca-se a importância de uma abordagem integrada entre reabilitação e treinamento, considerando que o retorno à prática esportiva não se limita à recuperação clínica, mas envolve a preparação do indivíduo para suportar as demandas físicas e funcionais da modalidade praticada. Evidências apontam que uma parcela significativa dos indivíduos não retorna ao mesmo nível esportivo pré-lesão, mesmo após a reconstrução do LCA, o que reforça a complexidade desse processo (ARNOLD *et al.*, 2022).

Apesar da relevância dessa etapa, muitos profissionais e estudantes de Educação Física possuem insegurança na organização e aplicação de protocolos de treinamento voltados ao período pós-lesão, especialmente no que se refere à progressão de cargas, seleção de exercícios e definição de critérios de evolução. Tal dificuldade pode estar relacionada à carência de materiais didáticos que integrem, de forma clara e aplicada, os conhecimentos científicos da fase final da reabilitação com os princípios do retorno à prática.

Dessa forma, justifica-se a realização deste estudo pela necessidade de desenvolver um material que contribua para a atuação profissional nesse contexto, promovendo maior segurança, eficiência e embasamento científico na prescrição do treinamento. A elaboração de um ebook voltado ao treinamento físico pós-lesão do LCA apresenta-se como uma estratégia acessível e aplicável, capaz de auxiliar na organização do processo de retorno à prática esportiva e na redução de lacunas existentes entre a teoria e a prática profissional.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Elaborar um ebook para a orientação do treinamento físico para indivíduos em processo de retorno à prática esportiva após lesão do ligamento cruzado anterior (LCA).

3.2 Objetivos Específicos

Contextualizar a lesão do ligamento cruzado anterior e suas implicações no contexto esportivo;

Apresentar os princípios do treinamento físico-esportivo aplicados ao período pós-lesão;

Desenvolver um material didático estruturado que auxilie profissionais de Educação Física na organização e prescrição do treinamento voltado ao retorno seguro ao esporte.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 Tipo de Estudo

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa, tendo como objetivo a elaboração de um material didático voltado à orientação do treinamento físico para indivíduos em processo de retorno à prática esportiva após lesão do ligamento cruzado anterior (LCA).

Além disso, trata-se de uma pesquisa de caráter descritivo, desenvolvida a partir de uma revisão narrativa da literatura, buscando reunir e organizar conhecimentos científicos relacionados à lesão, aos processos pós reabilitação clínica e aos princípios do treinamento esportivo aplicados ao contexto pós-lesão.

4.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio de levantamento bibliográfico em artigos científicos, livros e materiais acadêmicos relevantes para a temática. Foram utilizados estudos relacionados à lesão do ligamento cruzado anterior, reabilitação, retorno ao esporte e treinamento esportivo.

A busca teve como objetivo reunir informações atualizadas e fundamentadas cientificamente, que contribuíssem para a construção do embasamento teórico necessário ao desenvolvimento do material proposto.

Além do levantamento bibliográfico, foi realizada análise documental das matrizes curriculares de cursos de Educação Física de doze universidades brasileiras, com o objetivo de identificar a presença de disciplinas relacionadas às ciências biológicas e ao movimento humano, bem como conteúdos referentes à lesão do ligamento cruzado anterior (LCA), aos processos de reabilitação e ao retorno à prática esportiva pós-lesão. As instituições analisadas estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Universidades cujas matrizes curriculares foram analisadas

Nº	Universidade	Sigla
1	Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ
2	Universidade de Brasília	UnB
3	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS
4	Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC
5	Universidade Federal de Pernambuco	UFPE
6	Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG
7	Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF
8	Universidade Federal de São João del-Rei	UFSJ
9	Universidade Federal de Ouro Preto	UFOP
10	Universidade Federal de Viçosa	UFV
11	Universidade Federal de Lavras	UFLA
12	Universidade Federal de Uberlândia	UFU

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Figura 1 Quadro das Universidades (Imagem gerada por inteligência artificial)

A análise das matrizes curriculares permitiu identificar que a formação acadêmica contempla disciplinas relacionadas às ciências biológicas e ao movimento humano, como Anatomia, Fisiologia, Cinesiologia e Biomecânica. Entretanto, observou-se que conteúdos relacionados à lesão e ao retorno à prática esportiva pós-lesão são abordados de forma indireta e sem aprofundamento específico.

4.3 Procedimento de análise

Após a seleção dos materiais, as informações foram analisadas de forma qualitativa, buscando identificar conceitos, princípios e estratégias relevantes para o processo de retorno à prática esportiva após lesão do LCA.

A partir dessa análise, os conteúdos foram organizados de maneira didática, permitindo a elaboração do ebook. O material foi estruturado em fases progressivas de treinamento, considerando a evolução das capacidades físicas e funcionais do indivíduo, bem como critérios de progressão e segurança para o retorno à prática esportiva.

4.4 Considerações éticas

Por se tratar de uma pesquisa baseada em revisão de literatura, sem envolvimento direto de seres humanos, e sem coleta de informações pessoais identificáveis, o estudo não necessitou de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, conforme previsto pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

5 DESENVOLVIMENTO DO EBOOK: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E APLICAÇÃO PRÁTICA

O presente capítulo apresenta o desenvolvimento do ebook intitulado “Treinamento físico pós-lesão do ligamento cruzado anterior”, elaborado com a finalidade de auxiliar na orientação do profissional de Educação Física durante o processo de retorno à prática esportiva após lesão do ligamento cruzado anterior (LCA), respeitando os limites éticos e profissionais da área.

O material apresenta caráter educativo e orientativo, fundamentado nos princípios do treinamento físico e em evidências científicas atuais, permitindo sua aplicação em diferentes contextos de atuação, como esportes individuais e coletivos, musculação e atividades de vida diária. Embora não se proponha à prescrição individualizada para modalidades específicas, o ebook oferece diretrizes e exemplos práticos que podem ser adaptados às demandas funcionais de cada praticante e modalidade esportiva.

Sua elaboração tem como objetivo auxiliar o profissional de Educação Física na organização, no planejamento e na progressão do treinamento físico no período posterior à reabilitação clínica do indivíduo acometido por lesão do LCA.

O material é destinado a profissionais de Educação Física atuantes nas áreas escolar, esportiva, clínica e da saúde, bem como a estudantes de graduação que buscam aprofundamento teórico aliado à aplicação prática dos conteúdos relacionados ao treinamento físico-esportivo pós-lesão do LCA. Além disso, pode ser utilizado como material de apoio por treinadores e instrutores interessados em ampliar seus conhecimentos sobre o retorno à prática esportiva nesse contexto.

A construção do ebook foi orientada pelos princípios do treinamento esportivo, tais como progressão de cargas, individualidade biológica, especificidade e controle do volume e da intensidade. Além disso, o material respeita a distinção entre a reabilitação clínica e o treinamento físico-esportivo, delimitando claramente a atuação do profissional de Educação Física no período pós-liberação funcional.

Dessa forma, os conteúdos teóricos são acompanhados de exemplos de exercícios organizados de acordo com as etapas do processo de retorno à prática esportiva, abrangendo desde exercícios básicos de força e controle motor até movimentos mais complexos relacionados à pliometria, agilidade e mudança de direção. Esses exemplos possuem caráter ilustrativo e orientativo, permitindo ao

profissional visualizar possibilidades de aplicação prática sem caracterizar protocolos fechados ou prescritivos.

5.1 Articulação do joelho: aspectos anatômicos e funcionais

A articulação do joelho é classificada como uma articulação sinovial do tipo dobradiça modificada, cuja principal função é permitir movimentos de flexão e extensão, além de rotações acessórias que ocorrem especialmente durante a flexão. Trata-se de uma das articulações mais solicitadas durante a prática esportiva, uma vez que suporta elevadas cargas mecânicas e participa ativamente de movimentos como deslocamentos, saltos, aterrissagens, desacelerações e mudanças rápidas de direção (KISNER; COLBY, 2012).

Do ponto de vista estrutural, o joelho é formado pela articulação entre o fêmur, a tibia e a patela, sendo estabilizado por um conjunto de estruturas passivas e ativas. As estruturas passivas incluem cápsula articular, meniscos e ligamentos, enquanto as estruturas ativas são representadas principalmente pela ação muscular, com destaque para o quadríceps femoral, os isquiotibiais e a musculatura do quadril como glúteo médio, o glúteo máximo e o glúteo mínimo. A interação eficiente entre essas estruturas é fundamental para a manutenção da estabilidade articular e para a execução segura dos movimentos esportivos (MAGEE, 2015).

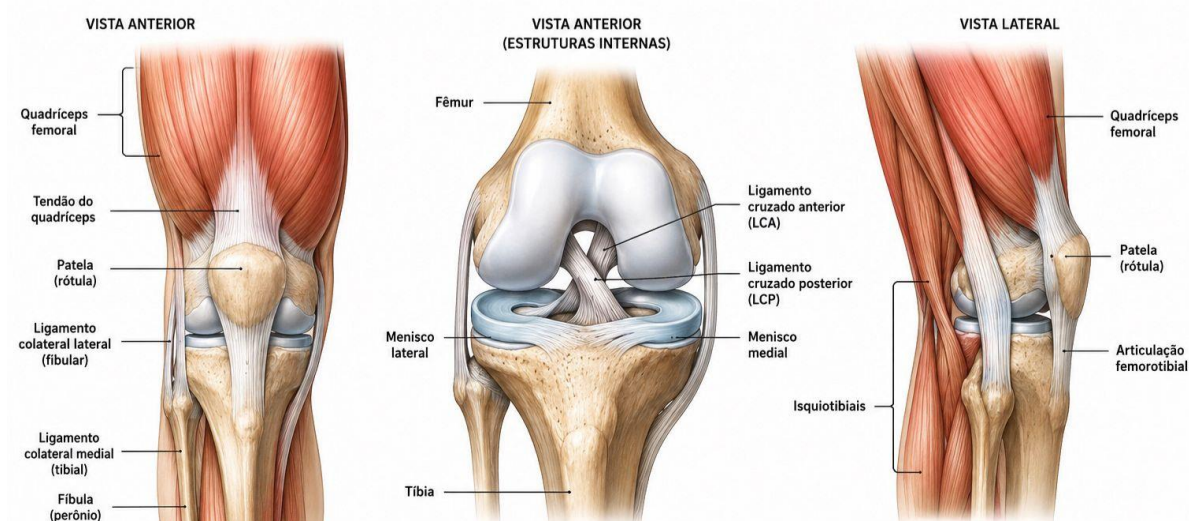


Figura 2 Articulação do Joelho (Imagem gerada por inteligência artificial)

Entre os ligamentos do joelho, destaca-se o ligamento cruzado anterior (LCA), cuja função principal é limitar a translação anterior da tibia em relação ao fêmur, além de contribuir para o controle rotacional e para a estabilidade dinâmica da articulação

do joelho (ARLIANI *et al.*, 2012; ESCAMILLA *et al.*, 2012). O LCA atua de forma integrada com outras estruturas estabilizadoras, sendo especialmente solicitado em situações de carga dinâmica, como aterrissagens, desacelerações, mudanças rápidas de direção e movimentos amplamente presentes no contexto esportivo (TAVARES *et al.*, 2024 p.3).

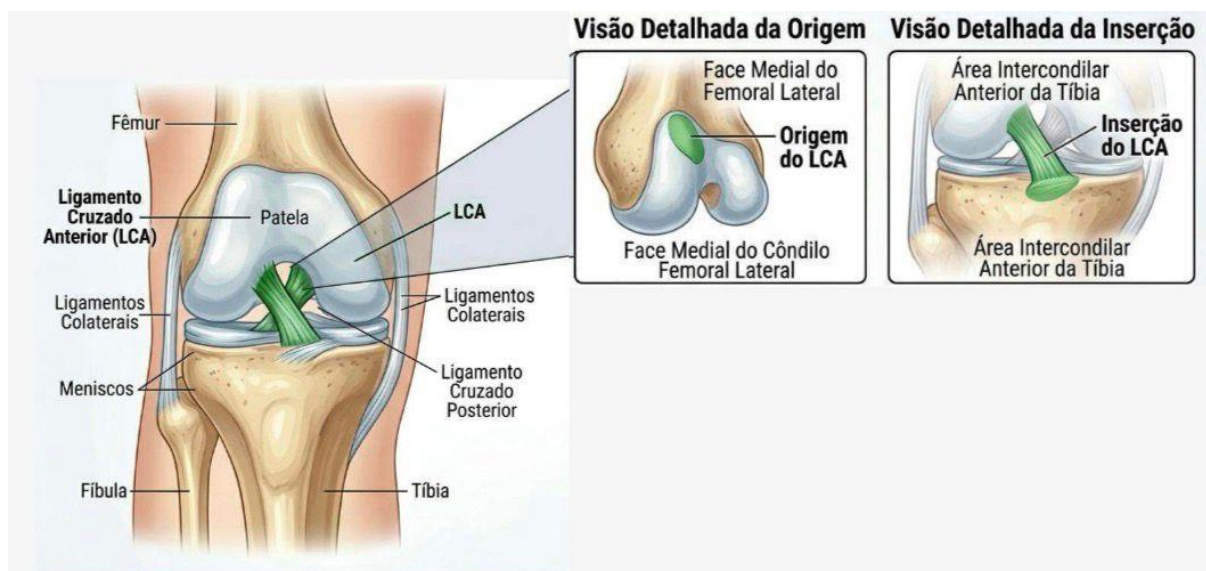


Figura 3 Ligamento Cruzado Anterior (Imagem gerada por inteligência artificial)

Funcionalmente, Magee (2015) ressalta que a estabilidade do joelho não depende apenas da integridade das estruturas ligamentares, mas também da capacidade do sistema neuromuscular em controlar o movimento articular e o alinhamento adequado dos segmentos corporais, associado ao controle motor e à força muscular, exerce papel determinante na absorção e dissipação das forças impostas à articulação durante atividades físicas e esportivas. Dessa forma, déficits no controle neuromuscular podem comprometer a eficiência do movimento e aumentar o risco de sobrecarga articular e reincidência após reconstrução do ligamento cruzado anterior (GIRDWOOD *et al.*, 2025, p. 431-432).

No contexto esportivo, o joelho é constantemente exposto a forças multidirecionais e a elevados níveis de estresse mecânico, o que exige não apenas estabilidade estrutural, mas também capacidade funcional adequada para responder às demandas específicas de cada modalidade (ESCAMILLA *et al.*, 2012; TAVARES *et al.*, 2024, p. 3). Assim, compreender os aspectos anatômicos e funcionais dessa articulação é essencial para o planejamento do treinamento físico-esportivo, especialmente em situações que envolvem o retorno à prática esportiva após lesão (DAVIES *et al.*, 2017). Tal compreensão permite ao profissional de Educação Física

estruturar estratégias de treinamento mais seguras e alinhadas às exigências funcionais do movimento, respeitando os limites e as adaptações do organismo (BOMPA; BUZZICHELLI, 2017).

5.2 Ligamento cruzado anterior no contexto esportivo

O retorno à prática esportiva após uma lesão representa um dos momentos mais críticos no processo de preparação física do praticante (ARDERN et al., 2011; DAVIES *et al.*, 2017). No contexto esportivo, a articulação do joelho é constantemente exposta a elevadas demandas mecânicas, o que aumenta a suscetibilidade a lesões estruturais, como as que acometem o ligamento cruzado anterior (LCA) (TAVARES *et al.*, 2024).

O processo de retorno ao esporte, frequentemente denominado *return to play* (RTP), não se limita à recuperação da lesão em si, mas envolve a retomada progressiva da capacidade funcional e do desempenho esportivo, respeitando as demandas fisiológicas do indivíduo (LEITE; REIS, 2022).

De acordo com Feliú Pérez (2022), o retorno inadequado ou precipitado à prática esportiva pode resultar em maior risco de novas lesões, redução do rendimento e dificuldade em manter níveis consistentes de competitividade ao longo do tempo.

Nesse sentido, o planejamento do retorno ao esporte deve considerar não apenas a estrutura lesionada, mas o controle de cargas, a organização dos conteúdos de treinamento e a progressão adequada das exigências físicas. O controle inadequado da carga de treino, associado ao aumento abrupto da intensidade ou do volume, é apontado como um fator determinante para o surgimento de lesões e recidivas, evidenciando a necessidade de uma abordagem sistematizada no processo de readaptação esportiva (LEITE; REIS, 2022).

A literatura destaca que a relação entre capacidade funcional do indivíduo e as demandas impostas pelo treinamento é um dos principais elementos a serem observados no retorno à prática esportiva. Quando as exigências superam a capacidade de adaptação do praticante, o risco de lesão aumenta significativamente. Assim, a organização progressiva do treinamento, respeitando os princípios da individualidade biológica e da progressão de cargas, torna-se essencial para a segurança e eficácia do processo (LEITE; REIS, 2022).

Além disso, a prevenção de lesões está diretamente relacionada à compreensão dos mecanismos que as originam. Fatores como histórico prévio de lesão, retorno precoce à atividade, déficits de força e desequilíbrios musculares contribuem para o aumento do risco de novas lesões, reforçando a importância do treinamento de força e do controle neuromuscular como estratégias preventivas no contexto esportivo (TAVARES *et al.*, 2024, p. 3; GIRDWOOD *et al.*, 2025, p. 431-432). Dessa forma, o retorno à prática esportiva após lesão do LCA deve ser compreendido como um processo contínuo e multifatorial, que ultrapassa o período de recuperação inicial e exige planejamento, monitoramento e tomada de decisão consciente (ARDERN *et al.*, 2011; DAVIES *et al.*, 2017). Nesse cenário, o profissional de Educação Física desempenha papel fundamental na condução do treinamento físico-esportivo, aplicando estratégias que respeitem as capacidades funcionais do indivíduo e promovam uma retomada segura e progressiva da prática esportiva (BOMPA; BUZZICHELLI, 2017).

5.3 Tipos de enxertos na reconstrução do LCA

A escolha do enxerto na reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) é um fator determinante para os desfechos funcionais, o desempenho físico e o processo de retorno ao esporte. Os enxertos podem ser classificados em autógenos, quando provenientes do próprio indivíduo, e alógenos, quando obtidos de doadores. Dentre os autógenos, destacam-se o tendão patelar (osso-tendão-osso), os tendões isquiotibiais (semitendíneo e grácil) e o tendão do quadríceps (MOHTADI *et al.*, 2022; SAMUELSEN *et al.*, 2017; PINHEIRO *et al.*, 2019).



Figura 4 Tipos de enxertos (Imagem gerada por inteligência artificial)

O enxerto do tendão patelar (BPTB) é frequentemente associado a maior estabilidade articular, característica relevante para modalidades que exigem mudanças rápidas de direção, saltos e desacelerações. Essa estabilidade favorece o desempenho em contextos esportivos de alta demanda. Entretanto, a presença de dor anterior no joelho e desconforto em atividades específicas pode impactar a progressão do treinamento e a execução de determinados exercícios (ARLIANI *et al.*, 2012; SLONE *et al.*, 2022). O tendão patelar está localizado abaixo da patela, conectando a patela à tuberosidade da tíbia e para a retirada do enxerto é retirado o terço central do tendão, junto com fragmento ósseo da patela.

Os enxertos de tendões isquiotibiais apresentam ampla utilização devido à menor morbidade no local doador e maior conforto durante a execução de exercícios, especialmente em fases iniciais do treinamento. No entanto, possíveis déficits de força dos flexores do joelho e alterações relacionadas ao controle neuromuscular devem ser considerados na prescrição e no controle de carga, sobretudo em atletas (MYER *et al.*, 2005; TAN *et al.*, 2022.). O tendão dos isquiotibiais está localizado na parte posterior da coxa, principalmente, semitendíneo e grácil e se inserem na região medial da tíbia.

O enxerto do tendão do quadríceps tem se consolidado como uma alternativa viável, apresentando equilíbrio entre estabilidade articular e menor incidência de dor anterior quando comparado ao tendão patelar. Em termos de desempenho funcional e resultados clínicos, estudos recentes demonstram resultados semelhantes aos demais enxertos, tornando-se uma opção interessante para diferentes perfis de praticantes e atletas (SLONE *et al.*, 2022). O tendão do quadríceps está localizado acima da patela, conectando a musculatura do quadríceps com a patela, para a retirada do enxerto, pode ser retirado somente o tendão acima da patela ou o tendão juntamente com fragmentos ósseos da patela.

Os enxertos alógenos, por sua vez, apresentam como principal vantagem a ausência de impacto direto na musculatura do praticante, o que pode favorecer a fase inicial do treinamento e recuperação funcional. Entretanto, a literatura aponta maior risco de falha e menores taxas de sucesso em indivíduos jovens e fisicamente ativos, exigindo cautela na progressão para atividades esportivas de alta intensidade (SLONE *et al.*, 2022).

Dessa forma, a escolha do enxerto deve ser considerada também sob a perspectiva do treinamento físico-esportivo, uma vez que influencia diretamente

variáveis como força muscular, estabilidade dinâmica, controle neuromuscular e progressão de cargas. (BARROS; GUIMARÃES, 2010; PINHEIRO *et al.*, 2019).

5.4 Retorno à prática esportiva após lesão do ligamento cruzado anterior

O retorno à prática esportiva após lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) constitui uma fase decisiva no processo de readaptação do praticante às demandas físicas e funcionais do esporte. Diferentemente do período inicial de recuperação, essa etapa envolve a reintegração progressiva do indivíduo aos gestos esportivos, às cargas de treinamento e às exigências específicas da modalidade, exigindo planejamento criterioso e acompanhamento sistemático (PORETTI *et al.*, 2023; NYLAND *et al.*, 2023).

De acordo com os princípios discutidos no conceito de *return to play* (RTP), o retorno ao esporte deve ser compreendido como um processo gradual, no qual o praticante avança por diferentes estágios até atingir condições adequadas para retomar a prática esportiva com segurança (FELIÚ PÉREZ, 2022).

Conforme apontado por Feliú Pérez (2022), a liberação para o retorno não deve ocorrer de forma abrupta, mas sim respeitando a capacidade funcional do indivíduo e sua adaptação progressiva às cargas impostas pelo treinamento.

Nesse contexto, o controle da carga de treino assume papel central. A literatura destaca que aumentos excessivos e mal planejados no volume ou na intensidade do treinamento estão diretamente associados ao aumento do risco de lesões e recidivas. Leite e Reis (2022) discutem o chamado “paradoxo do treino”, no qual tanto a insuficiência quanto o excesso de estímulos podem comprometer o processo de adaptação, reforçando a necessidade de equilíbrio entre carga aplicada e capacidade de resposta do organismo. (LEITE e REIS, 2022).

O retorno à prática esportiva após lesão do LCA demanda, portanto, uma organização criteriosa dos conteúdos do treinamento físico. Elementos como treinamento de força, controle neuromuscular, coordenação, equilíbrio e estabilidade articular devem ser inseridos de forma progressiva, respeitando o histórico de lesão e as respostas individuais ao treinamento (THORNTON *et al.*, 2023; GEORGOULIS *et al.*, 2023).

Além dos aspectos físicos, o processo de retorno ao esporte envolve fatores relacionados à confiança no movimento e à segurança percebida pelo praticante. O receio de sofrer uma nova lesão pode influenciar negativamente a execução dos gestos esportivos e o desempenho durante o treinamento. Dessa forma, a retomada gradual da prática esportiva, aliada a estratégias de progressão bem definidas, contribui para a reconstrução da confiança e para a adaptação eficiente às demandas do esporte (FELIÚ PÉREZ, 2022).

Diante desse cenário, uma abordagem fundamentada reforça a importância da elaboração de materiais educativos que auxiliem o profissional de Educação Física na tomada de decisão durante o processo de retorno ao esporte, justificando a proposta de desenvolvimento de um ebook voltado ao treinamento físico no período pós-lesão do ligamento cruzado anterior.

5.5 Treinamento físico pós liberação clínica

O treinamento físico após a liberação clínica e fisioterapêutica representa uma fase determinante no processo de retorno do atleta acometido por lesão do LCA. Nesse momento, o foco deixa de ser exclusivamente terapêutico e passa a envolver a reconstrução das capacidades físicas, funcionais e psicológicas necessárias para o retorno seguro ao esporte. De acordo com Bompa e Buzzichelli (2017), esse processo deve respeitar os princípios da progressão, individualidade biológica e especificidade, assegurando que o atleta evolua gradualmente em controle motor, coordenação, força e potência.

Estudos recentes reforçam que a prescrição do treinamento deve considerar as respostas individuais ao esforço e à adaptação funcional, evitando progressões inadequadas que possam comprometer o enxerto ou aumentar o risco de recidiva (NYLAND *et al.*, 2023; THORNTON *et al.*, 2023). Além disso, mesmo após a liberação clínica, déficits funcionais e neuromusculares podem persistir, exigindo um planejamento criterioso do treinamento físico (TAVARES *et al.*, 2024).

Nesse contexto, torna-se fundamental compreender os diferentes componentes do treinamento aplicados ao período pós-lesão do LCA, organizados em uma progressão que contempla, inicialmente, o controle neuromuscular, seguido pelo desenvolvimento da força, da corrida, das mudanças de direção, da pliometria e, por fim, dos exercícios específicos para retorno as demandas esportivas.

5.5.1 Treinamento Neuromuscular

O treinamento neuromuscular constitui um dos pilares do processo de recondicionamento após a lesão do LCA, especialmente pela sua influência direta no controle dinâmico do joelho. Alterações no padrão de movimento, como o aumento do valgo dinâmico e rotações inadequadas durante saltos e mudanças de direção, são frequentemente associadas ao risco de nova lesão (GEORGOULIS *et al.*, 2023).

Myer *et al.* (2008) demonstraram que programas de treinamento neuromuscular são eficazes na redução da incidência de lesões do LCA, promovendo melhora na estabilidade articular, no controle postural e na coordenação intermuscular. Corroborando esses achados, Tavares *et al.* (2024) destacam que intervenções neuromusculares bem estruturadas contribuem para a correção de padrões biomecânicos inadequados, especialmente em situações de desaceleração e aterrissagem, comuns em modalidades esportivas com alta demanda de mudanças de direção.

5.5.2 Treinamento de Força

Após a lesão do LCA, é comum observar déficits significativos de força nos músculos do quadríceps e dos isquiotibiais, mesmo após o término da fisioterapia convencional. Segundo Palmieri-Smith *et al.* (2008), essas assimetrias musculares estão diretamente associadas à instabilidade do joelho e ao aumento do risco de recidiva da lesão.

Dessa forma, o treinamento de força deve ser planejado de maneira progressiva, priorizando exercícios que envolvam padrões funcionais e cadeia cinética fechada. Movimentos como agachamentos, avanços, *step-ups*, *single leg bridge* e suas variações com sobrecarga progressiva são fundamentais para restaurar a força, a resistência muscular e a estabilidade articular. Além disso, Tavares *et al.* (2024) ressalta que o fortalecimento adequado da musculatura do membro inferior contribui para maior absorção de impacto e proteção do enxerto durante gestos esportivos mais complexos.

5.5.3 Pliometria e Potência

O treinamento pliométrico consiste na realização de exercícios que exploram o ciclo alongamento-encurtamento muscular, caracterizado por uma rápida transição entre as fases excêntrica e concêntrica do movimento. Esse método tem como

objetivo potencializar a produção de força em alta velocidade, contribuindo para o desenvolvimento da potência muscular e da eficiência neuromuscular. Os exercícios pliométricos incluem saltos, aterrissagens, mudanças rápidas de direção e outras ações explosivas frequentemente observadas em modalidades esportivas que exigem acelerações, desacelerações e impulsões. De acordo com Chu e Myer (2013), a utilização adequada desse método promove adaptações neuromusculares que favorecem o desempenho funcional e a capacidade de absorção e produção de força durante movimentos dinâmicos.

No processo de retorno ao esporte após a lesão do LCA, o treinamento pliométrico desempenha papel fundamental na recuperação da capacidade explosiva e da eficiência mecânica do indivíduo/atleta (CHU; MYER, 2013). No entanto, sua introdução deve ser realizada de forma criteriosa, respeitando a maturidade funcional do joelho. O processo deve iniciar com exercícios de aterrissagem bilateral, progredindo gradualmente para movimentos unilaterais e específicos da modalidade esportiva (CHU; MYER, 2013).

5.5.4 Agilidade e mudança de direção

Exercícios que envolvem agilidade, aceleração, desaceleração e mudanças rápidas de direção representam uma das últimas etapas do treinamento físico pós-LCA (DAVIES *et al.*, 2017). Esses estímulos devem ser inseridos apenas quando o indivíduo/atleta demonstrar níveis adequados de força, estabilidade e controle neuromuscular (DAVIES *et al.*, 2017).

Davies *et al.* (2017) destacam a importância da utilização de testes funcionais para avaliar a prontidão do indivíduo/atleta para essa progressão, uma vez que déficits sutis podem não ser identificados apenas por avaliações clínicas tradicionais. Além disso, Tavares *et al.* (2024) apontam que grande parte das lesões sem contato ocorre justamente durante movimentos de desaceleração e corte lateral, reforçando a necessidade de um treinamento específico e bem estruturado dessa capacidade.

5.6 Critérios de retorno ao esporte (*return to sport* – rts)

Os critérios para o retorno ao esporte após a lesão e reconstrução do LCA não devem ser baseados exclusivamente no tempo decorrido desde a cirurgia. Evidências

científicas demonstram que decisões fundamentadas apenas no critério temporal estão associadas a maiores taxas de recidiva e persistência de déficits funcionais (ARDERN *et al.*, 2015). Ardern *et al.* (2015) defendem que o retorno ao esporte deve ser pautado em critérios objetivos, funcionais e psicológicos. Estudos recentes reforçam a importância da associação entre critérios físicos, funcionais e psicológicos para maior segurança no processo de retorno esportivo (LOSCIALE *et al.*, 2024).

Entre os principais critérios destacados na literatura estão: período mínimo de nove meses pós-operatório; estabilidade neuromuscular adequada; índice de simetria de força do quadríceps e isquiotibiais superior a 90%; índice de simetria nos testes de salto (*hop test simples*, triplo, cruzado e de seis metros) acima de 90%; escore superior a 76 pontos na escala *ACL-Return to Sport After Injury scale*; escore acima de 90 pontos no questionário “*International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form*” (IKDC); e desempenho satisfatório no teste T de agilidade, com tempo inferior a 11 segundos (ARDERN *et al.*, 2011; LOSCIALE *et al.*, 2024).

5.6.1 O índice de simetria de força (*Limb Symmetry Index – LSI*)

O Índice de Simetria de Força é amplamente utilizado para comparar o desempenho muscular entre o membro lesionado e o membro contralateral. Essa análise pode ser realizada por meio de dinamometria isocinética ou de testes funcionais, permitindo identificar déficits residuais de força após a reconstrução do ligamento cruzado anterior. O cálculo do LSI é obtido pela razão entre o desempenho do membro lesionado e o do membro não lesionado, multiplicada por 100. Valores iguais ou superiores a 90% são frequentemente considerados adequados para progressão no processo de retorno ao esporte. Déficit persistentes, principalmente relacionados à musculatura do quadríceps, estão associados à redução da capacidade funcional e ao aumento do risco de novas lesões (PALMIERI-SMITH *et al.*, 2008).

5.6.2 Testes de salto

Os testes de salto são amplamente utilizados na avaliação funcional de indivíduos submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior, para análise da potência muscular, estabilidade dinâmica e simetria funcional dos membros inferiores

(ARDERN *et al.*, 2015; LOSCIALE *et al.*, 2024). Além do desempenho quantitativo, geralmente avaliado por meio da distância ou altura alcançada nos saltos e pelo índice de simetria entre os membros inferiores (*LSI*), esses testes permitem observar aspectos relacionados ao controle neuromuscular, à coordenação motora e à qualidade da aterrissagem, contribuindo para a identificação de padrões compensatórios de movimento e possíveis déficits funcionais (GEORGOULIS *et al.*, 2023). Em indivíduos após reconstrução do LCA, valores de *LSI* iguais ou superiores a 90% são frequentemente utilizados como critério para progressão no processo de retorno ao esporte (LOSCIALE *et al.*, 2024).

5.6.3 *Single Hop Test* (Salto Unipodal Simples)

O *Single Hop Test* consiste na realização de um salto horizontal com apoio unipodal, no qual o indivíduo deve alcançar a maior distância possível utilizando apenas um membro inferior. Após a aterrissagem, é necessário manter estabilidade e controle postural, evitando compensações durante a execução. O desempenho é comparado entre os membros por meio do Índice de Simetria Funcional (*LSI*), sendo frequentemente adotado como parâmetro adequado para retorno à prática esportiva valores superiores a 90% (ARDERN *et al.*, 2015; LOSCIALE *et al.*, 2024).

5.6.4 *Triple Hop Test* (Salto Triplo Unipodal)

O *Triple Hop Test* consiste na realização de três saltos horizontais consecutivos com o mesmo membro inferior, buscando atingir a maior distância possível. Além da produção de potência muscular, o teste exige adequado controle neuromuscular e estabilidade dinâmica durante as sucessivas fases de aterrissagem e propulsão. Dessa forma, é considerado um importante instrumento para avaliação funcional de atletas em processo de retorno ao esporte (ARDERN *et al.*, 2015; GEORGOULIS *et al.*, 2023). O desempenho é quantificado pela distância total percorrida nos três saltos e frequentemente comparado entre os membros inferiores por meio do índice de simetria dos membros (*LSI*), sendo valores iguais ou superiores a 90% considerados adequados para progressão no processo de retorno a prática (LOSCIALE *et al.*, 2024).

5.6.5 Crossover Hop Test (Salto Cruzado)

O *Crossover Hop Test* é realizado por meio de três saltos consecutivos para frente, cruzando alternadamente uma linha central demarcada no solo. Esse teste apresenta maior demanda de controle rotacional, estabilidade lateral do joelho e coordenação neuromuscular, especialmente durante as mudanças de direção associadas ao movimento. Por demandar estabilidade dinâmica em movimentos multidirecionais, é amplamente utilizado na avaliação funcional de indivíduos após reconstrução do ligamento cruzado anterior (ARDERN *et al.*, 2015; GEORGOULIS *et al.*, 2023).

5.6.6 6-Meter Times Hop Test (Salto por Tempo em 6 metros)

O *6-Meter Timed Hop Test* consiste em percorrer uma distância de seis metros no menor tempo possível por meio de saltos unilaterais consecutivos. Diferentemente dos demais testes de salto, o principal parâmetro analisado é o tempo de execução, permitindo avaliar a relação entre potência muscular, velocidade de deslocamento e resistência funcional. Além disso, o teste possibilita observar a capacidade de manutenção do controle neuromuscular durante tarefas dinâmicas e repetitivas (LOSCIALE *et al.*, 2024). O desempenho também pode ser analisado por meio do índice de simetria dos membros (*LSI*), sendo valores iguais ou superiores a 90% frequentemente adotados como referência para progressão no processo de retorno ao esporte.

5.6.7 Teste T de agilidade

O Teste T de Agilidade é utilizado para avaliar capacidades relacionadas à aceleração, desaceleração, mudança de direção e deslocamentos laterais. O protocolo consiste na realização de um percurso em formato de “T”, envolvendo corrida frontal, deslocamentos laterais e retorno em marcha ré. O desempenho é mensurado em segundos, sendo frequentemente utilizados como referência valores inferiores a 11 segundos para indivíduos fisicamente ativos. Por envolver movimentos multidirecionais, o teste é amplamente aplicado na avaliação funcional de atletas e na simulação de demandas específicas de modalidades esportivas (DAVIES *et al.*, 2017).

5.6.8 Estabilidade neuromuscular

A estabilidade neuromuscular refere-se à capacidade de controlar o posicionamento articular e manter o alinhamento adequado dos segmentos corporais durante movimentos dinâmicos. Essa variável pode ser avaliada por meio da análise da qualidade do movimento em testes funcionais, como agachamentos, aterrissagens e tarefas unipodais. A presença de compensações motoras, instabilidade articular ou valgo dinâmico do joelho pode indicar déficits no controle neuromuscular, os quais estão associados ao aumento do risco de lesões. Nesse contexto, programas de treinamento neuromuscular desempenham papel fundamental na restauração da estabilidade funcional e na melhora do controle motor (MYER *et al.*, 2008).

5.6.9 ACL-Return to Sport After Injury scale (ACL-RSI)

é um instrumento desenvolvido para avaliar os aspectos psicológicos relacionados ao retorno ao esporte após lesão ou reconstrução do LCA. A escala foi criada por Ardern Clare L. e colaboradores em 2008, com o objetivo de mensurar fatores emocionais que podem influenciar a decisão e a capacidade do atleta de retornar à prática esportiva (Anexo I). A ACL-RSI investiga três dimensões principais: emoções relacionadas à lesão, confiança no desempenho esportivo e avaliação do risco de uma nova lesão. Esses fatores são considerados relevantes, pois mesmo após a recuperação física adequada, muitos atletas apresentam medo de recidiva da lesão, insegurança ou falta de confiança no joelho, o que pode comprometer o retorno seguro ao esporte.

O instrumento é composto por 12 itens, respondidos por meio de uma escala visual analógica, resultando em uma pontuação final que varia de 0 a 100 pontos. Pontuações mais elevadas indicam maior prontidão psicológica e confiança para retornar à prática esportiva, enquanto valores mais baixos podem indicar maior nível de medo ou insegurança em relação ao retorno ao esporte. Dessa forma, a ACL-RSI tem sido amplamente utilizada em estudos científicos e na prática clínica para complementar a avaliação física no processo de tomada de decisão sobre o retorno esportivo.

5.6.10 “International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form” (IKDC)

É um questionário amplamente utilizado para avaliar a função subjetiva do joelho e os sintomas percebidos pelo paciente após lesões ou procedimentos cirúrgicos nessa articulação. O instrumento foi desenvolvido pelo *International Knee Documentation Committee*, por Irrgang *et al.*, 2001, com o objetivo de padronizar a avaliação clínica e funcional do joelho (Anexo II). O questionário aborda diferentes aspectos relacionados à condição do joelho, incluindo presença de dor, rigidez, inchaço, limitações funcionais e capacidade de realizar atividades da vida diária e esportiva. A partir das respostas fornecidas pelo indivíduo, é gerada uma pontuação final que varia de 0 a 100, na qual valores mais elevados indicam melhor função do joelho e menor presença de sintomas. O IKDC é considerado um instrumento confiável e validado internacionalmente para avaliação de indivíduos com lesões ligamentares, meniscais e outras condições do joelho (IRRGANG *et al.*, 2001).

A ausência do cumprimento desses critérios está associada a um aumento significativo no risco de uma segunda lesão, seja no enxerto ipsilateral ou no joelho contralateral. Além disso, estudos qualitativos apontam que fatores psicológicos, como medo de nova lesão e baixa confiança no joelho, influenciam diretamente a decisão e o sucesso do retorno ao esporte (RABELO *et al.*, 2023).

5.7 Prevenção de recidivas

A prevenção de recidivas constitui um dos principais objetivos da fase final do treinamento pós-lesão do LCA. Mesmo após o retorno ao esporte, o atleta permanece exposto a um risco elevado de nova lesão, especialmente nos primeiros anos após a reconstrução ligamentar. Programas preventivos, como o FIFA 11+, demonstram eficácia na redução da incidência de lesões ao enfatizar exercícios de estabilidade, controle motor, fortalecimento muscular e pliometria (SOLIGARD *et al.*, 2008). Tavares *et al.* (2024) reforçam que a combinação de treinamento neuromuscular, fortalecimento da cadeia posterior e a reeducação do padrão do movimento é fundamental para minimizar padrões biomecânicos de risco.

Além dos aspectos físicos, a literatura evidencia que a prevenção de recidivas deve considerar também fatores psicológicos e comportamentais. O medo de uma

nova lesão, a autoconfiança e o suporte social influenciam diretamente a adesão aos programas de treinamento e a manutenção do desempenho esportivo (RABELO *et al.*, 2023). Dessa forma, estratégias contemporâneas de prevenção devem adotar uma abordagem integrada, contemplando aspectos físicos, funcionais e psicossociais do atleta.

6 EXEMPLIFICANDO OS EXERCÍCIOS

O processo de retorno as atividades de vida diária e ao esporte após reconstrução do ligamento cruzado anterior deve ser conduzido de forma progressiva e criteriosa, respeitando a recuperação das capacidades neuromusculares, força muscular e controle dinâmico do movimento.

A literatura enfatiza que a progressão deve ser baseada em critérios funcionais, e não apenas no tempo pós-cirúrgico, visando reduzir o risco de recidiva (BARROS; GUIMARÃES, 2010; PINHEIRO *et al.*, 2019). Déficits de força, especialmente do quadríceps, e alterações no controle neuromuscular estão diretamente associados ao aumento do risco de nova lesão, sendo indispensável a reeducação do movimento durante o processo de retorno a prática e treinamento (COHEN; ABDALLA, 2003).

Considerando a organização progressiva do programa de treinamento físico proposto neste ebook, as fases foram estruturadas de acordo com os objetivos funcionais e as demandas específicas de cada etapa do processo de retorno à prática esportiva. A imagem apresenta uma síntese das quatro fases e seus respectivos objetivos, servindo como um guia para a compreensão da progressão do treinamento.

FASE	NOME DA FASE	OBJETIVO PRINCIPAL	ÊNFASE DO TREINAMENTO
1 	Ativação muscular e controle inicial	Restabelecer a função inicial do joelho e preparar o sistema neuromuscular para o treinamento.	• Ativação do quadríceps • Recuperação da amplitude de movimento (principalmente extensão do joelho) • Controle motor básico • Propriocepção inicial
2 	Fortalecimento e controle neuromuscular	Desenvolver força muscular e estabilidade dinâmica de forma progressiva.	• Fortalecimento de quadríceps, isquiotibiais e glúteos • Melhora do equilíbrio e da estabilidade dinâmica • Controle neuromuscular • Progressão de carga com segurança
3 	Força avançada e introdução ao impacto	Preparar o atleta para demandas funcionais de maior intensidade e impacto.	• Exercícios de força avançada • Pliometria e absorção de impacto • Desacelerações, aterrissagens e mudanças de direção • Controle neuromuscular em alta demanda
4 	Treinamento esportivo específico e retorno ao esporte (RTS)	Reintegrar o atleta às exigências da modalidade esportiva com segurança.	• Gestos específicos da modalidade • Potência, velocidade e agilidade • Tarefas reativas e tomada de decisão • Retorno progressivo e seguro à prática esportiva

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Figura 5 Fases de Treinamento (Imagem gerada por inteligência artificial)

A seguir, cada fase é apresentada detalhadamente, contemplando seus objetivos, fundamentos teóricos e exemplos de exercícios compatíveis com as demandas de cada etapa do processo de retorno à prática esportiva.

6.1 Fase 1: Ativação muscular e controle inicial

Esta fase corresponde ao período de transição entre fisioterapia e o início do treinamento supervisionado pelo profissional de Educação Física, nessa etapa, o atleta já apresenta liberação clínica para iniciar estímulos controlados, devendo possuir condições mínimas de mobilidade articular, estabilidade do joelho e ausência de dor significativa para participação nas atividades propostas (BARROS; GUIMARÃES, 2010; COHEN; ABDALLA, 2003).

Segundo Barros e Guimarães (2010), a transição entre o tratamento fisioterapêutico e o treinamento físico deve ocorrer de forma progressiva e individualizada, respeitando as condições funcionais apresentadas pelo atleta em cada momento da recuperação. Da mesma forma, Pinheiro *et al.* (2019) destacam que a integração entre diferentes áreas profissionais durante o processo de reabilitação é essencial para reduzir riscos de recidiva e favorecer um retorno esportivo mais seguro e eficiente.

Segundo Cohen e Abdalla (2003), após a lesão e o procedimento cirúrgico, observa-se frequentemente a presença da inibição muscular artrogênica, caracterizada pela dificuldade de recrutamento adequado da musculatura, especialmente do quadríceps, mesmo na ausência de dor significativa. Os autores também afirmam que esse déficit compromete diretamente a estabilidade dinâmica do joelho, prejudicando o controle motor e a qualidade dos movimentos realizados durante a recuperação funcional.

Do ponto de vista do treinamento esportivo, esta fase não possui como objetivo principal o desenvolvimento do desempenho físico, mas sim a reorganização do controle neuromuscular e a construção de uma base funcional segura para progressões posteriores. Estudos apontam que déficits iniciais de ativação muscular podem gerar prejuízos funcionais persistentes ao longo das fases subsequentes, comprometendo a funcionalidade e aumentando o risco de novas lesões (BARROS; GUIMARÃES, 2010; PINHEIRO *et al.*, 2019). Além disso, a recuperação da amplitude de movimento, especialmente da extensão completa do joelho, é considerada um dos

principais objetivos desta etapa. Segundo Barros e Guimarães (2010), limitações na amplitude articular podem favorecer compensações biomecânicas, alterar padrões motores e comprometer a execução adequada dos movimentos nas fases posteriores do treinamento.

Outro aspecto importante nesta fase refere-se ao início do restabelecimento do controle postural, da consciência corporal e da propriocepção, ainda de maneira básica e controlada. As progressões nesta fase devem ocorrer de maneira gradual, respeitando critérios clínicos e funcionais, com aumento progressivo da carga, da complexidade motora e das exigências neuromusculares. Cohen e Abdalla (2003) ressaltam que o desenvolvimento desses componentes é fundamental para preparar o sistema neuromuscular para demandas funcionais mais complexas durante a progressão do treinamento.

Dessa forma, os principais objetivos da Fase 1 consistem em restabelecer a ativação muscular do quadríceps, reduzir a inibição neuromuscular, recuperar a amplitude de movimento (principalmente a extensão completa do joelho), iniciar o controle motor básico e preparar o sistema neuromuscular para progressões futuras dentro do treinamento esportivo (COHEN; ABDALLA, 2003; PINHEIRO *et al.*, 2019).

6.1.1 Contração isométrica de quadríceps

O exercício consiste na contração voluntária isométrica do músculo quadríceps com o joelho mantido em extensão completa, sustentando a contração entre 5 e 10 segundos, podendo ser realizado em posição sentada ou em decúbito dorsal. A ativação precoce do quadríceps apresenta papel fundamental após lesões do LCA, especialmente na redução dos efeitos da inibição muscular artrogênica, frequentemente observada no período pós-lesão e pós-operatório. A literatura destaca que déficits na ativação dessa musculatura estão associados à diminuição da



Figura 6 Exercício Contração Isométrica (Imagem gerada por inteligência artificial)

estabilidade articular, alterações no controle neuromuscular e prejuízos na funcionalidade do joelho (COHEN; ABDALLA, 2003).

6.1.2 Elevação de perna estendida (“*Straight Leg Raise*”)

Realiza-se a elevação do membro inferior com o joelho mantido em extensão completa, priorizando o controle do quadril, a estabilidade do core e a qualidade do movimento durante toda a execução. O exercício favorece o recrutamento do músculo quadríceps de forma controlada, sendo frequentemente utilizado nas fases iniciais do processo de retorno à prática esportiva por possibilitar ativação muscular com baixa sobrecarga articular (BARROS; GUIMARÃES, 2010).



Figura 7 Exercício Elevação de perna estendida (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.1.3 Apoio bipodal com transferência de peso

O indivíduo realiza transferências de peso entre os membros inferiores em posição ortostática, priorizando distribuição equilibrada da carga, alinhamento corporal e estabilidade durante o movimento. Esse exercício auxilia no desenvolvimento da consciência corporal e na adaptação progressiva à descarga de peso no membro acometido, favorecendo a recuperação do equilíbrio e do controle motor em tarefas funcionais. Além disso, a reintrodução gradual da carga contribui para o restabelecimento da estabilidade dinâmica e da eficiência neuromuscular, capacidades importantes para a progressão do treinamento e para o retorno seguro à prática esportiva após lesão do LCA (PINHEIRO et al., 2019).



Figura 8 Exercício Apoio unipodal (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.2 Fase 2: Fortalecimento e controle neuromuscular

Após a fase inicial de ativação muscular e recuperação dos padrões básicos de movimento, o indivíduo passa a apresentar condições mais adequadas de mobilidade, ativação muscular e estabilidade articular para suportar progressões graduais de carga. Nesse estágio, o treinamento voltado ao desenvolvimento da força muscular e do controle neuromuscular assume papel central no processo de retorno à prática esportiva, cabendo ao profissional de Educação Física organizar e controlar os estímulos de maneira segura, progressiva e individualizada, respeitando os princípios da sobrecarga progressiva e da especificidade do treinamento (SWINTON et al., 2024).

A literatura demonstra que, os exercícios em cadeia cinética fechada tendem a ser priorizados, por promoverem maior estabilidade articular, menor translação anterior da tíbia e menor sobrecarga sobre o enxerto do ligamento cruzado anterior (LCA) (BARROS; GUIMARÃES, 2010). Além disso, esse tipo de exercício favorece a coativação muscular entre quadríceps e isquiotibiais, contribuindo para o aumento da estabilidade dinâmica do joelho, melhora do controle neuromuscular e maior segurança durante a execução dos movimentos funcionais (BARROS; GUIMARÃES, 2010).

Os principais objetivos dessa fase envolvem a transição entre o controle motor básico e o desenvolvimento das capacidades físicas necessárias para o retorno funcional, com ênfase no ganho de força muscular, especialmente de quadríceps, glúteos e isquiotibiais, além da melhora da estabilidade dinâmica, do equilíbrio e do controle do movimento. Nesse contexto, o treinamento de força passa a ser utilizado não apenas para recuperação muscular, mas também para otimização das respostas neuromusculares relacionadas à funcionalidade e ao desempenho motor (SWINTON et al., 2024).

Para isso, torna-se fundamental a adequada manipulação dos parâmetros do treinamento, como volume, intensidade, intervalo de recuperação, velocidade de execução e frequência semanal, uma vez que essas variáveis influenciam diretamente as adaptações neuromusculares e o controle da carga imposta à articulação. Estudo recente aponta que a intensidade da carga e o volume do treinamento representam fatores determinantes para o desenvolvimento de força e potência muscular, devendo ser ajustados progressivamente de acordo com a resposta funcional do indivíduo e os objetivos da fase de retorno à prática esportiva. (SWINTON et al., 2024).

Nessa etapa, recomenda-se inicialmente a utilização de cargas leves a moderadas, priorizando o controle técnico do movimento e a qualidade da execução. Em relação ao volume, protocolos com múltiplas séries e número moderado de repetições tendem a favorecer adaptações musculares sem aumento excessivo do estresse articular. Além disso, a literatura sugere que intervalos de recuperação superiores a dois minutos podem favorecer melhor manutenção do volume total de treino e redução da fadiga neuromuscular durante exercícios de força (SANTANA et al., 2024).

Outro aspecto importante refere-se à velocidade de execução dos exercícios, que deve permanecer controlada nas fases iniciais da progressão, priorizando alinhamento articular, estabilidade dinâmica e eficiência do padrão motor antes da introdução de estímulos de maior potência ou velocidade. Dessa forma, a progressão dos parâmetros do treinamento deve respeitar os princípios da individualidade biológica, da progressão gradual das cargas e da especificidade funcional, visando não apenas o ganho de força muscular, mas também a restauração da funcionalidade e a segurança para o retorno à prática esportiva (SWINTON et al., 2024).

6.2.1 Agachamento bilateral (cadeia cinética fechada)

Execução do agachamento com os pés posicionados na largura dos ombros, utilizando progressão gradual da amplitude de movimento (inicialmente entre 45° e 60° de flexão de joelho) conforme evolução da força muscular, estabilidade dinâmica e controle neuromuscular. Durante a execução, prioriza-se o alinhamento do membro inferior e o controle do valgo dinâmico do joelho, especialmente em tarefas funcionais que envolvem sustentação de carga. Por se tratar de um exercício em cadeia cinética fechada, o agachamento favorece a coativação entre quadríceps e isquiotibiais,

contribuindo para maior estabilidade do joelho e menor sobrecarga sobre o enxerto do ligamento cruzado anterior (LCA) (BARROS; GUIMARÃES, 2010).



Figura 9 Exercício Agachamento bilateral (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.2.2 Leg press 45° com progressão de carga

Execução realizada no *Leg Press* 45°, com amplitude controlada, progressão gradual de carga e atenção ao alinhamento do joelho durante todo o movimento. Diferentemente do *Leg Press* horizontal (90°), o *Leg Press* 45° favorece uma distribuição mais confortável da carga e menor sensação de compressão articular, proporcionando maior estabilidade e segurança ao indivíduo durante a execução do exercício. (FORELLI et al., 2023).

Por se tratar de um exercício em cadeia cinética fechada, o *Leg Press* 45° promove menor translação anterior da tíbia e menor sobrecarga sobre o enxerto do LCA quando comparado a exercícios em cadeia cinética aberta, além de favorecer a coativação muscular entre quadríceps e isquiotibiais, importante para a estabilidade dinâmica do joelho (BARROS; GUIMARÃES, 2010).

Além disso, o equipamento permite maior controle da amplitude, da velocidade de execução e da progressão das cargas, contribuindo para maior confiança do praticante durante o movimento. O fortalecimento progressivo do quadríceps nessa fase é fundamental para a recuperação funcional do joelho e para a progressão segura no processo de retorno ao esporte (COHEN; ABDALLA, 2003).

EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO

1 Posição inicial
Sentar-se no equipamento com as costas apoiadas no encosto e as mãos nos pegadores laterais. Posicionar os pés na plataforma alinhados à largura dos ombros, com os joelhos inicialmente flexionados entre 90° e 100°.



2 Execução
Empurrar a plataforma com os pés, estendendo os joelhos de forma controlada, até quase atingir a extensão completa (sem travar o joelho).



3 Retorno
Flexionar os joelhos de forma controlada, retornando à posição inicial, respeitando a amplitude orientada.



4 Progressão
Aumentar a carga de forma gradual conforme a evolução do controle motor, força e ausência de dor, sempre respeitando o alinhamento do joelho e a amplitude segura.



Progressão de carga
Aumentar a carga gradualmente conforme evolução clínica e funcional.

PONTOS-CHAVE

-  Manter o alinhamento do joelho com as pontas dos pés durante todo o movimento.
-  Executar o movimento de forma lenta e controlada.
-  Não travar o joelho na extensão completa.
-  Manter os pés totalmente apoiados na plataforma.
-  Manter o core ativado e as costas apoiadas no encosto.

PARÂMETROS SUGERIDOS

-  2-4 séries
-  8-15 repetições
-  Progressão gradual de carga
-  Intervalo de 60-90 segundos entre as séries
-  Amplitude: controlada, sem travar o joelho

Figura 10 Exercício Leg Press 45° (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.2.3 Ponte de glúteo com progressão bipodal → unilateral

Elevação do quadril em apoio no solo, inicialmente de forma bilateral, com progressão para execução unilateral conforme evolução da força muscular e do controle neuromuscular. A musculatura estabilizadora do quadril, especialmente glúteo médio e glúteo máximo, exerce papel importante no controle do alinhamento dos membros inferiores, influenciando diretamente a estabilidade dinâmica do joelho durante movimentos funcionais e esportivos. Dessa forma, o fortalecimento dessa região contribui para melhora do controle motor, da distribuição das cargas e da eficiência biomecânica durante a execução dos movimentos, sendo considerado relevante no processo de retorno à prática esportiva após lesão do ligamento cruzado anterior (PINHEIRO et al., 2019).

EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO

FASE 1 – BIPODAL (INICIAL)
Execução bilateral com os dois pés apoiados.

1 Posição inicial
Deitar-se de costas com os joelhos flexionados, pés apoiados no solo à largura do quadril e braços ao lado do corpo.



2 Elevação do quadril
Elevar o quadril contraindo os glúteos e posteriores de coxa até formar uma linha reta entre ombros, quadril e joelhos.



3 Retorno
Descer o quadril de forma controlada até a posição inicial, sem encostar completamente o quadril no solo.



FASE 2 – UNILATERAL (PROGRESSÃO)
Execução com apoio de um único membro inferior.

1 Posição inicial
Elevar uma das pernas, mantendo o joelho flexionado (90°) e o pé em dorsiflexão. Manter o outro pé apoiado no solo.



2 Elevação do quadril
Elevar o quadril apoiando-se apenas na perna que está no solo, mantendo o tronco alinhado e o core ativado.



3 Retorno
Descer o quadril de forma controlada até a posição inicial e repetir.



PONTOS-CHAVE

-  Contrair os glúteos durante todo o movimento.
-  Manter o alinhamento do tronco e da pelve (sem hiperextensão lombar).
-  Joelhos alinhados com as pontas dos pés.
-  Respirar de forma controlada: expirar na subida e inspirar na descida.
-  Evoluir para a execução unilateral conforme ganho de força e controle.

PARÂMETROS SUGERIDOS

-  2-3 séries
-  10-15 repetições (bipodal)
-  8-12 repetições (unilateral)
-  Intervalo de 30-60 segundos entre as séries
-  Progressão: bipodal → unilateral

Figura 11 Exercício Ponte de glúteo com progressão (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.2.4 Mini agachamento unilateral

Execução unilateral com amplitude reduzida, enfatizando o controle do joelho, a estabilidade do quadril e a qualidade do movimento durante toda a execução. Exercícios unilaterais apresentam importante aplicação no processo de retorno à prática esportiva, pois permitem identificar e reduzir assimetrias funcionais entre os membros inferiores, favorecendo melhor controle neuromuscular, estabilidade dinâmica e eficiência dos movimentos esportivos. A literatura destaca que a redução dessas assimetrias é fundamental para a recuperação funcional segura e para diminuição do risco de recidivas (PINHEIRO et al., 2019).

EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO

1 Posição inicial
Em pé, apoie o peso em uma perna. Mantenha o tronco ereto, o core ativado e o olhar à frente. A perna oposta pode ser mantida levemente à frente para auxiliar no equilíbrio.



2 Descida (mini agachamento)
Flexione o joelho da perna de apoio, deslocando o quadril para trás e para baixo com amplitude reduzida (aprox. 30° a 45° de flexão de joelho).



3 Controle e alinhamento
Mantenha o joelho alinhado com o pé (não deixar cair para dentro). Quadril estável e nível, evitando inclinação do tronco.



4 Retorno
Empurre o chão com o pé de apoio e retorne à posição inicial de forma controlada.



PONTOS-CHAVE

-  Manter o joelho alinhado com o pé durante todo o movimento.
-  Manter o quadril estável e nível.
-  Apoio firme e distribuído no pé.
-  Manter o core ativado e o tronco ereto.
-  Olhar à frente, evitando inclinar o tronco.
-  Amplitudes pequenas priorizam o controle e a qualidade do movimento.



Objetivo: Fortalecer a musculatura do membro inferior, melhorar o controle do joelho e a estabilidade do quadril com baixo impacto articular.

PROGRESSÃO SUGERIDA

Nível 1 – Início

- Mini agachamento unilateral em superfície estável, sem carga.



Nível 2 – Intermediário

- Adicionar carga leve (mancuernas ou disco leve).



Nível 3 – Avançado

- Superfície instável ou aumento da carga externa.



PARÂMETROS SUGERIDOS

-  2-3 séries
-  8-12 repetições por perna
-  Intervalo de 30-60 segundos entre as séries
-  Amplitude: 30° a 45° de flexão de joelho (mini agachamento)
-  Progredir conforme controle e estabilidade

Figura 12 Exercício Mini agachamento unilateral (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.2.5 Apoio unipodal treinamento proprioceptivo

Manutenção do equilíbrio em apoio unipodal, com progressão gradual para superfícies instáveis e inclusão de estímulos externos, visando aumento da demanda proprioceptiva e do controle neuromuscular. Após lesões do ligamento cruzado anterior (LCA), alterações proprioceptivas podem comprometer o controle postural e a estabilidade dinâmica do joelho, tornando o treinamento dessa capacidade fundamental para a recuperação funcional e para maior segurança durante o retorno à prática esportiva. Além disso, a progressão dos estímulos contribui para melhora das respostas de estabilização articular e da eficiência dos movimentos realizados em situações esportivas (BARROS; GUIMARÃES, 2010).

EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO

1 FASE INICIAL – SUPERFÍCIE ESTÁVEL

Apoio unipodal em superfície estável (chão), mantendo o equilíbrio pelo tempo determinado.



Pontos de atenção

- Manter o tronco ereto e o olhar à frente.
- Joelho levemente flexionado.
- Manter o core ativado.

2 PROGRESSÃO – SUPERFÍCIE INSTÁVEL

Apoio unipodal em superfícies instáveis (ex.: disco de equilíbrio, bosu), desafiando o controle postural.



Pontos de atenção

- Aumentar o desafio gradualmente.
- Controlar o movimento do tornozelo, joelho e quadril.
- Evitar valgo do joelho.

3 PROGRESSÃO – ESTÍMULOS EXTERNOS

Manutenção do apoio unipodal com estímulos externos para maior desafio proprioceptivo.



Pontos de atenção

- Incluir movimentos de membros superiores ou manipulação de objetos.
- Ter foco na estabilidade e controle corporal.

PONTOS-CHAVE

-  Manter o alinhamento do quadril, joelho e tornozelo.
-  Focar no equilíbrio e no controle postural.
-  Ativar musculatura intrínseca do pé.
-  Manter o core ativo durante todo o exercício.
-  Olhar fixo em um ponto à frente.

PARÂMETROS SUGERIDOS

-  2–3 séries
-  20–60 segundos por perna
-  Progredir conforme controle e segurança
-  Aumentar instabilidade ou estímulos progressivamente
-  Intervalo de 30–60 segundos entre as séries

Progressão sugerida



Superfície estável

→



Superfície instável

→



Estímulos externos (cognitivos ou motores)

→



Maior desafio proprioceptivo

Figura 13 Exercício apoio unipodal (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.3 Fase 3: Força avançada e introdução ao impacto

Esta fase sucede o período de fortalecimento e controle neuromuscular, sendo caracterizada pela progressão das capacidades físicas do indivíduo para níveis mais próximos das exigências funcionais e esportivas. Nesse momento, o indivíduo já deve apresentar níveis adequados de força muscular, estabilidade dinâmica, controle motor e simetria funcional entre os membros inferiores, possibilitando a introdução gradual de exercícios com maior demanda mecânica, coordenativa e neuromuscular (ARDERN et al., 2021).

A literatura aponta que a progressão para exercícios com impacto deve ocorrer de maneira criteriosa e individualizada, uma vez que déficits residuais de força muscular, assimetrias funcionais e alterações no controle neuromuscular estão associados ao aumento do risco de nova lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) durante o retorno à prática esportiva. Além disso, critérios inadequados de progressão podem comprometer a qualidade dos padrões de movimento e aumentar a sobrecarga articular em situações de alta demanda funcional (MARTIN et al., 2025).

A fase de força avançada e introdução ao impacto tem como principal objetivo preparar o indivíduo para tolerar cargas elevadas e responder adequadamente a estímulos rápidos e imprevisíveis, característicos do ambiente esportivo e cotidiano. Movimentos como desaceleração, aterrissagem e mudanças bruscas de direção são descritos como mecanismos frequentes de lesão do LCA, tornando essencial o desenvolvimento da capacidade de absorção de impacto, estabilidade dinâmica, força reativa e eficiência neuromuscular durante tarefas funcionais e esportivas (NOROUZI et al., 2019).

Do ponto de vista do treinamento esportivo, essa fase representa a transição entre o fortalecimento geral e a preparação específica para o esporte, sendo fundamental o desenvolvimento de padrões de movimento seguros, eficientes e compatíveis com as exigências funcionais da modalidade praticada. Nesse contexto, a adequada progressão das cargas, da velocidade de execução, das demandas coordenativas e dos estímulos pliométricos contribui para maior segurança e eficiência durante o processo de retorno à prática esportiva (NOBLE et al., 2022; SWINTON et al., 2024).

6.3.1 Afundo (lounge) com progressão de carga

Execução unilateral com deslocamento anterior ou estacionário, utilizando progressão gradual de carga externa conforme evolução da força muscular e controle neuromuscular. Durante o movimento, prioriza-se o alinhamento do joelho, a estabilidade do quadril e o controle do valgo dinâmico. Exercícios unilaterais são relevantes no processo de retorno à prática esportiva por favorecerem o desenvolvimento da força funcional, da estabilidade dinâmica e da correção de assimetrias entre os membros inferiores, contribuindo para maior segurança durante movimentos esportivos e de atividade diária (BARROS; GUIMARÃES, 2010).

EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO

AFUNDO ESTACIONÁRIO

1 Posição inicial
Em pé, pés alinhados com a largura do quadril. Mantenha o tronco ereto, o core ativado e o olhar à frente.



2 Descida
Dê um passo à frente com uma das pernas e flexione os joelhos, descendo o quadril até que ambos formem ângulos de aproximadamente 90°.



3 Controle
Mantenha o joelho da frente alinhado com o tornozelo (não ultrapassar a ponta do pé). Tronco ereto e core ativado durante todo o movimento.



4 Retorno
Empurre o chão com o pé da frente e retorne à posição inicial de forma controlada. Repita com a mesma perna ou alterne.



AFUNDO COM DESLOCAMENTO ANTERIOR (ALTERNADO)



Atenção
Passos controlados, manter o alinhamento e a estabilidade em cada repetição.

PROGRESSÃO DE CARGA

Nível 1
Carga corporal



Nível 2
Carga leve (halteres)



Nível 3
Carga moderada (halteres maiores ou colete)



Nível 4
Carga avançada (barra nas costas ou colete pesado)



PONTOS-CHAVE

 Joelho da frente alinhado com o tornozelo.
 Controle do movimento na descida e na subida.
 Manter o tronco ereto e o core ativado.
 Apoio completo dos pés no solo.
 Progredir a carga de forma gradual e segura.

PARÂMETROS SUGERIDOS

 2-4 séries
 8-12 repetições por perna
 Progressão de carga: corporal → halteres → barra/colete
 Intervalo de 60-90 segundos entre as séries
 Amplitude: até 90° de flexão de joelho (ou conforme orientação profissional)

Figura 14 Exercício Afundo lounge (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.3.2 Step-down controle excêntrico

Descida controlada de uma plataforma, enfatizando o controle do movimento durante a fase excêntrica e o alinhamento do membro inferior ao longo da execução. O controle excêntrico do quadríceps apresenta importante papel na desaceleração e

absorção de impacto durante movimentos funcionais e esportivos, sendo essencial para tarefas que envolvem aterrissagem, mudança de direção e controle postural. Além disso, esse tipo de exercício contribui para melhora da estabilidade dinâmica, do controle neuromuscular e da preparação do atleta para movimentos mais rápidos e complexos durante o retorno à prática esportiva (COHEN; ABDALLA, 2003).

EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO

1 Posição inicial
Indivíduo em pé sobre uma plataforma (step), com um dos membros apoiado e o outro livre. Manter tronco ereto, core ativado e olhar à frente.



2 Descida (fase excêntrica)
Flexionar o joelho do membro de apoio, descendo lentamente o corpo até o pé livre tocar levemente o solo. Movimento deve ser controlado, sem "queda".



3 Controle do movimento
Manter o joelho alinhado com o pé (evitar valgo). Quadril estável, sem inclinações laterais.



4 Retorno
Retornar à posição inicial de forma controlada, empurrando o solo com o membro de apoio.



PONTOS-CHAVE

-  Priorizar o controle na descida (fase excêntrica).
-  Manter alinhamento joelho-pé.
-  Evitar inclinação do tronco.
-  Core ativo durante todo o movimento.
-  Movimento lento e controlado.

PROGRESSÃO SUGERIDA

Nível 1 Iniciante
Plataforma baixa. Foco no controle do movimento.



Nível 2 Intermediário
Plataforma média. Maior tempo de descida (3–5 s).



Nível 3 Avançado
Plataforma alta. Maior demanda de controle excêntrico.



Nível 4 Avançado + carga
Adicionar carga externa (halteres, kettlebell, colete ou barra).



 **Observação:** Aumente a altura da plataforma e/ou a carga somente quando o controle do movimento estiver adequado e sem compensações.

PARÂMETROS SUGERIDOS

-  2–3 séries
-  8–12 repetições por perna
-  Intervalo de 30–60 segundos entre as séries
-  Altura da plataforma ajustável conforme o nível e objetivo

Figura 15 Exercício Step-down (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.3.3 Saltos bipodais

Saltos verticais realizados com ambos os membros inferiores, priorizando aterrissagem suave, alinhamento do joelho e adequada absorção de impacto durante

o contato com o solo. Déficits no controle da aterrissagem estão associados ao aumento do risco de lesões do ligamento cruzado anterior (LCA), tornando fundamental o treinamento da absorção de impacto e do controle neuromuscular nessa fase do retorno à prática esportiva (PINHEIRO et al., 2019). Além disso, a pliometria controlada contribui para melhora da estabilidade dinâmica, da eficiência neuromuscular e da capacidade de resposta rápida do sistema musculoesquelético durante movimentos esportivos (BARROS; GUIMARÃES, 2010).

EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO

1 Posição inicial
Em pé, pés na largura dos quadris, joelhos levemente flexionados, tronco ereto, core ativado e olhar à frente.



2 Preparação
Realizar uma leve flexão de joelhos e quadris, levando os braços para trás para gerar impulso.



3 Impulso
Estender rapidamente joelhos, quadris e tornozelos, impulsionando o corpo verticalmente. Levar os braços para cima para auxiliar no salto.



4 Aterrissagem
Aterrissar com os dois pés ao mesmo tempo, joelhos flexionados e alinhados com a ponta dos pés.



5 Absorção
Manter a flexão de joelhos e quadris para absorver o impacto de forma controlada. Retornar à posição inicial de forma estável.



PONTOS-CHAVE

-  Aterrissagem suave e controlada.
-  Joelhos alinhados com os pés (evitar valgo).
-  Apoio completo dos pés no solo.
-  Core ativado e tronco estável.
-  Absorver o impacto com flexão de joelhos e quadris.

 **Observação:** Iniciar com saltos baixos, priorizando a técnica, antes de aumentar a altura ou a intensidade. Focar sempre na qualidade do movimento.

PROGRESSÃO SUGERIDA

Nível 1 Iniciante
Saltos baixos, ênfase na técnica e aterrissagem suave.



Nível 2 Intermediário
Saltos de altura moderada, maior impulso e controle.



Nível 3 Avançado
Saltos mais altos, com maior potência e controle de aterrissagem.



Nível 4 Avançado + carga
Saltos com carga externa leve (colete ou halteres), progredindo conforme técnica.



PARÂMETROS SUGERIDOS

-  2-3 séries
-  8-15 repetições
-  Intervalo de 30-60 segundos entre as séries
-  Intensidade: iniciar com saltos baixos e progredir a altura conforme controle e capacidade.

Figura 16 Exercício Salto bipodal (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.3.4 Step-up com impulso

Subida em plataforma (step) realizada a partir da posição em pé, com os pés alinhados à largura dos quadris, core ativado e olhar à frente, consistindo no apoio de um dos pés na plataforma seguido da geração de força pelo membro de apoio, com extensão de quadril e joelho para elevação do corpo, podendo incluir a elevação do joelho da perna livre à frente como estratégia para auxiliar no equilíbrio e aumentar a demanda de estabilidade; a descida ocorre de forma controlada, retornando à posição

inicial, com possibilidade de alternância dos membros ou manutenção unilateral conforme o objetivo do treinamento, sendo um exercício que pode variar em níveis de complexidade, desde uma execução controlada até versões com maior ênfase em impulsão e potência. O desenvolvimento da potência muscular é essencial para o desempenho esportivo, especialmente em atividades que envolvem aceleração e impulsão (PINHEIRO et al., 2019).

EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO

1 Posição inicial
Em pé à frente da plataforma (step). Pés na largura dos quadris, core ativado e olhar à frente.



2 Apoio
Apoiar todo o pé na plataforma, com joelho alinhado com o pé.



3 Impulso
Gerar força com a perna de apoio, estendendo o joelho e o quadril para elevar o corpo.



4 Elevação
Elevar o joelho da perna livre à frente, ajudando no impulso e no equilíbrio.



5 Descida controlada
Descer de forma controlada, voltando à posição inicial. Alternar os membros ou manter o foco na mesma perna conforme objetivo.



PONTOS-CHAVE

-  Gerar força de forma explosiva na subida.
-  Manter alinhamento joelho-pé durante todo o movimento.
-  Apoio completo do pé sobre a plataforma.
-  Core ativado e tronco estável.
-  Descer de forma controlada, evitando impactos excessivos.

PROGRESSÃO SUGERIDA

Nível 1
Iniciante
Step-up simples, subida e descida controladas, sem impulso explosivo.



Nível 2
Intermediário
Step-up com impulso moderado, elevando o joelho da perna livre à frente.



Nível 3
Avançado
Step-up com impulso maior e descida controlada ou alternada.



Nível 4
Avançado + explosivo
Step-up com impulso explosivo, podendo evoluir para salto na plataforma.



 **Observação:** Ajustar a altura da plataforma conforme o nível e objetivo. Aumentar a intensidade de forma gradual e segura.

VARIAÇÕES / EVOLUÇÕES

Step-up alternado
Alternar os membros a cada repetição.



Step-up com carga
Utilizar halteres ou kettlebell para aumentar a demanda.



Step-up lateral
Subida lateral na plataforma, focando em estabilidade do quadril.



Step-up com salto
Impulso explosivo para saltar na plataforma, ambos os pés podem sair do solo.



Figura 17 Exercício step-up (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.3.5 Saltos laterais

Saltos laterais de baixa amplitude realizados com deslocamentos controlados no plano frontal, executados a partir da posição em pé, com pés alinhados à largura dos quadris, joelhos levemente flexionados, tronco ereto, core ativado e olhar à frente. O exercício consiste na realização de saltos laterais de um lado para o outro, com aterrissagens suaves e simultâneas dos pés, mantendo os joelhos flexionados e alinhados aos pés, a fim de evitar o valgo dinâmico durante o movimento. A execução deve priorizar o controle neuromuscular, a estabilidade articular e a qualidade do movimento, podendo evoluir progressivamente em amplitude, velocidade, utilização de obstáculos baixos e associação com estímulos adicionais. O controle adequado do movimento no plano frontal é fundamental para a prevenção de lesões, especialmente por estar relacionado à redução de mecanismos associados à lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) (COHEN; ABDALLA, 2003).

EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO

1 Posição inicial

Em pé, pés na largura dos quadris, joelhos levemente flexionados, tronco ereto, core ativado e olhar à frente.



2 Salto lateral

Realizar um salto lateral para um lado, com baixa amplitude, aterrissando de forma suave.



3 Aterrissagem controlada

Aterrissar com ambos os pés ao mesmo tempo, joelhos flexionados e alinhados com os pés (evitar valgo).



4 Retorno

Realizar um salto lateral para o lado oposto, mantendo o controle do movimento.



5 Continuidade

Manter o ritmo controlado, repetindo os saltos laterais de um lado para o outro.



PONTOS-CHAVE

-  Aterrissagem suave e controlada.
-  Manter alinhamento dos joelhos com os pés (evitar valgo).
-  Pousar com apoio completo dos pés no solo.
-  Core ativado e tronco estável.
-  Baixa amplitude e movimento controlado.

 **Observação:** Priorizar a qualidade do movimento em vez da velocidade ou amplitude. Iniciar com saltos pequenos e progredir conforme o controle.

PROGRESSÃO SUGERIDA

Nível 1
Iniciante

Saltos laterais de baixa amplitude, sem obstáculos.



Nível 2
Intermediário

Aumentar levemente a amplitude ou a velocidade, mantendo o controle.



Nível 3
Avançado

Adicionar obstáculos baixos (cones, mini hurdles) entre os saltos.



Nível 4
Avançado + complexo

Combinar com tarefas adicionais (ex.: segurar bola, responder a estímulos).



PARÂMETROS SUGERIDOS

-  2–3 séries
-  8–15 repetições (ou de 20–30 segundos)
-  Intervalo de 30–60 segundos entre as séries
-  Intensidade: aumentar gradualmente a amplitude ou velocidade conforme o controle e segurança.

Figura 18 Exercício Saltos Laterais (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.4 Fase 4: Treinamento esportivo específico e retorno ao esporte (RTS)

Esta fase representa a etapa final do processo de retorno ao esporte após reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA), sendo caracterizada pela reintegração progressiva do indivíduo às demandas específicas da modalidade esportiva praticada. Nesse estágio, o indivíduo deve apresentar níveis adequados de força muscular, potência, controle neuromuscular, estabilidade dinâmica e capacidade funcional, possibilitando a realização segura de movimentos de alta intensidade e elevada complexidade motora (PINHEIRO et al., 2019).

A literatura enfatiza que o retorno ao esporte não deve ser baseado exclusivamente no tempo de pós-operatório, mas sim em critérios objetivos relacionados ao desempenho físico e funcional, como simetria muscular, controle biomecânico, estabilidade dinâmica e capacidade de execução dos gestos esportivos específicos, fatores diretamente relacionados à redução do risco de recidiva da lesão (BARROS; GUIMARÃES, 2010; PINHEIRO et al., 2019).

A fase de treinamento físico específico tem como principal objetivo preparar o atleta para as exigências reais do esporte, envolvendo movimentos complexos, rápidos e imprevisíveis. Dessa forma, o treinamento deve contemplar acelerações e desacelerações, mudanças de direção (cutting), saltos, aterrissagens, estímulos reativos e tarefas associadas à tomada de decisão, aproximando progressivamente o atleta das situações vivenciadas em contexto competitivo (PINHEIRO et al., 2019).

Mesmo após evolução satisfatória nas fases anteriores, o atleta ainda pode apresentar déficits residuais de força e potência muscular, assimetrias funcionais em movimentos explosivos, alterações biomecânicas, insegurança psicológica e déficits no controle neuromuscular em situações de maior velocidade e exigência funcional (BARROS; GUIMARÃES, 2010). Esses fatores merecem atenção especial, considerando que grande parte das lesões do LCA ocorre em situações dinâmicas e imprevisíveis, principalmente durante mudanças rápidas de direção, desacelerações bruscas e aterrissagens inadequadas, frequentemente associadas ao valgo dinâmico do joelho (COHEN; ABDALLA, 2003).

Sob a perspectiva do treinamento esportivo, esta fase representa a transição entre a preparação física avançada e o retorno competitivo efetivo, tornando indispensável a aplicação de estímulos específicos e progressivos. Assim, os objetivos dessa etapa consistem em restabelecer o desempenho esportivo,

desenvolver potência e velocidade, aprimorar o controle neuromuscular em alta intensidade, reintegrar o atleta ao contexto real da modalidade esportiva e reduzir o risco de novas lesões (PINHEIRO et al., 2019; BARROS; GUIMARÃES, 2010).

Além do contexto competitivo, o retorno ao esporte também deve considerar indivíduos que praticam atividades físicas e esportivas de forma recreativa ou por lazer, como participação em esportes amadores, corridas, academias e jogos recreacionais. Nesses casos, o processo de retorno a prática esportiva deve igualmente priorizar o restabelecimento da capacidade funcional, da segurança durante o movimento e da confiança para execução das atividades do cotidiano, permitindo que o indivíduo retorne às práticas físicas com menor risco de lesão e melhor qualidade de movimento. Dessa forma, a fase 4 não se restringe exclusivamente ao desempenho competitivo, mas também à retomada segura das atividades físicas relacionadas à saúde, lazer e qualidade de vida (BARROS; GUIMARÃES, 2010; PINHEIRO et al., 2019).

6.4.1 Corridas progressivas e mudanças de direção

Exercícios de corrida e mudança de direção realizados de forma progressiva, iniciando com corridas lineares leves e evoluindo para aceleração, desaceleração e movimentos de mudança de direção (cutting). A progressão pode incluir diferentes velocidades, ângulos de corte e combinações entre aceleração e desaceleração, respeitando a qualidade do movimento e a capacidade funcional do indivíduo. O treinamento dessas capacidades contribui para a melhoria da eficiência neuromuscular e do controle biomecânico, considerando que movimentos de desaceleração e mudanças rápidas de direção estão entre os principais mecanismos associados à lesão do ligamento cruzado anterior (LCA), tornando essencial sua reintrodução progressiva e controlada durante o processo de reabilitação (COHEN; ABDALLA, 2003).

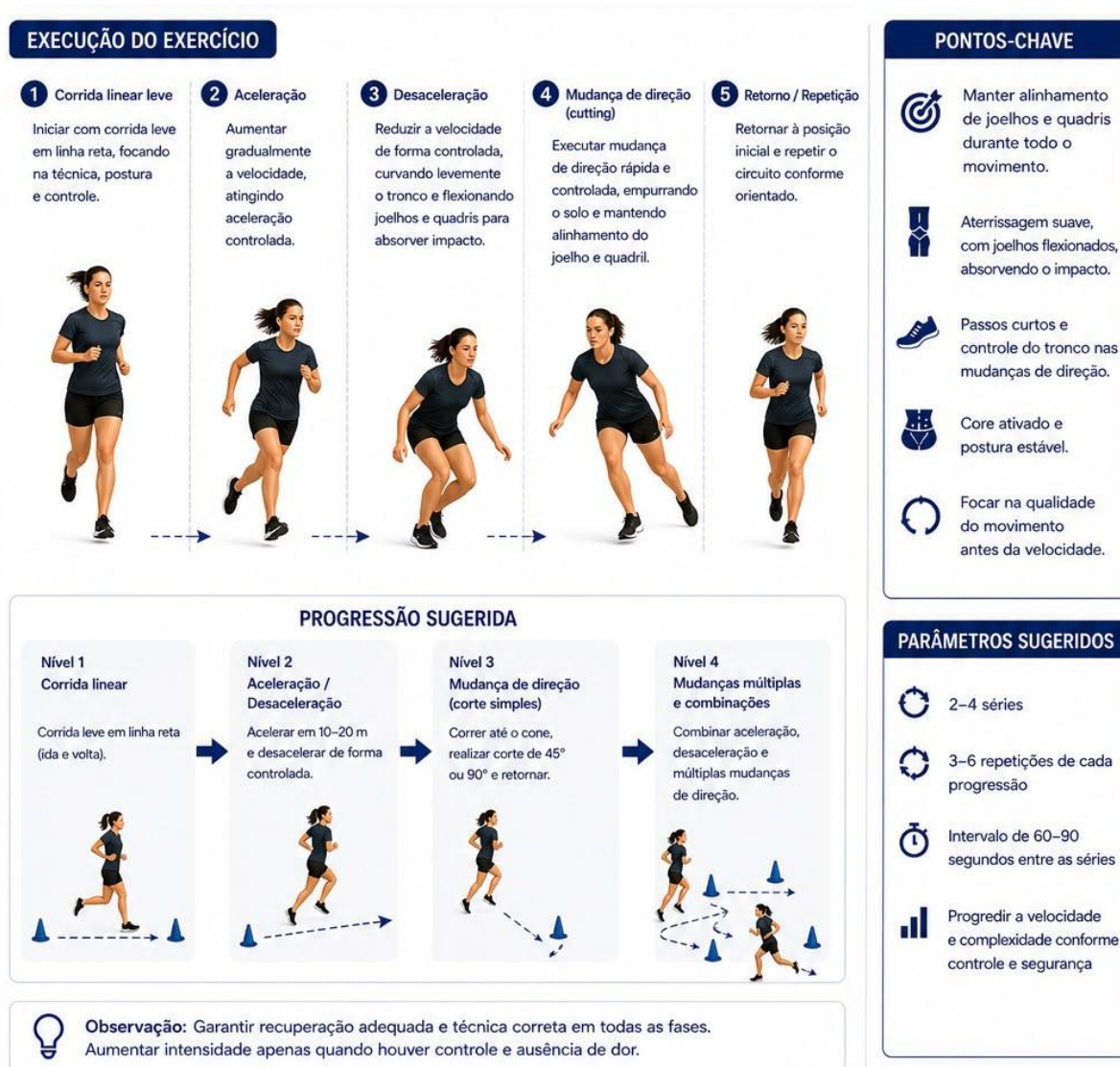


Figura 19 Exercício Corrida progressiva (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.4.2 Saltos unipodais

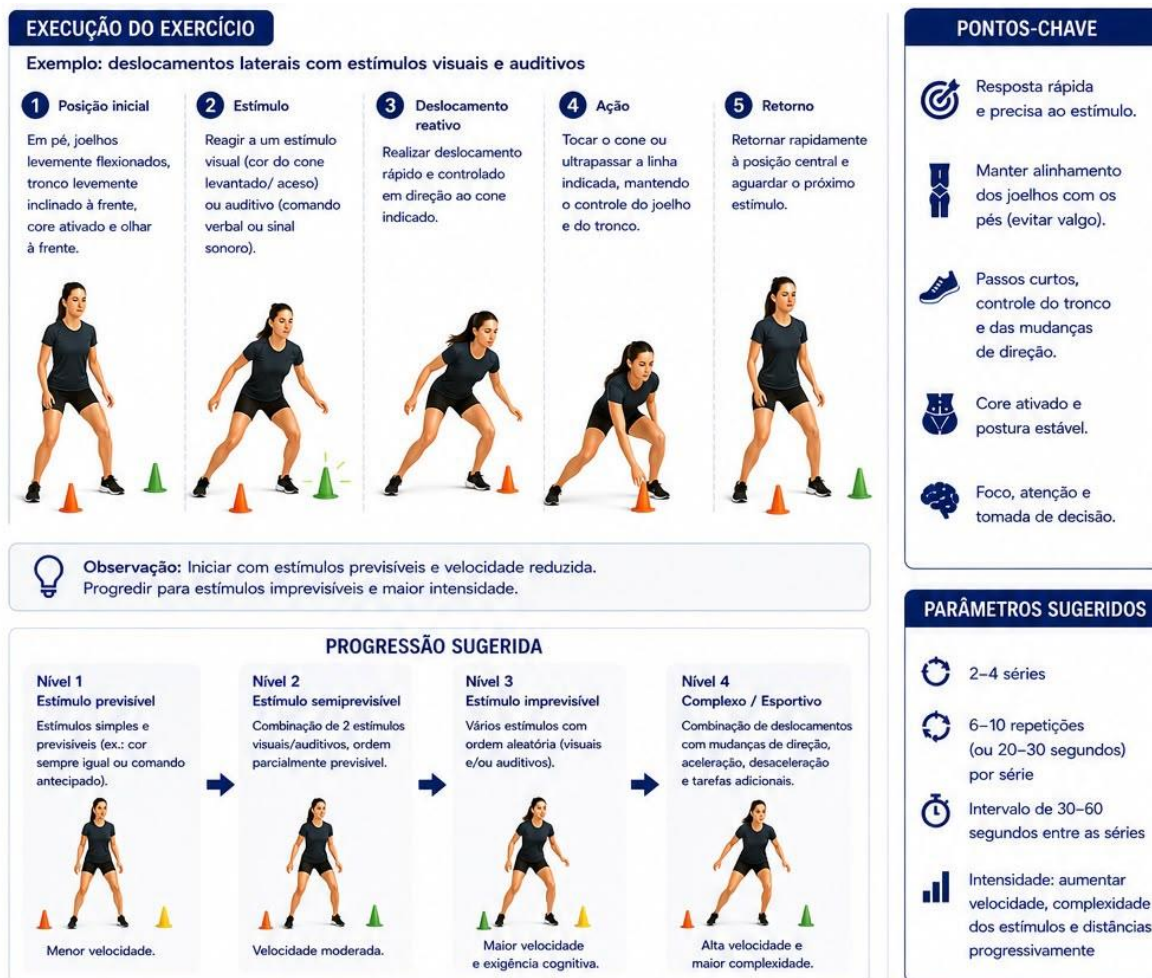
Saltos unilaterais realizados com apoio em um único membro, buscando ganho de altura ou distância com manutenção do alinhamento corporal. A aterrissagem deve ocorrer de forma controlada e estável, priorizando a absorção do impacto e o controle neuromuscular durante toda a execução. O exercício tem como objetivo desenvolver potência muscular, estabilidade dinâmica e simetria funcional entre os membros inferiores, sendo a simetria em testes de salto considerada um dos principais critérios para liberação ao retorno ao esporte. Além disso, o controle adequado da aterrissagem é fundamental para reduzir o estresse sobre o ligamento cruzado anterior (LCA) durante movimentos explosivos (PINHEIRO et al., 2019).



Figura 20 Exercício saltos unipodais (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.4.3 Exercícios reativos de agilidade com estímulo externo

Execução de movimentos associados à resposta a estímulos visuais ou auditivos, como comandos verbais, sinalizações e mudanças inesperadas de direção, com o objetivo de desenvolver a capacidade de reação, o controle neuromuscular e a adaptação motora em situações dinâmicas. O exercício pode envolver deslocamentos, acelerações, desacelerações e mudanças rápidas de direção realizadas a partir de estímulos externos imprevisíveis, exigindo tomada de decisão rápida e manutenção da estabilidade corporal durante a execução. A inserção de situações imprevisíveis aumenta a demanda sobre o sistema neuromuscular e contribui para o aprimoramento do controle motor em condições semelhantes às vivenciadas no ambiente esportivo, sendo fundamental na preparação do indivíduo para o retorno seguro às atividades esportivas (PINHEIRO et al., 2019).



PROGRESSÃO SUGERIDA

Nível 1
Estímulo previsível
Estímulos simples e previsíveis (ex.: cor sempre igual ou comando antecipado).



Menor velocidade.

Nível 2
Estímulo semiprevisível
Combinação de 2 estímulos visuais/auditivos, ordem parcialmente previsível.



Velocidade moderada.

Nível 3
Estímulo imprevisível
Vários estímulos com ordem aleatória (visuais e/ou auditivos).



Maior velocidade e exigência cognitiva.

Nível 4
Complexo / Esportivo
Combinação de deslocamentos com mudanças de direção, aceleração, desaceleração e tarefas adicionais.



Alta velocidade e maior complexidade.

Figura 21 Exercícios Reativos de agilidade (Imagem gerada por inteligência artificial)

6.4.4 Drills específicos da modalidade esportiva

Execução de movimentos específicos da modalidade esportiva praticada, respeitando as demandas biomecânicas, fisiológicas e neuromusculares do esporte. O treinamento deve reproduzir padrões reais de movimento, incluindo intensidade, velocidade, acelerações, desacelerações, mudanças de direção e tomada de decisão, aproximando o indivíduo das situações vivenciadas durante a prática esportiva. O princípio da especificidade do treinamento é considerado fundamental no processo de retorno ao esporte, sendo necessária a reprodução progressiva das demandas funcionais e motoras características de cada modalidade esportiva (BARROS; GUIMARÃES, 2010; PINHEIRO et al., 2019).

No contexto do treinamento funcional e do Crossfit, o retorno a prática exige atenção devido à elevada complexidade dos movimentos, frequentemente realizados

em alta intensidade e com grande demanda neuromuscular. Essas modalidades também envolvem exercícios multiarticulares, pliométricos e de força, exigindo estabilidade dinâmica, potência muscular e adequado controle motor para execução segura dos movimentos. Dessa forma, exercícios que combinam força e pliometria aumentam a exigência sobre o sistema neuromuscular, sendo fundamentais para o retorno ao desempenho, porém devendo ser introduzidos de forma progressiva (MYER et al., 2006). Além disso, o princípio da especificidade do treinamento torna necessária a reprodução gradual das demandas físicas e motoras características da modalidade praticada (BARROS; GUIMARÃES, 2010).

EXEMPLOS DE DRILLS POR MODALIDADE				
 VOLEIBOL Exemplos de drills: • Saltos para ataque e bloqueio • Aterrissagens controladas 	 FUTEBOL Exemplos de drills: • Dribles com mudança de direção • Condução de bola com aceleração 	 BASQUETE Exemplos de drills: • Deslocamentos rápidos • Saltos para arremesso ou rebote 	 CORRIDA Exemplos de drills: • Trote • Ritmo moderado • Sprint leve 	 TREINAMENTO FUNCIONAL/CROSSFIT Exemplos de drills: • Movimentos multiarticulares • Pliometria combinada com força • WODs adaptados 
Foco Explosão vertical, coordenação de membros superiores e inferiores, estabilidade na aterrissagem.	Foco Agilidade, mudanças de direção, controle de bola, velocidade e tomada de decisão.	Foco Velocidade, mudança de direção, saltos, coordenação e reação.	Foco Resistência, transição de intensidade, técnica de corrida e economia de movimento.	Foco Força, potência, estabilidade dinâmica, controle neuromuscular e resistência.

Figura 22 Exercícios Drills específicos (Imagem gerada por inteligência artificial)



7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As lesões do LCA representam uma condição de grande relevância no contexto esportivo e nas atividades de vida diária, uma vez que seus impactos podem comprometer a estabilidade do joelho, a capacidade funcional e o retorno seguro às atividades cotidianas, físicas e esportivas. Ao longo deste estudo, evidenciou-se que esse processo não deve ser compreendido de maneira simplificada ou baseado apenas em critérios temporais, mas como uma progressão que envolve aspectos físicos, funcionais e psicológicos.

A literatura analisada indica que o retorno às atividades de vida diária e ao esporte exige a organização adequada do treinamento físico, com atenção ao controle e à progressão das cargas, ao desenvolvimento da força muscular, ao aprimoramento do controle neuromuscular e à recuperação da simetria entre os membros inferiores. Além disso, destaca-se a importância da utilização de critérios objetivos, como testes funcionais e indicadores de desempenho, para auxiliar na tomada de decisão e contribuir para a redução do risco de recidivas.

Nesse contexto, o profissional de Educação Física exerce papel importante na condução do período pós-liberação clínica, sendo responsável pela organização e progressão dos estímulos de treinamento, de acordo com as características individuais e as demandas da prática esportiva. Sua atuação deve estar fundamentada em evidências científicas e nos princípios do treinamento esportivo, favorecendo um retorno mais seguro e eficiente.

A partir dessas considerações, o eBook desenvolvido neste estudo apresenta-se como um material de apoio à prática profissional, ao reunir fundamentos teóricos e exemplos aplicados que auxiliam na organização do treinamento físico no período pós-lesão do LCA. Ressalta-se que o material não substitui a avaliação individualizada, mas oferece diretrizes que podem ser adaptadas a diferentes contextos de atuação.

Por fim, reforça-se que o retorno à atividade física e esportiva deve ocorrer de forma progressiva e criteriosa, respeitando as respostas do organismo e as particularidades de cada indivíduo. Sugere-se que estudos futuros investiguem a aplicação do material proposto, a fim de verificar sua efetividade no contexto prático do treinamento e do retorno a prática esportiva.

8 REFERÊNCIAS

ARDERN, C. L. et al. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *British Journal of Sports Medicine*, v. 45, n. 7, p. 596–606, 2011.

ARLIANI, G. G. et al. Lesão do ligamento cruzado anterior: tratamento e reabilitação. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v. 47, n. 2, p. 191–196, 2012.

BOMPA, T. O.; BUZZICHELLI, C. *Periodização do treinamento esportivo: teoria e metodologia do treinamento*. 6. ed. São Paulo: Phorte, 2017.

CHU, D. A.; MYER, G. D. *Plyometrics*. 2. ed. Champaign: Human Kinetics, 2013.

DANTAS, E. H. M. *A prática da preparação física*. 6. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2011.

DAVIES, G. J. et al. Return-to-play after anterior cruciate ligament reconstruction: a decision-based model. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, v. 12, n. 4, p. 244–255, 2017.

ESCAMILLA, R. F. et al. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 30, n. 4, p. 556–569, 1998.

ESCAMILLA, R. F. et al. Anterior cruciate ligament strain and tensile forces for weight-bearing and non-weight-bearing exercises: a guide to exercise selection. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, v. 42, n. 3, p. 208–220, 2012.

GIRDWOOD, M. et al. Tale of quadriceps and hamstring muscle strength after ACL reconstruction: a systematic review with longitudinal and multivariate meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 2025.

HEFTI, F. et al. The IKDC form for the evaluation of knee ligament injuries. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, v. 1, n. 3-4, p. 226–234, 1993.

MYER, G. D. et al. The effects of plyometric vs. dynamic stabilization training on power, balance, and landing force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 20, n. 2, p. 345–353, 2006.

MYER, G. D. et al. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 22, n. 3, p. 863–872, 2008.

PALMIERI-SMITH, R. M.; THOMAS, A. C.; WOJTYS, E. M. Maximizing quadriceps strength after ACL reconstruction. *Clinical Sports Medicine*, v. 27, n. 3, p. 405–424, 2008.

RABELO, M. C. et al. Retorno ao esporte após reconstrução do ligamento cruzado anterior: percepções de atletas. *Fisioterapia em Movimento*, v. 36, e36220, 2023.

SOLIGARD, T. et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *British Medical Journal*, v. 337, a2469, 2008.

TAVARES, L. R. et al. Lesão do ligamento cruzado anterior: fatores de risco, mecanismos de lesão e estratégias de prevenção. *Revista Eletrônica Acervo Médico*, v. 34, e14784, 2024.

WEBSTER, K. E.; FELLER, J. A.; LAMBROS, C. Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Physical Therapy in Sport*, v. 9, n. 1, p. 9–15, 2008.

WEBSTER, K. E.; FELLER, J. A. Development and validation of a short version of the anterior cruciate ligament return to sport after injury (ACL-RSI) scale. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, v. 6, n. 4, 2018.

GEORGOULIS, A. D. et al. Neuromuscular activity during running, landing and change of direction after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Journal of Experimental Orthopaedics*, v. 10, n. 1, 2023.

NYLAND, J. et al. A clinical practice review of therapeutic movement-based anterior cruciate ligament reconstruction return-to-sport bridge program. *Annals of Joint*, v. 8, 2023.

PORETTI, M. et al. The nature of rehabilitation programs to improve outcomes in athletes with anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Health*, v. 16, n. 1, p. 98–108, 2024.

SLONE, H. S. et al. Quadriceps tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: state of the art. *Journal of Experimental Orthopaedics*, v. 10, n. 1, 2023.

TAN, T. K. et al. Quadriceps tendon versus hamstring tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 50, n. 14, p. 4040–4053, 2022.

LOSCIALE, J. M. et al. Anterior cruciate ligament return to sport after injury scale (ACL-RSI) scores over time after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, v. 10, n. 1, 2024.

IRRGANG, J. J. et al. Development and validation of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 29, n. 5, p. 600–613, 2001.

SANTANA, Wilian de Jesus et al. Recuperação entre séries no treino de força: revisão sistemática e meta-análise. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo, v. 30, e2021_0037, 2024.

SWINTON, Paul Alan et al. Dose–response modelling of resistance exercise across outcome domains in strength and conditioning: a meta-analysis. *Sports Medicine*, Auckland, v. 54, n. 7, p. 1579–1594, 2024.

FORELLI, Florian et al. Evaluation of muscle strength and graft laxity with early open kinetic chain exercise after ACL reconstruction: a cohort study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, v. 11, n. 6, 2023.

MARTIN, Robin et al. Return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction: prognostic factors and prognostic models: a systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, v. 68, n. 3, 2025.

NOROUZI, Sadegh et al. Lower extremity kinematic analysis in male athletes with unilateral anterior cruciate reconstruction in a jump-landing task and its association with return to sport criteria. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 20, n. 492, 2019.

SWINTON, Paul Alan et al. Dose–response modelling of resistance exercise across outcome domains in strength and conditioning: a meta-analysis. *Sports Medicine*, v. 54, p. 1579-1594, 2024.

ANEXO I

ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RETURN TO SPORT AFTER INJURY (ACL-RSI) SURVEY



PHYSIOTUTORS

Patient Name: _____
Date: _____

Instructions: Check the box that best describes you in relation to your symptoms

1. Are you confident that you can perform at your previous level of sport participation?

Not at all confident Fully confident

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Do you think you are likely to re-injury your knee by participating in your sport?

Extremely likely Not likely at all

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. Are you nervous about playing your sport?

Extremely nervous Not nervous at all

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4. Are you confident that your knee will not give way by playing your sport?

Not at all confident Fully confident

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. Are you confident that you could play your sport without concern for your knee?

Not at all confident Fully confident

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6. Do you find it frustrating to have to consider your knee with respect to your sport?

Extremely frustrating Not at all frustrating

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

7. Are you fearful of re-injuring your knee by playing your sport?

Extremely fearful											No fear at all
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

8. Are you confident about your knee holding up under pressure?

Not at all confident											Fully confident
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

9. Are you afraid of accidentally injuring your knee by playing your sport?

Extremely afraid											Not at all afraid
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

10. Do thoughts of having to go through surgery and rehabilitation prevent you from playing your sport?

All of the time											None of the time
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

11. Are you confident about your ability to perform well at your sport?

Not at all confident											Fully confident
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

12. Do you feel relaxed about playing your sport?

Not at all relaxed											Fully relaxed
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



ANEXO II

IKDC SUBJECTIVE KNEE EVALUATION FORM



Patient Name: _____ Date of the Injury: _____
Date: _____

SYMPTOMS

Grade symptoms at the highest activity level at which you think you could function without significant symptoms, even if you are not actually performing activities at this level.

1 - WHAT IS THE HIGHEST LEVEL OF ACTIVITY THAT YOU CAN PERFORM WITHOUT SIGNIFICANT KNEE PAIN?

- ☐ Very strenuous activities like jumping or pivoting as in basketball or soccer (4)
☐ Strenuous activities like heavy physical work, skiing or tennis (3)
☐ Moderate activities like moderate physical work, running or jogging (2)
☐ Light activities like walking, housework or yard work (1)
☐ Unable to perform any of the above activities due to knee pain (0)

2 - DURING THE PAST 4 WEEKS, OR SINCE YOUR INJURY, HOW OFTEN HAVE YOU HAD PAIN?

never ☐ 10 ☐ 9 ☐ 8 ☐ 7 ☐ 6 ☐ 5 ☐ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 ☐ 0 constant

3 - IF YOU HAVE PAIN, HOW SEVERE IS IT?

no ☐ 10 ☐ 9 ☐ 8 ☐ 7 ☐ 6 ☐ 5 ☐ 4 ☐ 3 ☐ 2 ☐ 1 ☐ 0 worst pain imaginable

4 - DURING THE PAST 4 WEEKS, OR SINCE YOUR INJURY, HOW STIFF OR SWOLLEN WAS YOUR KNEE?

- ☐ Not at all (4)
☐ Mildly (3)
☐ Moderately (2)
☐ Very (1)
☐ Extremely (0)

5 - WHAT IS THE HIGHEST LEVEL OF ACTIVITY YOU CAN PERFORM WITHOUT SIGNIFICANT SWELLING IN YOUR KNEE?

- ☐ Very strenuous activities like jumping or pivoting as in basketball or soccer (4)
☐ Strenuous activities like heavy physical work, skiing or tennis (3)
☐ Moderate activities like moderate physical work, running or jogging (2)
☐ Light activities like walking, housework, or yard work (1)
☐ Unable to perform any of the above activities due to knee swelling (0)

6 - DURING THE PAST 4 WEEKS, OR SINCE YOUR INJURY, DID YOUR KNEE LOCK OR CATCH?

☐ yes (0) ☐ No (1)

7 - WHAT IS THE HIGHEST LEVEL OF ACTIVITY YOU CAN PERFORM WITHOUT SIGNIFICANT GIVING WAY IN YOUR KNEE?

- ☐ Very strenuous activities like jumping or pivoting as in basketball or soccer (4)
☐ Strenuous activities like heavy physical work, skiing or tennis (3)
☐ Moderate activities like moderate physical work, running or jogging (2)
☐ Light activities like walking, housework, or yard work (1)
☐ Unable to perform any of the above activities due to giving way (0)

SPORTS ACTIVITIES**8 - WHAT IS THE HIGHEST LEVEL OF ACTIVITY YOU CAN PERFORM ON A REGULAR BASIS?**

- ☐ Very strenuous activities like jumping or pivoting as in basketball or soccer (4)
☐ Strenuous activities like heavy physical work, skiing or tennis (3)
☐ Moderate activities like moderate physical work, running or jogging (2)
☐ Light activities like walking, housework, or yard work (1)
☐ Unable to perform any of the above activities (0)

9 - HOW DOES YOUR KNEE AFFECT YOUR ABILITY TO:

	Not difficult at all	Minimally difficult	Moderately difficult	Extremely difficult	Unable to do
a. Go up stairs	☐ (4)	☐ (3)	☐ (2)	☐ (1)	☐ (0)
b. Go down stairs	☐ (4)	☐ (3)	☐ (2)	☐ (1)	☐ (0)
c. Kneel on the front of your knee	☐ (4)	☐ (3)	☐ (2)	☐ (1)	☐ (0)
d. Squat	☐ (4)	☐ (3)	☐ (2)	☐ (1)	☐ (0)
e. Sit with your knee bent	☐ (4)	☐ (3)	☐ (2)	☐ (1)	☐ (0)
f. Rise from a chair	☐ (4)	☐ (3)	☐ (2)	☐ (1)	☐ (0)
g. Run straight ahead	☐ (4)	☐ (3)	☐ (2)	☐ (1)	☐ (0)
h. Jump and land on your involved leg	☐ (4)	☐ (3)	☐ (2)	☐ (1)	☐ (0)
i. Stop and start quickly	☐ (4)	☐ (3)	☐ (2)	☐ (1)	☐ (0)

FUNCTION**10 - HOW WOULD YOU RATE THE FUNCTION OF YOUR KNEE ON A SCALE OF 0 TO 10 WITH 10 BEING NORMAL, EXCELLENT FUNCTION AND 0 BEING THE INABILITY TO PERFORM ANY OF YOUR USUAL DAILY ACTIVITIES WHICH MAY INCLUDE SPORTS?****Function prior to your knee injury:**

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Couldn't perform daily activities										No limitation in daily activities

Current function of your knee:

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Couldn't perform daily activities										No limitation in daily activities

**MORE INFORMATION**