

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA



**ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO NO DESEMPENHO EM PROVAS DE
POTÊNCIA E VELOCIDADE**

FÁBIO CARLOS LUCAS DE OLIVEIRA

COIMBRA

2011

FÁBIO CARLOS LUCAS DE OLIVEIRA

**ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO NO DESEMPENHO EM PROVAS DE
POTÊNCIA E VELOCIDADE**

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra com vista à obtenção do grau de Mestre em Biocinética.

Orientador: Dr. Luis Manuel Pinto Rama

COIMBRA

2011

Às minhas queridas mãe (*in memoriam*) e avó (*in memoriam*), pela humilde, porém honesta, criação e formação como homem, bem como pelos ensinamentos de atitudes positivas para ser um cidadão digno. À minha amável esposa que sempre esteve ao meu lado e muito tem se esforçado para estar longe de seus pais e irmãos para acompanhar o meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, nosso pai, Senhor de todo o universo, por iluminar o meu caminho, e pela oportunidade, fé, paciência, saúde e amizade que me tem proporcionado.

Ao Professor Doutor Luís Rama pela paciência, disponibilidade e orientação, além da confiança depositada em mim e no projeto.

Aos clubes e atletas que se disponibilizaram para participar do projeto de investigação.

Um agradecimento especial aos meus amigos, Luís Filipe Veiga, Márcio Carlos Kneipp, Nuno Álvaro Pereira e Victor Hugo Santos, que abdicaram de suas tarefas para contribuir, com seus esforços físicos e mentais, na produção deste material.

À Letícia Luna Trindade Mineiro (UNILASALLE, Canoas/RS, Brasil) pela cooperação na coleta de dados e mensuração dos atletas.

Finalmente, a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta investigação, em diversas áreas, como fotografia e filmagem, seleção da amostra, coleta de dados, transporte e montagem dos equipamentos, redação e revisão ortográfica.

“O meu avô disse-me uma vez que havia dois tipos de pessoas: as que fazem o trabalho e as que ficam com os louvores. Ele disse-me para tentar ficar no primeiro grupo, há menos concorrência.”

Indira Gandhi

RESUMO

O propósito deste estudo foi avaliar a influência das tarefas de alongamento estático ativo em provas de potência e velocidade como o “salto vertical com contra-movimento” (CMJ) e o “sprint de 20 metros”. A amostra foi composta por 22 atletas, do sexo masculino, praticantes de rugby7 e handebol, com média de idade $24 \pm 6,2$ anos. Os atletas foram, aleatoriamente, separados em dois grupos (A e B) e foram submetidos a dois protocolos diferentes. No primeiro dia, ambos os grupos foram submetidos às atividades de aquecimento ativo por 10 minutos e, na sequência, o grupo A executou as tarefas do protocolo 1 (cinco exercícios de alongamento estático ativo durante cinco minutos, CMJ e sprint de 20 metros), enquanto o grupo B cumpriu o protocolo 2 (somente CMJ e sprint de 20 metros). No segundo dia, o grupo B executou as tarefas do protocolo 1, enquanto o grupo A cumpriu o protocolo 2. Os resultados do Test T para medidas de amostras independentes não revelaram efeitos agudos no desempenho desportivo no CMJ e no sprint ($p > 0.05$). Não houve diferenças estatisticamente significativas na média de velocidade do sprint de 20 metros entre as condições “com alongamento estático ativo” e “sem alongamento” ($22,00 \pm 1,13\text{km/h}$; $21,91 \pm 1,20\text{km/h}$, respectivamente; $p=0.828$) e na média de altura atingida no CMJ ($35,71 \pm 6,20\text{cm}$; $36,12 \pm 6,08\text{cm}$, respectivamente; $p=0.788$). Conclui-se que o alongamento estático ativo não exerce influencia significativa sobre o desempenho desportivo, não proporcionando melhora ou redução no desempenho em provas de potência e velocidade.

PALAVRAS-CHAVE: Alongamento estático. Aquecimento. Potência. Sprint. Salto em contra-movimento.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the influence of the active static stretching on the sport performance in tests of power and speed as “countermovement jump” (CMJ) and the “20 meters sprint”. Twenty two males (24.0 ± 6.2 years old), competitors of rugby7 and handball, completed two data collection sessions. The athletes were, randomly, separated in two groups (A and B) and they were submitted to two different protocols. In the first day, both groups had initiated the experimental procedures being submitted to the active warm up activities for 10 minutes. Following, the Group A executed the tasks of protocol 1 (five active static stretching exercises during five minutes, CMJ and sprint of 20 meters), while the Group B fulfilled the protocol 2 (only CMJ and 20 meters sprint). In the second day, the Group B executed the tasks of the protocol 2 while the Group A fulfilled the protocol 1. The results of Independent-Samples T-Test do not revealed acute effects on the sports performance in the CMJ and sprint ($p > 0.05$). There were not significant differences statistically in the average of speed in the 20 meters sprint between the conditions “with active static stretching” and “without stretching” ($22,00 \pm 1,13\text{km/h}$; $21,91 \pm 1,20\text{km/h}$, respectively; $p=0.828$) and in the average of CMJ height ($35,71 \pm 6,20\text{cm}$; $36,12 \pm 6,08\text{cm}$, respectively, $p=0.788$). The active static stretching does not exert significant influences on the sport performance and does not provide improvement or reduction in the performance in power and speed activities.

KEYWORDS: Static stretching. Warm-up. Power. Sprint. Counter movement jump.

ÍNDICE GERAL

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE GRÁFICOS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE QUADROS	xiii
LISTA DE APÊNDICES	xiv
ABREVIATURAS	xv
Capítulo 1	16
INTRODUÇÃO	17
1.1. Relevância do Estudo	18
1.2. Objetivos do Estudo	19
1.3. Referências	21
Capítulo 2	23
REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1. Aquecimento, Alongamento e Desempenho Desportivo	26
2.1.1. Tipos de Aquecimento	35
2.1.2. Efeitos do Aquecimento no Exercício	36
2.1.3. Tipos de Alongamento	39
2.1.4. Utilização do Alongamento Estático	39
2.1.5. Efeitos do Alongamento no Exercício	47
2.1.6. Fatores explicativos da influência do aquecimento na elevação da flexibilidade	52
2.1.6.1. Redução da viscosidade	52
2.1.6.2. Maior distribuição de oxigênio das hemoglobinas e mioglobinas	53
2.1.6.3. Aceleração das reações metabólicas	53
2.1.6.4. Aumento da taxa de condução nervosa	54
2.1.6.5. Aumento da tensão termorreguladora	54
2.1.6.6. Aumento do fluxo sanguíneo para os músculos	55
2.1.7. Força, Potência e Desempenho	55
2.1.8. Mecanismos de Redução do Desempenho	60

2.2. Alongamento e Prevenção de Lesões	63
2.3. Tarefas de Potência Muscular – Salto Agachado (SJ), Salto Contra-Movimento (CMJ), e de Velocidade Cíclica “Sprint” de 20 metros, monitorização dos efeitos agudos do aquecimento e dos alongamentos	67
2.4. Conclusão	74
2.5. Referências	75
Capítulo 3	81
ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO NO DESEMPENHO EM PROVAS DE POTÊNCIA E VELOCIDADE	82
Resumo	83
Abstract	84
Introdução	85
Materiais e Métodos	86
Amostra	86
Critérios de Inclusão	88
Análise Estatística	88
Critérios de Execução dos protocolos de avaliação da potência muscular dos membros inferiores e de velocidade cíclica	89
Instrumentação Geral e Equipamentos	90
Procedimentos Experimentais	92
Controlo de Qualidade dos Dados	96
Resultados	98
Discussão	100
Desempenho no Salto Vertical em Contra-Movimento (CMJ)	101
Desempenho no Sprint de 20 metros	103
Capítulo 4	105
CONCLUSÕES	106
4.1. Limitação do Estudo	106
4.2. Recomendações	107
Capítulo 5	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
Apêndices	114

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplificação do salto vertical com contra-movimento (CMJ).	89
Figura 2. Salto em Contra-Movimento (CMJ) com Plataforma Ergojump.	95
Figura 3. Representação esquemática da colocação das células fotoelétricas para a realização do protocolo de Sprint de 20 metros.	95
Figura 4. Posicionamento real das células fotoelétricas (Sprint 20 metros).	96
Figura 5. Procedimentos experimentais para a primeira sessão.	96
Figura 6. Procedimentos experimentais para a segunda sessão.	96

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Valores médios e desvio padrão dos resultados dos protocolos de potência (CMJ).	98
Gráfico 2. Valores médios e desvio padrão dos resultados do protocolo de velocidade (Sprint 20m).	98

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Valores de média e desvio padrão das características cineantropométricas: idade (anos), estatura (cm), massa corporal (Kg) e IMC (%) da amostra. 86
- Tabela 2.** Valores médios e desvio padrão dos resultados dos protocolos de salto com contra movimento (CMJ), e da velocidade no protocolo de sprint (20 metros). 98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Possíveis efeitos do aquecimento.	38
Quadro 2. Investigações sobre os efeitos do alongamento estático sobre o desempenho (força, torque e potência).	57
Quadro 3. Investigações sobre os efeitos do alongamento estático sobre o desempenho (salto vertical e sprint).	58
Quadro 4. Características cineantropométricas individuais: idade (anos), estatura (cm), massa corporal (Kg) e IMC (%) da amostra.	87
Quadro 5. Instrumentos utilizados no procedimento experimental.	91
Quadro 6. Estrutura do Aquecimento utilizado no presente estudo.	93
Quadro 7. Exercícios de Alongamento Estático-Ativo aplicados no presente estudo.	94
Quadro 8. Protocolos aplicados na investigação.	94

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A. Ficha de dados biográficos e caracterização antropométrica.	114
Apêndice B. Coleta de dados do salto vertical em contra-movimento.	115
Apêndice C. Coleta de dados do sprint de 20 metros.	116
Apêndice D. Aprovação do projeto de pesquisa.	117
Apêndice E. Apresentação do projeto.	118
Apêndice F. Termo de consentimento.	119
Apêndice G. Output dos dados estatísticos.	120

ABREVIATURAS

\pm : mais ou menos

%: percentagem

ACSM: American College of Sports Medicine

ADM: amplitude de movimento

cm: centímetro

CMJ: Salto vertical com contra-movimento (em inglês, counter movement jump).

DJ: *drop jump*.

IMC: índice de massa corporal

FNM: fuso neuromuscular

Kg: quilogramas

Km/h: quilômetros por hora

M \pm DP: média e desvio padrão

M: metro(s)

min: minuto(s)

m/s: metros por segundo

m: metros

MMII: músculos dos membros inferiores

n: número de sujeitos

PNF: facilitação neuromuscular proprioceptiva

p: significância

s: segundos

SJ: salto agachado (em inglês, squat jump).

VO₂: consumo de oxigênio

VO_{2max}: consumo máximo de oxigênio

UM: unidade motora

UMT: unidade músculo tendínea ou unidade músculo-tendão ou unidade miotendínea.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas as técnicas de aquecimento e alongamento têm atraído as atenções de muitos estudiosos e investigadores do desporto procurando tornar claro o efeito destas estratégias na facilitação e melhoria do desempenho desportivo. No entanto os efeitos decorrentes da utilização do alongamento estático permanecem extremamente controversos (Rubini, Costa & Gomes, 2007). Na verdade, um substancial número de estudos focados nos efeitos agudos dos diferentes tipos de alongamentos na qualidade do desempenho desportivo, tem sido insuficientes para estabelecer normas indiscutíveis a adotar na preparação de atletas.

É geralmente bem aceite pela comunidade desportiva a utilização de rotinas de aquecimento, incluindo a realização de alongamentos, antes das sessões de treino (Bishop, 2003a; Young, Elias & Power, 2006) e competições (Young *et al.*, 2006; Morse, Degens, Seynnes, Maganaris & Jones, 2008; Young & Elliott, 2001; Cornwell, Nelson, Heise & Sidaway, 2001) com a intenção de reduzir o risco de lesão e melhora do desempenho do atleta (Kovacs, 2006a, Morse *et al.*, 2008; Young & Elliot, 2001; Cornwell *et al.*, 2001), além de serem consideradas essenciais para manter e melhorar a flexibilidade através do aumento da amplitude de movimento (ADM) articular (Marek *et al.*, 2005). Entretanto, observa-se que os efeitos do alongamento estático sobre o desempenho desportivo permanecem contraditórios.

A prática corrente utiliza o aquecimento e o alongamento como tarefas essenciais para manter e melhorar o desempenho competitivo bem como uma tentativa de corresponder à necessidade de melhorar a qualidade física de flexibilidade. Como as atividades físicas desportivas, em geral, requerem movimentos multiarticulares, torna-se crucial que a função musculoesquelética não apresente qualquer constrangimento, principalmente, relacionados com a mobilidade insuficiente, utilizando estas tarefas também como preventoras de lesões.

O alongamento estático é a técnica mais comum utilizada aplicada nos aquecimentos pré-exercícios. Tal popularidade se dá devido a sua facilidade de aprendizagem e eficácia (American College of Sports Medicine [ACSM], 2009) e por ser pensado, de uma forma geral, que este é menos provável provocar danos musculares (Beedle & Mann, 2007).

Alguma investigação tem demonstrado que o alongamento estático pode melhorar o desempenho muscular (Morse *et al.*, 2008), levando à necessidade de reavaliação dos protocolos de aquecimentos utilizados até o momento. Por outro lado, muitos pesquisadores garantem que o alongamento não exerce qualquer influência no desempenho desportivo pelo que, embora não tragam benefícios, podem ser executados sem qualquer tipo de receio. Não obstante, é igualmente possível encontrar na literatura autores que afirmam que o alongamento pré-exercício influencia negativamente o rendimento dos atletas, nomeadamente no tempo de reação e equilíbrio (Behm, Bambury, Cahill, & Power, 2004), na produção de força (Behm *et al.*, 2004; Church, Wiggins, Moode, & Crist, 2001; Cornwell *et al.*, 2001; Cramer *et al.*, 2004; Cramer *et al.*, 2005; Marek *et al.*, 2005; Power, Behm, Cahill, Carroll, & Young, 2004; Fowles, Sale, & MacDougall, 2000), na altura atingida no salto vertical (Behm *et al.*, 2006; Young & Behm, 2003) e no desempenho no sprint (Little & Williams, 2006; Fletcher & Jones, 2004; Nelson, Driscoll, Landin, Young, & Schexnayder, 2005b) devendo, portanto, ser retirado do programa de aquecimento que antecede uma sessão de treino ou competição (Nelson, Allen, Cornwell, & Kokkonen, 2001; Cornwell *et al.*, 2001).

Até ao presente, o contraditório mantém-se, sendo inúmeras as divergências (Rubini *et al.*, 2007), principalmente sobre como e quando alongar, e, não obstante, se o alongamento proporciona benefícios ao rendimento atlético ou se é, simplesmente, uma tradição carecendo de comprovação científica.

Assim sendo, encoraja-se a investigação dos benefícios ou malefícios que as tarefas de alongamento, incluídas nas rotinas de aquecimento, podem exercer sobre o desempenho atlético em modalidades específicas.

1.1. Relevância do Estudo

Os efeitos do alongamento estático sobre o desempenho desportivo permanecem sem evidência científica clara (Bishop, 2003a; Rubini *et al.*, 2007), no que se refere à força, potência e velocidade, nomeadamente em atividades como o salto vertical em contra-movimento (CMJ) e o sprint.

A força, no sentido muscular, pode ser definida como o máximo de força ou tensão produzida em uma contração voluntária máxima, relativamente baixa

contração isocinética ou o levantamento de peso máximo em um teste máximo de uma repetição (Young & Behm, 2002).

São consideradas atividades de potência quaisquer movimentos que requeira quantidades significantes de ambas, força e velocidade, como em um salto vertical (Young & Behm, 2002).

O salto vertical é de considerável importância em vários eventos esportivos, de modo que treinadores e especialistas do esporte têm aplicado vários métodos na tentativa de melhorar esta habilidade (Bobbert, Gerritsen, Litjens, & Van Soest, 1996).

Enquanto o salto vertical é considerado um bom índice de avaliação de potência para os membros inferiores (Church *et al.*, 2001), a corrida de velocidade “sprint” é utilizada como forma de avaliação da habilidade atlética do indivíduo para a realização de tarefas neste domínio. Além disso, permite a monitorização de alterações no estado de treino, sendo considerada uma componente chave de muitas modalidades desportivas (Hopker, Coleman, Wiles, & Galbraith, 2009). A distância de corrida de 20 metros é considerada como típica nas equipas desportivas (Hopker *et al.*, 2009).

Muito tem se especulado acerca dos mecanismos que possam explicar os efeitos no desempenho desportivo causados pelo alongamento, assim como os fatores que podem influenciar os resultados em provas de potência e velocidade.

A questão que deve ser colocada é se os efeitos do treino de flexibilidade, mais propriamente do alongamento estático ativo, gera efeitos agudos benéficos maiores do que os efeitos produzidos por outros componentes do aquecimento.

Com base no supracitado, justifica-se uma investigação que contribua para o conhecimento sobre o efeito da inclusão de tarefas de alongamento estático ativo como parte da rotina de aquecimento prévio à realização de provas máximas de potência e velocidade, procurando favorecer a adoção de estratégias comprovadamente mais eficazes na preparação directa para o alto rendimento desportivo.

1.2. Objetivos do Estudo

O presente estudo tem o propósito de avaliar a influência do alongamento estático ativo, executado antes das atividades físicas, através da identificação de

seus efeitos agudos sobre o desempenho desportivo, em provas de potência e velocidade (“*CMJ*” e “*sprint de 20m*”).

1.3. Referências

- American College of Sports Medicine. (2009). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 8ª edição, Philadelphia/Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Beedle, B. B., & Mann, C. L. (2007). A comparison of two warm-ups on joint range of motion. *J Strength Cond Res*, 21(3), 776-779.
- Behm, D. G., Bambury, A., Cahill, F., & Power, K. (2004). Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Med Sci Sports Exerc*, 36(8), 1397-1402.
- Behm, D. G., Bradbury, E. E., Haynes, A. T., Hooder, J. N., Leonard, A. M., & Paddock, N. R. (2006). Flexibility is not related to stretch-induced deficits in force or power. *J Sports Sci Med*, 5(1), 33-42.
- Bishop, D. (2003). Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med*, 33(6), 439-454.
- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc*, 28(11), 1402-1412.
- Church, J. B., Wiggins, M. S., Moode, F. M., & Crist, R. (2001). Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*, 15(3), 332-336.
- Cornwell, A., Nelson, A. G., Heise, G. D., & Sidaway, B. (2001). The acute effects of passive muscle stretching on vertical jump performance. *J Hum Mov Stud*, 40, 307-324.
- Cramer, J. T., Housh, T. J., Johnson, G. O., Miller, J. M., Coburn, J. W., & Beck, T. W. (2004). Acute effects of static stretching on peak torque in women. *J Strength Cond Res*, 18(2), 236-241.
- Cramer, J. T., Housh, T. J., Weir, J. P., Johnson, G. O., Coburn, J. W., & Beck, T. W. (2005). The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *Eur J Appl Physiol*, 93(5-6), 530-539.
- Fletcher, I. M., & Jones, B. (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *J Strength Cond Res*, 18(4), 885-888.
- Fowles, J. R., Sale, D. G., & MacDougall, J. D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol*, 89(3), 1179-1188.
- Hopker, J. G., Coleman, D. A., Willes, J. D., & Galbraith, A. (2009). Familiarisation and reliability of sprint test indices during laboratory and field assessment. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(4), 528-532.

- Kovacs, M. S. (2006). Is static stretching for tennis beneficial? A brief review. *Med Sci Tennis*, 11(2), 14-16.
- Little, T., & Williams, A. G. (2006). Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 20(1), 203-207.
- Marek, S. M., Cramer, J. T., Fincher, A. L., Massey, L. L., Dangelmaier, S. M., Purkayastha, S., & Culbertson, J. Y. (2005). Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Strength and Power Output. *J Athl Train*, 40(2), 94-103.
- Morse, C. I., Degens, H., Seynnes, O. R., Maganaris, C. N., & Jones, D. A. (2008). The acute effect of stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit. *J Physiol*, 586(1), 97-106.
- Nelson, A. G., Allen, J. D., Cornwell, A., & Kokkonen, J. (2001). Inhibition of maximal voluntary isometric torque production by acute stretching is joint-angle specific. *Res Q Exerc Sport*, 72(1), 68-70.
- Nelson, A. G., Driscoll, N. M., Landin, D. K., Young, M. A., & Schexnayder, I. C. (2005). Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *J Sports Sci*, 23(5), 449-454.
- Power, K., Behm, D., Cahill, F., Carroll, M., & Young, W. (2004). An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Med Sci Sports Exerc*, 36(8), 1389-1396.
- Rubini, E. C., Costa, A. L., & Gomes, P. S. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Med*, 37(3), 213-224.
- Young, W., & Behm, D. (2002). Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities? *National Strength & Conditioning Association*, 24(6), 33-37.
- Young, W., Elias, G., & Power, J. (2006). Effects of static stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion. *J Sports Med Phys Fitness*, 46(3), 403-411.
- Young, W., & Elliott, S. (2001). Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Res Q Exerc Sport*, 72(3), 273-279.
- Young, W. B., & Behm, D. G. (2003). Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J Sports Med Phys Fitness*, 43(1), 21-27.

CAPÍTULO 2

2. REVISÃO DE LITERATURA

A preparação de um desenho de aquecimento adequado para a sua equipe é um item extremamente importante para os treinadores e técnicos (Young, 2007). A estrutura do aquecimento depende de muitos fatores incluindo as tarefas a serem realizadas, as capacidades físicas de cada atleta e as condições ambientais (Bishop, 2003b).

O alongamento antes das atividades físicas é uma parte integral da rotina de aquecimento de muitos atletas (Young & Elliott, 2001; Morse *et al.*, 2008; Cornwell *et al.*, 2001; Young, 2007).

Para alguns autores, o alongamento muscular é utilizado pelos atletas com o intuito de aumentar a flexibilidade muscular (Marek *et al.*, 2005; O'Sullivan, Murray & Sainsbury, 2009; McMillian, Moore, Hatler & Taylor, 2006) e ADM articular (Taylor, Sheppard, Lee & Plummer, 2009; Morse *et al.* 2008; Young & Behm, 2002; Behm *et al.*, 2004; Young *et al.*, 2006; Marek *et al.*, 2005), induzir um relaxamento muscular e, conseqüentemente, diminuir a rigidez do sistema músculo tendíneo (Marek *et al.*, 2005; Behm *et al.*, 2004; Young & Behm, 2002), além de prevenir a ocorrência de lesões e, ocasionalmente, melhorar o desempenho desportivo (Marek *et al.*, 2005; O'Sullivan *et al.*, 2009; McMillian *et al.*, 2006; Morse *et al.* 2008; Kovacs, 2006b; Cornwell *et al.*, 2001; Behm *et al.*, 2004) e, sobretudo a aptidão física (Spernoga, Uhl, Arnold, Gansneder, 2001).

A realização de tarefas de aquecimento antes de uma competição ou treino visa preparar os atletas, fisiologicamente e mentalmente (Safran, Garrett Jr., Seaber, Glisson & Ribbeck, 1988; Young & Behm, 2002), para o desempenho desportivo (Taylor *et al.*, 2009) de modo que a musculatura alcance um ponto em que o trabalho muscular se torna mais efetivo e a redistribuição do sangue e irrigação muscular são favorecidas, garantindo o suprimento de oxigênio a toda musculatura. Desta forma, especula-se que o aquecimento contribui para a prevenção de lesões (Cone, 2007), assim como o treino da flexibilidade pode ser referido como uma estratégia de redução dos riscos de lesões durante as atividades físicas.

A flexibilidade tem grande importância na prevenção de lesões e reabilitação (Spernoga *et al.*, 2001), além de ser um aspecto da aptidão física, podendo ser aumentada ou mantida pelo alongamento (Beedle & Mann, 2007) tendo sido definida por Sands, McNeal, Stone, Haff & Kinser (2008) como a ADM em uma articulação ou em uma série de articulações relacionadas.

Uma articulação com ADM limitada, assim como um músculo enfraquecido, pode reduzir o desempenho e aumentar o risco de lesões (Kovacs, 2006b).

Está cada vez mais evidente que, apesar da falta de evidências que suportem os benefícios do alongamento em prevenir lesões, o alongamento continua a ser ubíquo no mundo do desporto e amplamente recomendado por especialistas da área da medicina desportiva (Brandenburg, Pitney, Luebbers, Veera & Czajka, 2007; Church *et al.*, 2001; Decoster, 2009; Kovacs, 2006a; McHugh & Cosgrave, 2010; Pearce, Kidgell, Zois & Carlson, 2009). Além disso, não há evidências científicas que comprovem os efeitos positivos do aquecimento e do alongamento sobre o desempenho desportivo (Behm *et al.*, 2004; Kovacs, 2006b; Taylor *et al.*, 2009).

Algumas literaturas chegam, até mesmo, a indicar que o alongamento estático pode exercer influência negativa significativa na capacidade de produção de potência (ACSM, 2009; Cornwell *et al.*, 2001; Young & Behm, 2003), produção de força (ACSM, 2009; Behm *et al.* 2004; Behm *et al.*, 2006; Church *et al.* 2001; Cornwell *et al.*, 2001; Cramer *et al.*, 2004; Cramer *et al.*, 2005; Kokkonen, Nelson & Cornwell, 1998; Marek *et al.*, 2005; Nelson, Kokkonen & Arnall, 2005a; Power *et al.*, 2004), variável de 5 a 30% (Fowles *et al.*, 2000), no tempo de reação e equilíbrio (Behm *et al.*, 2004), na altura atingida no salto vertical (Behm *et al.*, 2006; Young & Behm, 2003), no tempo ou velocidade do sprint (Fletcher & Annes, 2007; Fletcher & Jones, 2004; Little & Williams, 2006) e, sobretudo no rendimento dos atletas, devendo, portanto, ser retirado do programa de aquecimento que antecede uma sessão de treino ou competição (Cornwell *et al.*, 2001; Nelson, Guillory, Cornwell & Kokkonen, 2001).

Na tentativa de entender e elucidar os verdadeiros efeitos do alongamento estático sobre o desempenho, investigações têm comparado um protocolo de alongamento em conjunto com aquecimento com outro protocolo de alongamento sem aquecimento prévio (Young, 2007). Entretanto, este método não isola os efeitos do alongamento estático (Young, 2007). Além disso, muitas vezes a forma como a pesquisa é desenvolvida é incompatível com a realidade da preparação e tarefas de aquecimentos e alongamentos estáticos aplicados pelos atletas.

Para eliminar este fator que pode introduzir confusão nos resultados da pesquisa, Young (2007) sugere que os investigadores explorem cada vez mais os protocolos de aquecimentos específicos que possam influenciar o desempenho em

cada modalidade, além de individualizá-los e aperfeiçoá-los de acordo com nível de habilidade e condicionamento físico de cada atleta.

Para analisar os reais efeitos agudos do alongamento, é necessária a otimização de uma carga de treino adaptada à realidade da modalidade desportiva, o emprego de técnicas de alongamentos que estimulem a ativação muscular e a avaliação de variáveis que afetem a função muscular e reflitam modificações importantes para o rendimento (Young, 2007).

2.1. Aquecimento, Alongamento e Desempenho Desportivo

O aquecimento é uma prática amplamente aceita como precedente a qualquer evento atlético (Bishop, 2003b) e é definido como uma atividade muscular que proporciona aumento da temperatura muscular e interna, tendo como principais funções a melhoria da dinâmica muscular, bem como a preparação corporal para as demandas das atividades físicas (Reisman, Walsh & Proske, 2005; Woods, Bishop & Jones, 2007). Estes aumentos proporcionam um aumento também na função neuromuscular (Safran *et al.*, 1988; Young & Behm, 2002).

O termo “aquecimento” significa aumento da temperatura corporal e mais especificamente, a temperatura dos músculos exercitados (Reisman, Allen & Proske, 2009).

Grande maioria dos indivíduos desportistas executa tarefas de aquecimento antes de realizar qualquer exercício físico, com a ideia de preparar a musculatura para o período de atividade através da elevação da temperatura (Reisman *et al.*, 2005), reduzir o risco de lesão e elevar o desempenho (Cornwell *et al.*, 2001; Kovacs, 2006a; Kovacs, 2006b; Young & Elliot, 2001).

Esta visão conceptual tem origem no processo de formação desportiva de cada atleta, onde os seus formadores evidenciam a importância dos alongamentos e aquecimentos adequados pré-competição.

Enquanto o aquecimento é considerado essencial para um excelente desempenho, ha uma escassez de evidências científicas que suportam a efetividade do mesmo em várias situações (Bishop, 2003b), como o desempenho desportivo (Taylor *et al.*, 2009).

No aspecto fisiológico, o propósito de um aquecimento deve ser proporcionar um aumento na temperatura sem gerar uma significativa queda na disponibilidade de

fosfato de alta-energia. As alterações na temperatura muscular parecem estar diretamente relacionadas à intensidade do exercício (Bishop, 2003b).

Da mesma forma, é suposto que os benefícios proporcionados pelo aquecimento estejam diretamente relacionados ao aumento da temperatura muscular, metabolismo energético mais acentuado, débito cardíaco, fluxo sanguíneo e elasticidade tecidual aumentado e, finalmente, facilitação no recrutamento de unidades motoras e sistema nervoso central com respostas mais rápidas aos estímulos. O American College of Sports Medicine (ACSM) descreve que um dos principais objetivos do aquecimento é a elevação da taxa metabólica de repouso (1 MET) para suprir as demandas do treino.

Durante o aquecimento, o alongamento normalmente segue um tipo de atividade cardiorrespiratória (Beedle & Mann, 2007) e a duração e a intensidade do aquecimento deve variar de acordo com o condicionamento físico de cada indivíduo (Woods *et al.*, 2007), uma vez que o tempo e as reações metabólicas necessárias para alcançar a mesma elevação na temperatura muscular são diferentes. Isto significa que o atleta pobremente condicionado requer uma menor intensidade no aquecimento para alcançar as alterações metabólicas suficientes para elevação da temperatura muscular. Entretanto, levará menos tempo para atingir tal elevação na temperatura do que um atleta bem condicionado. Desta forma, pode apresentar mais frequentemente, uma queda na taxa de fosfato de alta-energia disponível.

Já os atletas bem condicionados, devido a um sistema termorregulador mais eficiente, podem requerer um aquecimento mais longo ou mais intenso para aumentar suficientemente a temperatura muscular e a temperatura interna (Bishop, 2003b).

Bishop (2003a) preconiza que a intensidade do aquecimento que proporcione consumo de oxigênio máximo (VO_{2max}) acima de 60%, reduz a concentração de fosfato de alta-energia.

A intensidade considerada ideal é aquela em que o VO_{2max} entre 40 e 60% seja suficiente para alcançar elevação na temperatura do núcleo corporal e muscular (Woods *et al.*, 2007) e, conseqüentemente, limitando a perda de fosfato de alta-energia. Assim sendo, um aquecimento de baixa intensidade não tem sido mostrado aumentar o desempenho a curto-prazo (Bishop, 2003b).

Verifica-se que um aquecimento de alta intensidade causa um aumento maior na temperatura muscular, o aumento da intensidade da carga de trabalho acima de 60% VO_{2max} aumenta a depleção da concentração de fosfato de alta-energia.

O intervalo de recuperação após o aquecimento também pode afetar o desempenho. Enquanto a intensidade do aquecimento e a duração são importantes, para aumentar o desempenho a prazo intermediário e a longo-prazo, é também importante que o período de recuperação permita recuperação suficiente em tempo menor que cinco minutos (Bishop, 2003b).

Com o início do exercício a temperatura muscular aumenta rapidamente dentro dos primeiros 3-5 minutos e alcança um plateau relativo após 10-20 minutos de exercício (Bishop, 2003b). Behm *et al.* (2004) concluíram, em seu estudo, que um aquecimento constituído por atividades gerais e específicas à modalidade desportiva pode melhorar o desempenho, mesmo após 20 minutos de recuperação.

Um intervalo de recuperação de mais do que 5 minutos, porém menor do que 15-20 minutos pode proporcionar maiores efeitos ergogênicos sobre desempenho a curto-prazo (Bishop, 2003b). Quando não há um período de intervalo após o aquecimento sugere-se que a intensidade do aquecimento entre 40-60% VO_2 seja suficiente para aumentar a temperatura muscular, limitar a degradação de alta-energia de fosfato e aumentar o desempenho a curto-prazo (Bishop, 2003a).

Em situações em que instrumentos de medidas estejam indisponíveis para mensurar o nível da temperatura ou o VO_{2max} , pode-se considerar que, em condições climatéricas normais, em um ambiente iluminado e com transpiração suave sejam indicadores fiáveis de um adequado aumento na temperatura muscular, mesmo na ausência de fadiga (Bishop, 2003a).

Dependendo da intensidade e duração do aquecimento, o desempenho a curto-prazo pode ser aumentado se o intervalo de recuperação permitir armazenamento de fosfocreatina para ser restaurado significativamente (Bishop, 2003a).

Para maximizar o desempenho a curto-prazo é importante que a duração do mesmo seja suficiente para maximizar o aumento na temperatura muscular, causando, simultaneamente o mínimo de fadiga (Bishop, 2003a).

O aquecimento apresenta alguns benefícios, como o aumento na velocidade e na força das contrações musculares por acelerar os processos metabólicos e reduzir a viscosidade interna, que resulta em contrações suaves (Woods *et al.*,

2007). Parece, igualmente, proporcionar um mecanismo protetor ao músculo evitando que o estiramento e as forças aplicadas conduzam a um rompimento no músculo aquecido (Safran *et al.*, 1988).

O desenvolvimento de contrações de alta intensidade é também considerado uma estratégia válida para aumentar a excitabilidade da UM e elevar a produção de força sendo, frequentemente, utilizado pelos atletas em um aquecimento pré-competição (Young & Elliott, 2001).

McMillian *et al.* (2006), em um de seus estudos, não efetuaram medidas sobre a ativação neural e, por este motivo, apenas especularam uma possível teoria pelo qual o alongamento pré-exercício poderia diminuir o desempenho. Esta teoria está relacionada com a redução da ativação neural como um modo pelo qual os alongamentos repetidos reduzem o número de unidades motoras disponíveis para contração (Behm *et al.*, 2001; Fowles *et al.*, 2000; Kokkonen *et al.*, 1998; McMillian *et al.*, 2006). Os autores presumem que, se o aquecimento com alongamento estático reduz a ativação neural, o desempenho de tarefas de potência e agilidade pode ser também diminuído (McMillian *et al.*, 2006).

Teoricamente, as atividades de aquecimento que realçam a ativação neural proporcionam uma melhor preparação para os músculos absorverem cargas que, por sua vez, podem ser transmitidos para outras estruturas, como ligamentos, tendões e músculos cito-esqueléticos (McMillian *et al.*, 2006).

Esta teoria é suportada pelo conceito de que os músculos em atividades absorvem mais energia do que os músculos em repouso (McMillian *et al.*, 2006).

Entende-se por alongamento o aumento das fibras musculares gerados por atividades que promovem o estiramento máximo de seus componentes, alcançando uma ADM máxima em um movimento em que o músculo está diretamente envolvido.

Este estiramento cobre a amplitude fisiológica total e é preparado para parecer o alongamento que os atletas normalmente utilizam (Reisman *et al.*, 2005) durante as atividades de treino ou competição.

O alongamento e o aquecimento são frequentemente utilizados pelos atletas como exercícios de preparação desportiva de uma forma geral.

Várias técnicas de alongamento são comumente incluídas no aquecimento com o intuito de reduzir a rigidez muscular (Behm *et al.*, 2004; Marek *et al.*, 2005; Young & Elliott, 2001) e aumentar a flexibilidade (Marek *et al.*, 2005; Morse *et al.*, 2008), que, por sua vez, é mais comumente definida como a ADM articular máxima

que cruza uma articulação apenas ou uma série de articulações (Magnusson *et al.*, 2000; Sands *et al.*, 2008).

A flexibilidade do tecido conectivo tem dois componentes para o estado “alongado”: a) elástico e b) plástico (Woods *et al.*, 2007).

A quantidade de alongamento plástico determina a quantidade de alongamento permanente do tecido conectivo.

Um tecido conectivo mais complacente pode reduzir a sensibilidade dos fusos musculares e reduzir a velocidade de ativação muscular. Estes efeitos podem ser importantes para a consideração de redução de força relatadas em provas de sprint após exercícios de alongamento (Morse *et al.*, 2008; Nelson *et al.*, 2005a).

Também é relatado que o maior comprimento efetivo para o tecido conectivo ocorre quando uma menor força por mais tempo é aplicada ao tecido com uma temperatura elevada (Woods *et al.*, 2007).

A flexibilidade e a ADM aumentada, resultantes da redução da rigidez muscular após uma sessão de alongamento, seriam claramente benéficas aos atletas de modalidades em que o alongamento seja essencial (Morse *et al.*, 2008). No entanto, alguns estudos têm mostrado que o aumento da flexibilidade pode ser atribuído à elevação da temperatura muscular e não à diminuição da rigidez muscular (Church *et al.*, 2001; Safran *et al.*, 1988).

Spernoga *et al.* (2001) submetem 30 cadetes militares, com flexibilidade limitada para os isquiotibiais, a seis aquecimentos ativos de extensão de joelho, com a última repetição servindo como medida pré-alongamento. Adicionalmente, apenas o grupo experimental recebeu cinco alongamentos modificados (sem rotação) alonga-relaxa, enquanto o grupo controle permaneceu em repouso. Seus achados sugerem que uma sequência de cinco alongamentos modificados produziu aumento significativo na flexibilidade dos isquiotibiais.

Apesar de, na literatura atual, ser possível encontrar vários estudos que verificaram que uma sessão de alongamento diminui o desempenho de forma aguda (Fowles *et al.*, 2000; Church *et al.*, 2001; O’Sullivan, 2009; McMillian *et al.*, 2006; Kokkonen *et al.*, 1998; Cornwell *et al.*, 2001; Cornwell, Nelson & Sidaway, 2002; Knudson, Bennett, Corn, Leick & Smith, 2001; Evetovich, Nauman, Conley, Todd, 2003; Young & Elliot, 2001; Young & Behm, 2003; Behm, Button & Butt, 2001; Behm *et al.*, 2004; Nelson *et al.*, 2001a; Nelson *et al.*, 2001b; Nelson *et al.*, 2005a; Cramer *et al.*, 2005; Cramer *et al.*, 2004; Little & Williams, 2006; Power *et al.*, 2004; Taylor *et*

al., 2009; Behm & Chaouachi, 2011; Vetter, 2007), é também sugerido por algumas literaturas que o alongamento estático seja mais efetivo do que o alongamento dinâmico no que se refere ao aumento da flexibilidade em indivíduos não lesionados (O'Sullivan *et al.*, 2009; de Weijer, Gorniak & Shamus, 2003). Church *et al.* (2001) afirmam que a filosofia de que “mais é melhor” com relação à flexibilidade, pode ser prejudicial para o desempenho desportivo em provas de potência (Church *et al.*, 2001).

O alongamento, incluído nas tarefas de aquecimento, é conhecido por causar um aumento agudo na ADM (Taylor *et al.*, 2009), a qual pode ser devido a um aumento na tolerância ao alongamento.

Decoster (2009) verificou evidências relacionadas ao uso do alongamento dos isquiotibiais para aumentar a ADM e faz referências ao estudo de Prentice (1983) que encontrou ganhos de 9° e o estudo de Worrel, Smith & Winegardner (1994), que verificaram ganhos de 8° (Decoster, 2009).

Church *et al.* (2001) sugerem que não sejam realizados exercícios para elevar a flexibilidade, como um alongamento estático intenso, antes das sessões de treino ou competição, mas sim após, de forma que a flexibilidade possa se elevar sem comprometer o desempenho do atleta (Church *et al.*, 2001).

Behm & Chaouachi (2011), em revisão recente, afirmam que o alongamento não deve ser realizado antes de atividades reativas, explosivas, de alta velocidade ou de força (Behm & Chaouachi, 2011).

Shrier (2004) fez uma revisão de literatura, crítica e sistemática, na tentativa de avaliar as evidências científicas clínicas e básicas a cerca da hipótese de que o alongamento melhora o desempenho Shrier (2004). O autor conclui que uma série de alongamentos não melhora a força ou a altura do salto de imediato e os resultados para a velocidade são extremamente contraditórios (Shrier, 2004).

Dado a ubiquidade do alongamento estático nas atividades de aquecimento, McMillian *et al.* (2006) realizaram um estudo com o objetivo de comparar o efeito do aquecimento dinâmico com o alongamento estático sobre medidas específicas de potência e agilidade, através da avaliação do desempenho de 30 cadetes militares, em três testes de potência e agilidade, em três protocolos pré-exercícios (sem aquecimento, aquecimento estático e aquecimento dinâmico) com duração de 10 minutos.

Os resultados não mostraram diferenças significantes entre o aquecimento dinâmico e o aquecimento com alongamento estático em dois testes (arremesso de medicine ball e corrida t-shuttle), entretanto o aquecimento com alongamento estático proporcionou melhores valores na tarefa salto em 5-passos (McMillian *et al.*, 2006). Embora os exercícios de aquecimento com alongamento estático tenha sido mostrado diminuir a potência em tarefas de uma repetição máxima (Kokkonen *et al.*, 1998; Young & Behm, 2003), ficou evidente, neste estudo, que o grupo que realizou alongamento estático não apresentou valores significativamente diferentes do grupo controle (sem alongamento) em uma prova de potência (arremesso de medicine ball), mas, em contrapartida, verificaram melhoramentos significativos sobre o grupo controle em uma tarefa de agilidade (corrida t-shuttle).

Esses resultados mostram-se consistentes com a revisão de literatura efetuada por Bishop (2003a). Ambas as literaturas indicam que um aquecimento composto por exercícios ativos, de intensidade moderada, aumenta o desempenho em curto prazo sobre uma variedade de tarefas (Taylor *et al.*, 2009) sem indução de fadiga.

Uma dificuldade na interpretação da literatura é o déficit de controle de comunicação sobre o volume e a intensidade das várias sessões de alongamento utilizadas (Young, 2007).

Indubitavelmente, a intensidade do alongamento é uma das variáveis fundamentais ao exercício e que também pode influenciar as respostas agudas induzidas pelo alongamento estático (Young, 2007; Young *et al.*, 2006, Pearce *et al.*, 2009). Isto se refere há quanto tempo o músculo estará alongado a uma determinada taxa de força (Young, 2007; Young *et al.*, 2006).

A intensidade e o volume das tarefas pré-treino/competição são variáveis essenciais para a análise do desempenho em provas de força e potência, uma vez que a intensidade de esforço pode proporcionar fadiga e, posteriormente, queda no desempenho.

O volume se refere ao tempo total que o músculo está em estiramento, considerando toda a duração e número de repetições dos alongamentos (Young *et al.*, 2006; Gurjão *et al.*, 2010). O tempo total pelo qual um músculo é submetido a um alongamento é uma importante variável (Gurjão, Carneiro, Gonçalves, Moura & Gobbi, 2010) por ter sido demonstrado que períodos maiores de aplicação do alongamento podem induzir a prejuízos de maiores magnitudes ao desempenho do

que alongamentos de duração menor (Young, 2007; Young *et al.*, 2006). Apesar disto, a alteração na força muscular com base no padrão temporal não tem sido investigado sistematicamente (Gurjão *et al.*, 2010).

Behm & Chaouachi (2011) consideram que os alongamentos com duração total menor do que 30s por musculatura tendem a não influenciar negativamente o desempenho, principalmente se a população alvo da sessão de alongamento for treinada (Behm & Chaouachi, 2011). Técnicos e atletas devem ter atenção especial ao volume do alongamento, uma vez que esta variável pode influenciar significativamente o desempenho (Taylor *et al.*, 2009).

Não existem estudos que tenham investigado a influência da intensidade do alongamento sobre as capacidades de produção de força muscular e o mecanismo para identificação dos efeitos do volume do alongamento ainda não foram estudados e, portanto, pesquisas futuras neste âmbito são encorajadas (Young *et al.*, 2006).

Uma possível consequência de um alongamento ou aquecimento é a redução da tensão muscular passiva como resultado da propriedade tixotrópica dos músculos (Reisman *et al.*, 2009).

No início deste século foi mostrado que o alongamento na musculatura esquelética humana, *in vivo*, proporciona um relaxamento ao estresse viscoelástico (Magnusson, Aagaard & Nielson, 2000). O músculo, pela sua natureza viscoelástica, tem uma forte tendência a voltar ao seu comprimento genético ou repouso e biomecanicamente (Fowles *et al.*, 2000). Após aproximadamente uma hora do estiramento, a tensão se recupera lentamente e retorna a um nível mais próximo do seu nível pré-alongamento (Reisman *et al.*, 2009) e a presença de deformação plástica pode também explicar a força reduzida persistente após o alongamento máximo tolerável (Fowles *et al.*, 2000).

Reisman *et al.* (2009) desenvolveram um estudo, sobre as alterações mecânicas na musculatura após um alongamento, que proporciona uma base fisiológica para os efeitos do alongamento passivo sobre a musculatura esquelética e, ainda ajuda a explicar o motivo pelo qual os alongamentos são técnicas muito utilizadas no aquecimento (Reisman *et al.*, 2009).

Estudos sugerem que o tecido colagenoso e muscular com o tecido intramuscular conectivo exhibe propriedades viscoelásticas e que qualquer perda de energia durante o alongamento é recuperada algum tempo depois (Magnusson *et al.*, 2000).

É suposto que os tecidos moles e músculos fiquem com maior comprimento quando alongados e que isto ocorra devido às alterações nas propriedades físicas dos tendões, entretanto, segundo Morse *et al.* (2008) as evidências que suportam esta visão são escassas (Morse *et al.*, 2008). Os resultados do estudo de Morse *et al.* (2008) permitem a conclusão de que o alongamento não afeta primariamente a rigidez dos tendões.

É questionável confrontar estas tendências com o uso de alongamento intenso para elevação do desenvolvimento, quando o desempenho pode estar comprometido pela alteração do equilíbrio dinâmico de fatores neurais, arquiteturais e eletrofisiológicos que existem em um músculo para criar força (Fowles *et al.*, 2000).

Há uma escassez de informações acerca do efeito do alongamento sobre a relação comprimento-tensão na musculatura humana (Magnusson *et al.*, 2000).

Tem sido sugerido que na fase de decréscimo da curva comprimento-tensão dos músculos no alongamento ativo, alguns sarcômeros mais frágeis tornam-se alongados para além da sobreposição dos miofilamentos (Reisman *et al.*, 2005). Isto pode levar ao desalinhamento dos miofilamentos quando os músculos se relaxam, produzindo ruptura dos sarcômeros. Este mau funcionamento age como um foco de fraqueza nas fibras musculares (Reisman *et al.*, 2005).

Um aumento na temperatura, causado pelo aquecimento, permite a dissociação de oxigênio das hemoglobinas a altas concentrações de O₂ no plasma, proporcionando maior disponibilidade de O₂ para o trabalho muscular. Além disso, a velocidade de transmissão nervosa pode também aumentar em função da elevação da temperatura, o que pode traduzir-se em aumento na velocidade de contração muscular e redução do tempo de reação (Woods *et al.*, 2007) e acompanha ainda o aquecimento na geração de vasodilatação, que produz um aumento do fluxo sanguíneo através dos tecidos ativos (Shellock & Prentice, 1985, Safran, Seaber & Garrett, 1989).

Em contrapartida, alguns investigadores, como Church *et al.* (2001) e Cornwell *et al.* (2001) têm proposto a eliminação desta tradicional parte do aquecimento, pelo fato destes achados indicarem efeitos negativos sobre vários aspectos relacionados à força e potência muscular (Young, 2007; Kokkonen *et al.*, 1998; Beedle & Mann, 2007).

2.1.1. Tipos de Aquecimento

As técnicas de aquecimento são classificadas em aquecimento passivo ou aquecimento ativo (Bishop, 2003a; Bishop, 2003b, Woods *et al.*, 2007) e, de uma forma geral, tem como principais funções a melhora da dinâmica muscular e a preparação para as exigências do exercício (Woods *et al.*, 2007; Reisman, 2005).

O aquecimento passivo proporciona aumento na temperatura muscular ou temperatura interna por meios externos, sem a depleção de energia de substrato (Bishop, 2003a), enquanto o aquecimento ativo envolve exercícios e atividades físicas (Woods *et al.*, 2007) que, apesar disto, devem produzir uma sudorese suave que garanta ausência de fadiga para o indivíduo (Woods *et al.*, 2007).

Para McMillian *et al.* (2006), durante o aquecimento, deve-se evitar tarefas que causem fadiga, uma vez que tem sido mostrado que a fadiga pode impedir o desempenho muscular local, especialmente para tarefas que envolvem o ciclo de alongamento-encurtamento (McMillian *et al.*, 2006).

Embora o aquecimento passivo não seja uma prática comum para a maioria dos atletas, esta categoria de aquecimento permite testar a hipótese de que muitas das alterações no desempenho associadas com o aquecimento ativo possam ser largamente atribuídas aos mecanismos relacionados com a temperatura (Bishop, 2003a). Por exemplo, o estudo de Church *et al.* (2001) mostraram que o aumento da flexibilidade pode ser atribuído à temperatura muscular aumentada e não à diminuição da rigidez muscular (Church *et al.*, 2001; Safran *et al.*, 1988).

Ainda neste sentido, o aquecimento ativo tende a resultar em leves melhoramentos no desempenho a curto-prazo (< 10 segundos) de forma mais visível do que aqueles alcançados pelo aquecimento passivo isolado (Bishop, 2003b).

Segundo Bishop (2003a), e como se pode constatar com o conhecimento do conceito dos tipos de aquecimentos existentes, a maioria dos efeitos do aquecimento pode ser atribuída à relação dos mecanismos fisiológicos com a temperatura ou não ter relação com a temperatura.

Um aumento na temperatura muscular após aquecimento ativo tem potencial para aumentar o desempenho a curto-prazo de muitas formas, aumentar a taxa de transmissão de impulsos nervosos, alterar o relacionamento entre força e velocidade (Taylor *et al.*, 2009), diminuir a rigidez dos músculos devido à quebra de ligações estáveis entre os filamentos de actina e miosina, diminuir a rigidez das articulações,

além de aumentar a glicogenólise, glicose e degradação de alta-energia de fosfato (Bishop, 2003b).

É sugerido que o aquecimento ativo aumente a altura do salto vertical através de mecanismos adicionais ao aumento da temperatura muscular (Bishop, 2003b).

O aquecimento ativo de intensidade moderada pode aumentar significativamente o tempo de corrida, além de ser capaz de melhorar o desempenho no salto vertical a curto-prazo, sendo este efeito totalmente atribuído ao aumento da temperatura muscular (Bishop, 2003a). Este melhoramento se dá através do mesmo mecanismo relacionado à temperatura descrito no desempenho a curto-prazo. Além disso, o aquecimento ativo pode melhorar o desempenho intermediário por diminuir o déficit de oxigênio inicial, deixando maior capacidade anaeróbica para depois tarefa (Bishop, 2003b).

Já em relação ao desempenho em longo prazo, Bishop (2003b) crê que seja improvável que a melhora ocorra pelo mesmo mecanismo relacionado à temperatura descrito no desempenho em curto prazo (Bishop, 2003b).

A elevação da linha basal de VO_2 antes da tarefa é um dos efeitos causados pelo desempenho a longo-prazo, assim como no desempenho intermediário (Bishop, 2003a; Wittekind & Beneke, 2009). Nesta situação, a melhora do desempenho é comum ocorrer se for permitido que o indivíduo inicie as tarefas com VO_2 elevado, mas suficientemente recuperado do aquecimento, ou seja, sem fadiga.

Os aquecimentos podem ainda ser caracterizados como aquecimento geral e aquecimento específico. O aquecimento geral aquele em que não está envolvido qualquer tipo de movimentação corporal específica (Bishop, 2003a; Woods *et al.*, 2007) e aquecimento específico em que se fazem os movimentos componentes dos gestos desportivos específicos de cada modalidade. Este é considerado o mais eficaz método de aquecimento (Woods *et al.*, 2007), justamente por utilizar movimentações que são utilizadas no evento desportivo.

2.1.2. Efeitos do Aquecimento no Exercício

O aquecimento antes dos treinos e competições é universalmente aceito e é praticado com a intenção de melhorar o desempenho, reduzir o risco de lesões (Marek *et al.*, 2005; Pearce *et al.*, 2009; Beedle & Mann, 2007; Kovacs, 2006b) e aumentar a ADM (Beedle & Mann, 2007; Young *et al.*, 2006).

Uma rotina de aquecimento frequentemente inclui um componente geral desenvolvido à intensidade submáxima, como correr, uma série de alongamentos estáticos e um componente específico envolvendo a prática de movimentos a ser desenvolvido Young (2007) na modalidade desportiva.

Embora diferentes rotinas de aquecimento e flexibilidade sejam frequentemente prescritas antes das atividades físicas, há uma escassez de bases científicas que determinam os efeitos benéficos que estas rotinas exercem sobre o desempenho nas atividades desportivas (Taylor *et al.*, 2009; Church *et al.*, 2001).

Pearce *et al.* (2009) realizaram um estudo comparativo dos efeitos de um aquecimento secundário, face ao alongamento estático e dinâmico, em 13 sujeitos.

Neste estudo os sujeitos realizavam um aquecimento de cinco minutos, faziam tarefas de alongamento (estático e dinâmico) e, em seguida, voltavam a fazer outras tarefas de aquecimento e, para finalizar, faziam mais três saltos verticais (10, 20 e 30 minutos após o último aquecimento). Os resultados deste estudo demonstraram que embora o alongamento estático tenha produzido uma redução de 7.7% ($p < 0.001$) na altura do salto vertical, este nível de redução se manteve após o aquecimento secundário.

O'Sullivan *et al.* (2009), em um de seus estudos, examinaram o efeito do aquecimento, do alongamento estático e do dinâmico sobre a flexibilidade dos isquiotibiais e concluíram que o alongamento estático também aumentou significativamente a flexibilidade dos isquiotibiais, enquanto que o alongamento dinâmico não o fez. Entretanto os autores afirmam que os resultados podem ter sido influenciados pelo pequeno tamanho da amostra.

Apesar disso, tem sido mostrado que o aquecimento exerce efeitos positivos sobre a redução das lesões musculares (Woods *et al.*, 2007; O'Sullivan *et al.*, 2009). Não obstante, o aumento na temperatura, proporcionado pelo aquecimento, pode melhorar o desempenho através do aumento da distribuição de oxigênio aos músculos, redução da viscosidade muscular e aceleração da taxa de reações oxidativas, dentre outros efeitos, conforme demonstra o quadro 1.

Quadro 1. Possíveis efeitos do aquecimento.

	Efeitos
Efeitos associados ao Aquecimento	Diminuição da resistência dos músculos e articulações.
	Maior distribuição de oxigênio das hemoglobinas e mioglobinas.
	Aceleração das reações metabólicas.
	Aumento da taxa de condução nervosa.
	Aumento da tensão termorreguladora.
Efeitos Metabólicos	Aumento do fluxo sanguíneo para os músculos.
	Elevação do consumo de oxigênio basal.
	Potenciação pós-ativação.
	Aumento da prontidão dos efeitos psicológicos.

Retirado de: Bishop, D (2003). Warm Up I: Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med* 33(6), 439-454.

Uma limitada literatura está disponível para comparar o efeito combinado do aquecimento e alongamento sobre a flexibilidade dos isquiotibiais. De Weijer *et al.* (2003) compararam o efeito do aquecimento e alongamento estático aos múltiplos intervalos de até 24 horas sobre a flexibilidade dos isquiotibiais de sujeitos lesionados (O'Sullivan *et al.*, 2009).

Os resultados de O'Sullivan *et al.* (2009) mostraram que o aquecimento em isolado aumentou significativamente a flexibilidade dos isquiotibiais, ao contrário dos resultados de de Weijer *et al.* (2003). O maior aumento ocorreu no grupo que combinou aquecimento e alongamento estático. Além disso, os achados de O'Sullivan *et al.* (2009) revelaram ainda que a combinação de aquecimento e alongamento estático aumentou a flexibilidade, entretanto a pesquisa não focalizou o alongamento estático isoladamente e, por este motivo, não comentam a combinação é mais efetivo do que o alongamento estático em isolado.

É importante mencionar que a magnitude de aumento considerada nos estudos de O'Sullivan *et al.* (2009) é menor do que a de de Weijer *et al.* (2003).

McMillian *et al.* (2006) sugerem que, para tarefas que demandam um alto grau de flexibilidade, potência e agilidade, as atividades de aquecimento devem ser sequenciadas por alongamento estático em combinação com movimentos dinâmicos, progressivos e específicos de cada modalidade, sem induzir a fadiga (McMillian *et al.*, 2006).

2.1.3. Tipos de Alongamento

São três as mais comuns variações de alongamento: a) alongamento dinâmico; b) alongamento estático; e c) facilitação neuromuscular proprioceptiva (PNF) (Amako, Oda, Masuoka, Yokoi & Campisi, 2008).

O alongamento dinâmico envolve o uso de balanço ou movimentos aleatórios para alongar um determinado grupo muscular (Amako *et al.*, 2008).

O alongamento estático é uma técnica de alongamento no qual os músculos e os tecidos conjuntivos, que estão sendo estirados, são mantidos em posição estacionária, em seu maior comprimento possível, por um determinado período. Segundo a ACSM (2009), este período deve ser entre 15 e 60 segundos (ACSM, 2009).

Segundo Young *et al.* (2006), após 30 segundos de alongamento, todos os alongamentos subsequentes podem não alcançar o mesmo nível de desconforto experienciado no primeiro alongamento (Young *et al.*, 2006).

A PNF é uma técnica, que vem sendo utilizada pela comunidade fisioterapêutica, principalmente no âmbito da reabilitação, que utiliza uma sequência de contrair-relaxar, uma contração da musculatura antagonista ou, ainda, uma sequência combinada de contrair-relaxar-contração do antagonista (Hall & Brody, 2001). Esta técnica utiliza o princípio da inibição recíproca, buscando a ativação dos órgãos tendinosos de Golgi ou o relaxamento do músculo alongado, evitando a ação do fuso neuromuscular (FNM) (Hall & Brody, 2001).

2.1.4. Utilização do Alongamento Estático

O alongamento estático é uma técnica comum de alongamento altamente aplicada nos aquecimentos antes dos treinos e competições (Young, 2007), sendo frequentemente usado em associação a um movimento de liberação, sendo usado para alcançar o comprimento máximo do músculo. É a técnica mais comum utilizada para aumentar a flexibilidade (ACSM, 2009). Tal popularidade se dá devido a sua facilidade de aprendizagem e eficácia (ACSM, 2009) e por ser pensado, de uma forma geral, que este é menos provável provocar danos musculares (Beedle & Mann, 2007).

Este tipo de alongamento tem sido recomendado por organizações profissionais, como a Sports Medicine Australia, para reduzir a tensão muscular,

aumentar o grau de liberdade do movimento e a flexibilidade a curto-prazo, além de reduzir o risco de lesões nos músculos e tendões (Young, 2007).

A principal razão pelo qual o alongamento estático ainda é visto como um ritual importante pré-atividade é a crença de que ele reduz a probabilidade de lesões sequenciais, previne a distensão dos músculos e tendões. Esta crença é baseada na ideia de que uma unidade músculo tendínea (UMT) é menos extensível sem alongamento, o que se traduz em menor tolerância ao estiramento (Kovacs, 2006b).

No alongamento estático o músculo é estirado lentamente até alcançar o comprimento desejado (Schroeder, 2010) ou atingir o ponto de sensação dolorosa ou desconforto mínimo, indicado pelo sujeito (Young & Elliott, 2001; Schroeder, 2010), envolvendo um relaxamento passivo voluntário enquanto a musculatura está sendo alongada (ACSM, 2009).

Kovacs (2006b) fez uma revisão de literatura na tentativa de propor um argumento válido contra a crença de que o alongamento estático antes do treino ou competição seja benéfico. Apesar de evidências mostrarem que o alongamento estático não melhora o desempenho, principalmente em atividades que requerem força, velocidade e potência (Cornwell *et al.*, 2001), esta técnica continua ser um elemento comum das rotinas de aquecimento (Kovacs, 2006b).

Uma das vantagens do alongamento estático face às outras técnicas de alongamento é a redução do perigo de ultrapassar os limites da extensibilidade tecidual, a utilização de menos força global e menores demandas de energia e de uma menor probabilidade de dores musculares (Hall & Brody, 2001). Além disso, o alongamento estático exerce menos efeitos sobre as fibras eferentes dos fusos Ia e II do que outras técnicas de alongamento como o alongamento balístico (Hall & Brody, 2001).

Young, Clothier, Otago, Bruce & Liddell (2004) caracterizam a técnica como uma atividade em que a posição corporal adotada é mantida ao final da amplitude total de movimento, permanecendo nesta por um período de 15 a 30 segundos (Young *et al.*, 2004; Young, 2007).

Woods *et al.* (2007) também preconizam que em um protocolo de alongamento estático, o músculo deve ser mantido em alongamento por 30 segundos (Woods *et al.*, 2007).

O ACSM (2009) preconiza que os alongamentos estáticos sejam realizados por um período de 15 a 60 segundos, sendo este o período adequado para as

alterações nas propriedades elásticas dos tecidos envolvidos (ACSM, 2009; Schroeder, 2010) e obtenção de um ótimo efeito (Magnusson *et al.*, 2000). Para garantia de melhora na flexibilidade, o ACSM (2009) também recomenda que os alongamentos estáticos sejam realizados de duas a três vezes por semana, com quatro ou mais repetições para cada grupo muscular alvo de alongamento (ACSM, 2009; Schroeder, 2010).

De acordo com Magnusson *et al.* (2000), o alongamento estático é desenvolvido por meio de alongamento do músculo alvo para dar um comprimento (fase dinâmica) ao qual este é mantido por algum tempo (fase estática) antes de retornar à sua posição inicial (Magnusson *et al.*, 2000, O'Sullivan *et al.*, 2009).

Na fase dinâmica, a inclinação da curva comprimento-tensão representa a rigidez e a área sob a curva é a medida da absorção de energia da UMT (Magnusson *et al.*, 2000).

Na fase estática, o declínio não linear na tensão passiva com o tempo representa o relaxamento do estresse viscoelástico (Magnusson *et al.*, 2000).

O comportamento passivo muscular nas fases dinâmica e estática constitui um comportamento viscoelástico, que é uma combinação de propriedades associadas à taxa de viscosidade e propriedades dependentes da carga elástica (Magnusson *et al.*, 2000).

Um alongamento não tem um efeito amplo sobre um músculo exercitado excentricamente em que os níveis de tensão passiva estão mais altos do que o normal (Reisman *et al.*, 2009).

Uma explicação considerável para estas afirmações é que a redução na tensão de um alongamento no músculo exercitado é um resultado do desenvolvimento da folga, que se manifesta, predominantemente, na parte passiva do músculo (Reisman *et al.*, 2009).

Uma das recomendações do ACSM é a realização do alongamento antes e/ou após as fases de condicionamento físico, entretanto a entidade, assim como Kovacs (2006b), refere que o alongamento após o treino pode ser preferível para modalidades em que a resistência, força e potência muscular sejam importantes para o desempenho (ACSM, 2009; Schroeder, 2010). Já Church *et al.* (2001) sugerem que em atividades que envolvam movimentos que requerem a geração de grande quantidade de potência muscular, como o sprint e saltos, deve-se minimizar

a quantidade de alongamento desenvolvido antes das atividades (Church *et al.*, 2001).

O alongamento também pode diminuir a rigidez de toda a UMT (Morse *et al.*, 2008; Behm *et al.*, 2004; Marek *et al.*, 2005) alterando o relacionamento do ângulo do torque passivo dos isquiotibiais e gastrocnêmios, visto que a UMT é uma estrutura complexa constituída pelo tendão, fibras musculares e tecido conectivo, e a sua tarefa é identificar como esses componentes respondem após alongamentos repetidos (Morse *et al.*, 2008).

Magnusson *et al.* (2000) executaram uma investigação para constatar se três alongamentos estáticos repetidos por 45 segundos teriam um efeito mensurável sobre as propriedades passivas da UMT (Magnusson *et al.*, 2000). Os principais achados dos autores foram que cada um dos três alongamentos de 45 segundos sucessivos produziu um aumento entre 18 e 20% no relaxamento ao estresse viscoelástico e a resistência absoluta ao estiramento permaneceu intacta nos três alongamentos (Magnusson *et al.*, 2000). Isto é, um alongamento estático de 45 segundos não exerce efeitos sobre a resistência ao estiramento do alongamento subsequente, o que sugere que o alongamento estático desenvolvido na pesquisa de Magnusson *et al.* (2000) não tem efeito a curto-prazo sobre as propriedades viscoelásticas da musculatura esquelética humana (Magnusson *et al.*, 2000).

Embora estes resultados confirmem que o alongamento produz uma resposta viscoelástica na UMT, permanece desconhecido se esta resposta pode ser mantida e por quanto tempo (Magnusson *et al.*, 2000).

Por outro lado, O'Sullivan *et al.* (2009), em concordância com de Weijer *et al.* (2003), afirmam que existem evidências consideráveis para sugerir que os resultados, a curto-prazo, do alongamento estático aumenta a flexibilidade (O'Sullivan *et al.*, 2009; de Weijer *et al.*, 2003). Além disso, é também importante considerar que a flexibilidade não é o único parâmetro de interesse que pode influenciar o alongamento.

Em longo prazo (não agudo) os programas de alongamento podem levar a um aumento na flexibilidade, ou na ADM disponível para uma articulação em particular, uma vez que causa um deslocamento permanente no comprimento ótimo do músculo (Woods *et al.*, 2007). Acredita-se que o alongamento estático reduz a contração natural quando um músculo é levado, rapidamente, ao máximo de sua ADM (Church *et al.*, 2001).

Young *et al.* (2004) investigaram a influência do alongamento estático sobre a velocidade máxima do pé, nos chutes de jogadores de futebol americano, após submetê-los a um aquecimento composto por corrida de cinco minutos e alongamento estático (3 x 30 segundos), seguidos de sete chutes (específicos do futebol americano) com aumento gradual de força. O segundo grupo foi submetido apenas à corrida e à prática dos sete chutes. Os resultados não demonstraram qualquer diferença estatisticamente significativa no que toca o desempenho da velocidade dos chutes avaliados por câmeras de análise de vídeo de alta velocidade (Young, 2007; Young *et al.*, 2004).

Decoster (2009) revisou três estudos que compararam diretamente algumas técnicas de alongamentos, incluindo alongamento estático versus balístico (Beedle & Mann, 2007) e ativo e estático. Em nenhuma das comparações foram verificadas diferenças significativas em relação à flexibilidade (Decoster, 2009). A autora resume o resultado de sua revisão em dois pontos bases: primeiro, o grupo controle, que não realiza alongamento, não apresenta ganhos na ADM; segundo, aqueles que alongam sempre apresentam um ganho na ADM (Decoster, 2009). O total de ganho é variável, entretanto, a média do resultado de 48 estudos revisados indicou que os ganhos estão em 9.95° e 28 estudos indicam uma variação de 8° a 13° (Decoster, 2009).

Os achados de Bandy, Irion & Briggler (1998) também lhes permitiram concluir que o alongamento estático é, significativamente, mais efetivo do que um exercício dinâmico de extensão de joelho (11.4° e 4.3° de ganho na amplitude movimento, respectivamente).

É muito importante que o alongamento estático seja avaliado com a utilização de protocolos realistas e reflexivos (Young, 2007) para cada modalidade desportiva, especificamente. Por este motivo, nota-se uma grande variedade nos protocolos de alongamentos aplicados em pesquisas.

Alguns estudos têm tentado avaliar várias combinações de protocolos de aquecimento com e sem o alongamento estático, na tentativa de repartir a contribuição de cada desempenho (Young, 2007) e alguns investigadores têm comparado protocolos de alongamento estático com protocolos sem aquecimento adicional (McMillian *et al.*, 2006).

Apesar deste modelo de investigação isolar os efeitos do alongamento, Young (2007) afirma que este não é o método utilizado na realidade pelos atletas (Young, 2007).

Um estudo de Little & Williams (2006) utilizou um modelo de investigação comparativa com os seguintes protocolos: aquecimento geral + alongamento estático + aquecimento específico e aquecimento geral + aquecimento específico. Para Young (2007) este protocolo de comparação isola os efeitos do alongamento do alongamento estático no contexto do aquecimento desportivo.

O protocolo aplicado contém elementos que tem efeitos positivo sobre o desempenho e possivelmente satisfazem o objetivo de aumentar a temperatura muscular e temperatura interna, bem como permite que as unidades motoras específicas sejam recrutadas antes das atividades desportivas (Young, 2007), mas contrasta com os resultados de Nelson *et al.* (2005b), que concluíram que o alongamento estático proporcionou pior desempenho em um teste de sprint, assim como contrasta com os resultados dos nossos estudos, onde o protocolo que incluiu o alongamento estático não proporcionou tempos significativamente mais rápidos do que o protocolo que não o fez.

É importante ressaltar que a diferença relatada no estudo de Little & Williams (2006) foi encontrada em testes realizados 10 minutos após o aquecimento, enquanto que estes mesmos testes realizados imediatamente após o aquecimento não revelaram diferenças estatisticamente significativas, o que iguala os achados da presente investigação.

Os achados de Little & Williams (2006) sugerem que há uma influência limitada sempre que um volume moderado de alongamento estático é aplicado entre os componentes gerais e específicos do aquecimento.

Um estudo de Young & Behm (2003) exploraram a influência de três elementos do aquecimento, sendo eles uma corrida de 4 minutos como um componente geral, apenas alongamento estático, corrida + alongamento estático e corrida + alongamento estático + saltos. Para cada protocolo foi medido o desempenho no salto vertical.

Os resultados mostraram que a corrida isolada apresentou resultados superiores ao protocolo de corrida + alongamento estático e que o salto, como um componente específico, produziu um efeito positivo em algumas variáveis do

desempenho (Young, 2007), nomeadamente a produção de força explosiva (Behm *et al.* 2004).

É sugerido que a corrida eleve a temperatura muscular que, por sua vez, promove um aumento na complacência do sistema miotendíneo e, assim, contribui para o aumento na ADM (Young *et al.*, 2006).

Young (2007), assim como Behm *et al.* (2004), sugerem que um protocolo que inclua corrida + saltos possa ser produzir melhores resultados.

Com base em todas as revisões efetuadas, pode-se afirmar que ainda é impossível identificar o melhor protocolo de alongamento para grande maioria dos parâmetros. Muitas diferenças metodológicas nos estudos, de uma forma geral, e, inclusive, a manipulação estatística dos dados podem ser os responsáveis pelas divergências neste tema (Spernoga *et al.*, 2001).

O efeito positivo ou negativo do alongamento estático sobre o desempenho depende da velocidade, do movimento requerido pela atividade (Kovacs, 2006b).

Knudson, Noffal, Bahamonde, Bauer & Blackwell (2004) estudaram o alongamento estático antes de um serviço explosivo no tênis e não encontrou efeitos desta técnica sobre a velocidade ou precisão deste gesto desportivo. Assim sendo, não é garantido que o alongamento pré-atividade reduza o desempenho de movimentos de alta velocidade e precisão.

O ACSM (2009) preconiza que os alongamentos devem ser realizados por um período de 15 a 60 segundos, de duas a três vezes por semana, com quatro ou mais repetições para cada grupo muscular alvo de alongamento (ACSM, 2009; Schroeder, 2010).

Uma revisão feita por Schroeder (2010) menciona que o estudo de Nelson *et al.* (2005) utilizou alongamentos acima do tempo recomendado pelo ACSM (2009) e os resultados lhes permitiram afirmar que há redução na força muscular e no desempenho de resistência logo após a realização de um alongamento estático.

Nesta mesma revisão, Schroeder (2010) também refere o estudo de Fowles *et al.* (2000) que demonstraram resultados semelhantes com a aplicação de alongamento prolongado aos flexores plantar do tornozelo. Fowles *et al.* (2000) investigaram os efeitos de um alongamento estático executado por, no mínimo, 30 minutos sobre um grupo muscular e afirmaram que os seus achados podem ter limitado a aplicação prática, visto que os atletas não são, habitualmente, submetidos a um alongamento estático por este período de tempo.

Alguns autores especulam que os estudos que demonstram prejuízos ao desempenho induzidos pelo alongamento tendem a utilizar, no mínimo, 2 minutos de um tempo total sobre o alongamento para um determinado grupamento muscular (Young, 2007, Young *et al.*, 2006, Marek, 2005).

Por outro lado, um estudo de Ford *et al.* (2005), revisado por Decoster (2009), avaliou a duração dos efeitos de alongamento durante a manutenção por 30, 60, 90 e 120 segundos. Em nenhum dos protocolos foram identificadas diferenças significativas na flexibilidade após o alongamento (Decoster, 2009).

O estudo de Spernoga *et al.* (2001) demonstraram que a flexibilidade dos isquiotibiais permaneceu significativamente aumentada, após o protocolo de alongamento, por seis minutos. Em um estudo anterior, Depino, Webright & Arnold (2000), utilizaram um protocolo de alongamento estático para esta mesma mensuração e também encontraram um aumento significativo na flexibilidade dos isquiotibiais, entretanto o aumento permaneceu por apenas três minutos (Depino *et al.*, 2000).

O curto tempo pelo qual a flexibilidade é mantida pode estar relacionado a diversos fatores. Dentre eles, os mais proeminentes são as propriedades da UMT (viscoelásticas, tixotrópicas e neurais) (Spernoga *et al.*, 2001).

Entre estes dois estudos, as diferenças podem ser devido à análise estatística dos dados, bem como das técnicas de alongamento aplicadas. Spernoga *et al.* (2001) concluíram que o protocolo adotado por eles, pode não ser mais efetivo do que um protocolo que utilize o alongamento estático (Spernoga *et al.*, 2001).

Estudos têm mostrado que o alongamento resulta em um aumento no comprimento muscular (Behm *et al.*, 2004; de Weijer *et al.*, 2003; Woods *et al.*, 2007), mas as respostas viscoelásticas ao alongamento em um músculo são dependentes do tempo e do desenvolvimento proporcionado pelo treino anterior (de Weijer *et al.*, 2003; Woods *et al.*, 2007). Por exemplo, o executar de um alongamento estático por 30s tem sido relatado levar ao aumento do comprimento do músculo (Woods *et al.*, 2007).

Uma melhora significativa e contínua por 24 horas, após uma simples sessão de alongamento, foi evidenciada por de Weijer *et al.* (2003), enquanto Bandy *et al.* (1998) mostraram benefícios significativos 2 dias (Bandy *et al.*, 1998) após o fim do protocolo de alongamento.

Fowles *et al.* (2000) creem que seja improvável que os danos no elemento contrátil contribuam para deletério da força, visto que a produção de força máxima é restaurada a 100% após 24 horas após o alongamento máximo tolerável (Fowles *et al.*, 2000). Os achados de Fowles *et al.* (2000) e de Weijer *et al.* (2003) concluíram que o comprimento de um músculo submetido a um protocolo de alongamento utilizado, manteve-se pelo menos, 24 horas, evidenciando um comprimento superior nos primeiros 15 minutos após o alongamento. Com base neste achado, é viável que o alongamento seja realizado dentro dos 15 minutos precedentes à atividade desportiva, de forma a garantir um benefício de comprimento ótimo com o alongamento executado.

O déficit no desempenho após o alongamento estático depende do tipo de alongamento e a forma da atividade que segue a rotina de alongamento (Kovacs, 2006b).

2.1.5. Efeitos do Alongamento no Exercício

Apesar da prevalência de atletas que não abdicam das rotinas de alongamento antes das atividades desportivas, há uma escassez de evidências empíricas que demonstrem que esta ação eleve o desempenho desportivo (Church *et al.*, 2001; Taylor *et al.*, 2009; Kovacs, 2006b; Behm *et al.*, 2004). Assim sendo, qualquer redução significativa na capacidade de gerar força máxima após um alongamento máximo tolerável é um achado relevante (Fowles *et al.*, 2000).

O alongamento tem o potencial de influenciar a rigidez músculo tendínea (Behm *et al.*, 2004; Marek *et al.*, 2005) assim como os mecanismos neurais que possam, positivamente ou negativamente, afetar o desempenho neuromuscular, dependendo da natureza da atividade (Young & Elliott, 2001). Especula-se que qualquer protocolo de aquecimento, tal como o alongamento, que induz uma redução na rigidez músculo tendínea, elevaria o desempenho no ciclo alongamento-encurtamento, mas afeta negativamente o desempenho muscular isométrico e concêntrico (Young & Elliott, 2001).

Algumas literaturas sugerem que o alongamento estático seja mais efetivo do que o alongamento dinâmico no que se refere ao aumento da flexibilidade em indivíduos não lesionados (O'Sullivan *et al.*, 2009; de Weijer *et al.*, 2003).

Para Church *et al.* (2001), os efeitos da flexibilidade aumentada a curto-prazo após um alongamento tem sido frequentemente atribuído a uma diminuição na rigidez da UMT (Church *et al.*, 2001; Behm *et al.*, 2004), mas estes devem ser atribuído à temperatura muscular aumentada e não à diminuição da rigidez muscular (Church *et al.*, 2001; Safran *et al.*, 1988).

É sugerido que a conformidade músculo tendínea aumentada seja favorável para armazenar e liberação da energia elástica durante o desempenho do ciclo alongamento-encurtamento (Young & Elliott, 2001).

Nas ações de alongamento-encurtamento, os músculos primários que controlam o movimento se tornam altamente ativados durante a fase excêntrica, dando aumento a uma liberação de força inicial ao início da fase concêntrica maior do que em um movimento similar desenvolvido sem um prévio contra-movimento (Bobbert *et al.*, 1996; Cornwell *et al.*, 2001). Devido a estas discrepâncias, o alongamento antes das atividades físicas podem ter um efeito diferente sobre o desempenho de habilidades que empregam o ciclo alongamento-encurtamento comparado a aqueles que não empregam (Cornwell *et al.*, 2001).

Morse *et al.* (2008) concluíram que é improvável que reduzir a contribuição do componente elástico das fibras musculares seja o mecanismo gerador de uma flexibilidade aumentada como resultado do alongamento estático. Apesar disto, há evidências consideráveis para sugerir que os resultados, a curto-prazo, do alongamento estático aumenta a flexibilidade (O'Sullivan *et al.*, 2009; de Weijer *et al.*, 2003).

Alguns pesquisadores têm teorizado que através de alongamentos repetidos, o número de unidades motoras disponíveis para a contração fica reduzido devido à inibição autogênica (Kokkonen *et al.*, 1998, Church *et al.*, 2001).

De acordo com Spernoga *et al.* (2001), a inibição autogênica foi definida como a inibição dos homônimos musculares do motoneurônios alfa pela estimulação dos órgãos tendinosos de Golgi. (Spernoga *et al.*, 2001)

Uma inibição neural é induzida pelo alongamento e é consistente com a noção de um reflexo miostático inverso por meio do qual um estiramento mantido é pensado estimular a descarga dos órgãos tendinosos de Golgi (Young & Elliott, 2001), proporcionando ADM aumentada nos músculos alongados (Spernoga *et al.*, 2001).

Em um estudo de O'Sullivan *et al.* (2009), os efeitos do alongamento foram reduzidos significativamente após 15 minutos, mas a flexibilidade permaneceu significativamente maior do que o valor inicial e permaneceu consistente na reavaliação 24 horas mais tarde (O'Sullivan *et al.*, 2009). Segundo Reisman *et al.* (2005), após o alongamento, a tensão passiva se recupera lentamente dentro dos próximos 50-60 minutos para recuperar o seu nível anterior (Reisman *et al.*, 2005).

Um estudo de Reisman *et al.* (2005) verificou que após aproximadamente uma hora do estiramento, a tensão se recupera lentamente e retorna a um nível mais próximo do seu nível pré-alongamento (Reisman *et al.*, 2005).

Quando são aplicados alongamentos passivos ao sistema músculoesquelético de indivíduos saudáveis, há uma atividade contrátil mínima em resposta ao alongamento e os índices de excitabilidade neuromotora são diminuídos. É comum ver jogadores de futebol realizando alongamento passivo antes de eventos competitivos (Reisman *et al.*, 2005).

A presença de segmentos de fibras desprovidos de materiais contráteis entre as regiões contráteis reduz o nível de tensão passiva dos tendões. É possível possibilidade é que durante o estiramento, a região da contratura resista ao estiramento com mais fraqueza do que no estado de repouso da fibra. Como resultado, a maioria das alterações do comprimento provenientes de um estiramento seria expectável ser levado às partes não lesionadas das fibras. Isto conduziria a um aumento no número de sarcômeros rompidos e alongados em excesso naquela fibra (Reisman *et al.*, 2005).

Uma possível consequência de um alongamento ou aquecimento é a redução da tensão muscular passiva como resultado da propriedade tixotrópica dos músculos (Reisman *et al.*, 2009). Já em um estudo prévio (Reisman *et al.*, 2005), os autores haviam concluído que o alongamento reduz a tensão passiva, trazendo consequências benéficas como a redução das sensações de rigidez e dor (Reisman *et al.*, 2005).

Uma importante meta do alongamento antes da prática desportiva é diminuir a resistência ao alongamento, permitindo um padrão de movimento livre.

Os efeitos viscoelásticos conhecidos em relação ao alongamento permite-nos afirmar que o aumento na ADM está associado com a diminuição na resistência passiva ao alongamento, de modo que após muitos alongamentos de uma

determinada duração, a resistência ao alongamento à mesma ADM vai estar diminuída.

No estudo de Magnusson *et al.* (2000b), o alongamento passivo dos isquiotibiais em 2 x 45s não teve efeitos significantes sobre a resistência ao alongamento passivo e 4 x 30s de alongamento dos plantiflexores também não afetaram a resistência ao alongamento.

A intensidade do alongamento é tipicamente controlada pela avaliação subjetiva do desconforto do alongamento com participantes de estudos a tolerar o alongamento, que estão algo abaixo do limiar doloroso, mas proporcionam algum desconforto.

Uma redução de 12% na rigidez dos plantiflexores com alongamento de 4 x 30s foi verificada, mas apenas por 10 minutos (Ryan *et al.* 2008).

Os efeitos do alongamento com duração de 4 minutos foram aparentes após 10 minutos (Ryan *et al.* 2008) e isto pode ser o mínimo da duração de alongamento requerida para proporcionar um efeito prolongado usando alongamento estático.

Sugere-se que 5 minutos sejam requeridos para fazer uma alteração significativa na resistência passiva ao alongamento. Em um grupo muscular com alongamento estático, levaria por volta de 20 minutos para alongar efetivamente ambos, agonistas e antagonistas, bilateralmente.

McHugh & Cosgrave (2010) afirmaram que um alongamento de 40 a 60 minutos de duração seria necessário se o objetivo for diminuir a resistência passiva ao alongamento. Este tempo é claramente excessivo para a pré-participação eventual de alongamento com possível exceção dos dançarinos de ballet de elite.

Um crescimento na quantidade de pesquisas tem demonstrado que o alongamento estático pode ser prejudicial para o desempenho de um músculo (Young, 2007; Morse *et al.*, 2008, Church *et al.*, 2001), se executado de forma excessiva (Church *et al.*, 2001) gerando a necessidade de reavaliação do protocolo de alongamento adotado.

Mesmo levando em consideração todas as informações supracitadas, os efeitos do alongamento estático permanecem contraditórios e vários são os fatores que podem influenciar os resultados. Como, por exemplo, as variações na metodologia e nos protocolos adotados pelos investigadores (Young, 2007; Brandenburg *et al.*, 2007; Pearce *et al.*, 2009), a duração, volume, intensidade (Young *et al.*, 2006; Brandenburg *et al.*, 2007; Pearce *et al.*, 2009), o tempo de

cessação do aquecimento e períodos de recuperação para a realização dos testes (Bishop, 2003a), os exercícios particulares de alongamentos feitos por cada indivíduo e os indicadores de desempenho adotados, além da idade, sexo e experiência desportiva dos atletas (Young, 2007), bem como a combinação de destas variáveis quando aplicadas em uma rotina de aquecimento (Behm *et al.*, 2004).

Embora o alongamento seja geralmente efetivo para induzir alterações agudas e crônicas na ADM articular, seu efeito sobre uma possível rigidez músculo tendínea e o melhor nível de rigidez para o desempenho ainda não são bem claras (Young & Elliott, 2001).

Fowles *et al.* (2000), afirmaram que os elementos que contribuem para rigidez muscular podem “estabilizar” o músculo para gerar força, e quaisquer alterações destes elementos podem comprometer a produção da força (Fowles *et al.*, 2000).

Os autores realizaram uma investigação envolvendo doze sujeitos, oito do sexo masculino e quatro do sexo feminino, atletas amadores sem história de lesão ou anormalidade afetando o tornozelo. Os sujeitos foram submetidos a três sessões de dois protocolos diferentes.

O alongamento máximo tolerável dos músculos plantiflexores para 30 minutos resultou em uma perda de 28% em força de contração máxima (Fowles *et al.*, 2000).

Rubini *et al.* (2007) também evidenciaram uma redução variável entre 4.5% e 28% na força máxima.

A perda de força, encontrada no estudo de Fowles *et al.* (2000), foi parcialmente devido à ativação reduzida e, parcialmente, devido à capacidade de geração de força muscular estar comprometida (Fowles *et al.*, 2000). Os resultados corroboram com um recente relatório (Rubini *et al.*, 2007) de que um alongamento compromete a força máxima voluntária na musculatura envolvida na rotina de alongamento pré-exercício (Fowles *et al.*, 2000).

Dado os efeitos deletérios do alongamento na taxa de produção de força, poderia assumir-se que o alongamento antes das atividades físicas tem potencial para influenciar negativamente o desempenho dos desportos explosivos (Nelson *et al.*, 2005a).

Existem algumas possíveis explicações neuromusculares para a queda na produção de força após alongamento.

Segundo Fowles *et al.* (2000), existem algumas situações de fadiga que podem causar falha de ativação central além dos efeitos metabólicos locais para reduzir a força. A falha de ativação central e o deletério de força que persistiu neste experimento podem ser vistos como resultado da fadiga (Fowles *et al.*, 2000).

Interessantemente, a perda de força induzida pelo alongamento é, em parte, atribuída a um efeito inibitório do alongamento prolongado.

Os resultados de um estudo de Young & Elliott (2001) sugerem que o alongamento estático poderia induzir uma elevação do desempenho no ciclo alongamento-encurtamento. Entretanto, nenhuma alteração no desempenho neste ciclo foi verificada após o alongamento estático. Desta forma, torna-se evidente que o alongamento estático produziu uma queda significativa no desempenho do salto e uma insignificante queda no desempenho muscular explosivo concêntrico (Young & Elliott, 2001).

Marek *et al.* (2005) atribuem as diferenças encontradas por Young & Elliot (2001) aos diferentes tipos de saltos e aos diferentes protocolos de alongamento aplicados.

2.1.6. Fatores explicativos da influência do aquecimento na elevação da flexibilidade

2.1.6.1. Redução da Viscosidade

O aquecimento pode levar a um aumento na velocidade e na força das contrações musculares por acelerar os processos metabólicos e reduzir a viscosidade interna (Woods *et al.*, 2007). Isto resulta em contrações suaves além de proporcionar um mecanismo protetor ao músculo por requerer um comprimento de estiramento e forças maiores para produzir um rompimento no músculo aquecido (Safran *et al.*, 1988), caracterizando uma redução da fraqueza das fibras musculares durante a contração (Woods *et al.*, 2007). Não obstante, é possível constatar ainda um aumento na temperatura muscular, que por sua vez, pode afetar o desempenho em virtude da diminuição na resistência viscosa dos músculos e articulações.

Segundo Cone (2007), o aquecimento específico prepara o corpo para exercícios intensos através do aumento da temperatura corporal, resultando em

diminuição da viscosidade muscular, redução das possibilidades de lesões musculoesqueléticas e do tecido conjuntivo (Cone, 2007; Schroeder, 2010), além de aumentar a resistência muscular a possíveis rupturas (Safran *et al.*, 1988; Young & Behm, 2002).

Apesar disto, Bishop (2003a) sugere que os efeitos da temperatura sobre as propriedades elásticas musculares são pequenos e, portanto, pesquisas futuras, neste âmbito, devem ser encorajadas no sentido de quantificar os reais efeitos das alterações relacionadas com a temperatura na resistência viscosa sobre o desempenho.

2.1.6.2. Maior distribuição de oxigênio das hemoglobinas e mioglobinas

Estudos tem sugerido que alterações no desempenho após aquecimento podem resultar da diminuição da distribuição de oxigênio aos músculos.

Um aumento na temperatura gera a dissociação de oxigênio das hemoglobinas a altas concentrações de oxigênio no plasma, proporcionando mais O_2 para o trabalho muscular (Woods *et al.*, 2007). Esta afirmação é baseada na hipótese de uma elevada temperatura estimular a vasodilatação dos vasos sanguíneos e, conseqüentemente, proporcionar uma maior fluidez sanguínea periférica. Entretanto, enquanto um aumento na temperatura deve aumentar a distribuição sanguínea aos músculos, este vai somente realçar a produção de energia aeróbica se o VO_2 cinético for limitado pela distribuição de O_2 .

Uma das possíveis explicações para esta ocorrência é que em indivíduos com adequada perfusão muscular ou distribuição de oxigênio, maior distribuição de oxigênio convectiva pode não afetar o VO_2 cinético durante a transição para exercícios menores do que o VO_2 máx. Outra hipótese é que o aumento no fluxo sanguíneo, normalmente alcançado pelo aquecimento, pode não ser suficiente para acelerar, significativamente, o VO_2 cinético (Bishop, 2003a).

2.1.6.3. Aceleração das reações metabólicas

Quando a temperatura corporal está mais elevada do que a temperatura habitual de repouso, os processos metabólicos se realizam de forma mais rápida. A produção de energia aeróbica pela aceleração da taxa limitadora de reações

associadas à fosforilação oxidativa pode ser realçada e ser reflexo de uma elevação da temperatura muscular após a realização de atividades de aquecimento. Este aumento da temperatura muscular deveria ser acompanhado por uma aceleração do Vo_2 cinético, uma vez que um dos princípios dos fatores limitadores para o VO_2 cinético muscular parece residir em uma inércia do metabolismo oxidativo (Bishop, 2003a).

Bishop (2003a) atribui como uma das possíveis explicações para tal a hipótese da fosforilação oxidativa tornar-se desacoplada somente acima de $\cong 40^\circ\text{C}$.

2.1.6.4. Aumento da taxa de condução nervosa

A velocidade de transmissão nervosa pode aumentar com o aumento da temperatura (Behm & Chaouachi, 2011; Taylor *et al.*, 2009), que pode, por sua vez, aumentar a velocidade de contração muscular e reduzir o tempo de reação, permitindo aos atletas evitarem lesões por torções ou quedas (Woods *et al.*, 2007).

Segundo Shellock & Prentice (1985), a temperatura corporal aumentada pelo aquecimento associada a um aumento na sensibilidade dos receptores nervosos e um aumento na velocidade de transmissão dos impulsos nervosos, permitem contrações musculares mais rápidas e fortes (Shellock & Prentice, 1985).

Em um de seus estudos, Bishop (2003a) confirma a afirmação de que um aumento na temperatura muscular pode contribuir para melhorar o desempenho pelos mesmos motivos apontados por Shellock & Prentice (1985). O autor afirma ainda que esses aumentos possam ser considerados importantes, principalmente, para tarefas que demandam altos níveis de movimentos corporais complexos ou requerer rápidas reações para uma variedade de estímulos.

2.1.6.5. Aumento da tensão termorreguladora

Bishop (2003a) preconiza que os exercícios musculares geram um calor a um nível considerável e proporcionam uma elevação na temperatura muscular, totalmente proporcional à carga de trabalho que os músculos foram submetidos. Entretanto, há um limite de calor que o corpo pode armazenar. Assim sendo, pode-se dizer que a elevação da temperatura antes de exercícios intensos pode ser

prejudicial ao desempenho desportivo, caso a mesma seja excessiva para o tipo de atividade que será realizada.

2.1.6.6. Aumento do fluxo sanguíneo para os músculos

O aumento da temperatura acompanha o aquecimento gerando vasodilatação que, por sua vez, produz um aumento do fluxo sanguíneo através dos tecidos ativos (Woods *et al.*, 2007; Shellock & Prentice, 1985).

Além destes, outros efeitos fisiológicos do aquecimento, como a elevação do consumo de oxigênio basal, a potenciação pós-ativação e o aumento da prontidão dos efeitos psicológicos, podem ser identificados, entretanto este não é o foco da atual investigação.

2.1.7. Força, Potência e Desempenho

A literatura ainda é controversa no que se refere ao efeito agudo do alongamento no desempenho de força. Pesquisas indicam que o alongamento estático pode produzir uma imediata redução significativa na capacidade de produção de potência (Behm *et al.*, 2001; Cornwell, 2001; Young & Behm, 2003, ACSM, 2009) e força, variável de 5 a 30% (Fowles *et al.*, 2000; Kokkonen *et al.*, 1998; ACSM, 2009), acumulada nos músculos alongados (Young & Behm, 2002). Algumas literaturas têm demonstrados efeitos deletérios no desempenho de força imediatamente após o alongamento (Power *et al.*, 2004; Behm *et al.*, 2004; Shrier, 2004; Marek *et al.*, 2005; Morse *et al.*, 2008; Church *et al.*, 2001; Rubini *et al.*, 2007), principalmente para as atividades que envolvam um ciclo de alongamento-estiramento relativamente curto (Young & Elliott, 2001), com consequências negativas para o desempenho desportivo (Morse *et al.*, 2008, Church *et al.*, 2001) e existem ainda literaturas que afirmam não haver influências significantes do alongamento sobre a força muscular (Alpkaya & Kocejka, 2007; Gurjão *et al.*, 2010; Ryan *et al.*, 2008).

Apesar disso, não está claro se os efeitos deletérios do alongamento podem ter um efeito negativo sobre o desempenho da força e potência nos atletas, porque os protocolos utilizados pelos pesquisadores muitas vezes não são representativos dos métodos de aquecimento típicos usados por atletas para se prepararem para os exercícios ou competição (Young & Behm, 2002).

O quadro 2 disponibiliza informações acerca dos resultados obtidos em alguns estudos relacionados ao desempenho de força e potência, enquanto o quadro 3 exibe resultados relacionados com a altura dos saltos e velocidade em provas de sprint.

Gurjão *et al.* (2010) submeteram 10 mulheres idosas a um protocolo de alongamento de três séries de 30 segundos, com 30 segundos de repouso, com o intuito de verificar se uma sessão de alongamento estático teria alguma influência sobre a força muscular. Os autores concluíram que o alongamento estático não afetou a capacidade de produção de força muscular.

Bazzett-Jones, Winchester & McBride (2005) também não verificaram alterações na taxa de produção de força em exercício multiarticular, após realização de uma rotina de alongamento, com volume de três séries de 30 segundos.

Por outro lado, Marek *et al.* (2005) encontraram um decréscimo de 3.2% na liberação média de potência como resultado de exercícios de alongamento estático. Desta forma, os autores afirmaram que há redução na força muscular isocinética ao submeter homens e mulheres a um protocolo de alongamento estático e, assim, afirma que o alongamento estático tem sido mostrado reduzir, significativamente, a força nas pernas, assim como a altura de salto no salto estático e no CMJ (Marek *et al.*, 2005).

Young *et al.* (2006) submeteram 20 sujeitos, sem lesões nos tornozelos, a cinco protocolos de aquecimento contendo uma corrida de cinco minutos, bem como vários protocolos de 30s de alongamento estático para os plantiflexores. Os protocolos aplicados foram: 1) sem alongamentos; 2) alongamento estático por 1 minuto; 3) alongamento estático por 2 minutos com 100% de intensidade; 4) alongamento estático por 4 minutos e 5) alongamento estático por 2 minutos.

Os protocolos 2, 3 e 4 tiveram 100% de intensidade, enquanto o protocolo 5 teve 90% de intensidade (Young *et al.*, 2006). Os resultados deste estudo mostraram uma diferença estatisticamente significativa na produção de força explosiva nos cinco protocolos de aquecimento aplicados, concluindo que o alongamento estático de 2 e 4 minutos prejudicam a capacidade de produção de força explosiva (Young *et al.*, 2006).

O prejuízo aumentou significativamente à medida que a duração do alongamento aumentava de 1 a 4 minutos (Young *et al.*, 2006), suportando a hipótese de relação efeito-volume (Young *et al.*, 2006; Taylor *et al.*, 2009).

Quadro 2. Investigações sobre os efeitos do alongamento estático sobre o desempenho (força, torque e potência).

	Estudo	Amostra (M/F) Média de Idade	Tipo de Alongamento	Protocolo reps x tempo (intervalo/repouso)	Resultado
Força e potência	Evetovich <i>et al.</i> (2003)	18 (8 M e 10 H) Média: 22.7 anos	Estático	4 x 30s (15s) Flexores de antebraço	Redução no torque (flexão de antebraço)
	Kokkonen <i>et al.</i> (1998)	30 (15 M e 15 H) Média:	Estático	3 x 15s (15s) 4 MMII	7.3% Redução na força (flexão) 8.1% Redução na força (extensão)
	Behm <i>et al.</i> (2004)	16 H Média: 24.1 anos	Estático	3 x 45s (15s) 3 MMII	6.9% Redução na força
	Cramer <i>et al.</i> (2006)	13 M Média: 20.8 anos	Estático	4 x 30s (20s) 4 Extensores de MMII	Sem alteração no torque Sem alteração na potência
	Avela <i>et al.</i> (1999)	20 H Média:	Estático	1 x 360s Plantiflexores	23.2% Redução na força
	Behm <i>et al.</i> (2001)	12 H Média:	Estático	5 x 45s (15s) Quadríceps	12.2% Redução na força
	Tricoli & Paulo (2002)	11 H Média: 26 anos	Estático	3 x 30s (30s) 2 MMII	13.8 % Redução na força
	Gurjão <i>et al.</i> (2003)	10 M Média: 68.5 anos	Estático	3 x 30s (30s) Quadríceps	Sem alteração na produção de força
	Nelson <i>et al.</i> (2001a)	55 (30 M e 25 H) Média:	Estático	4 x 30s (20s) Quadríceps	7% Redução no torque
	Nelson <i>et al.</i> (2001b)	15 (5 M e 10 H) Média:	Estático	4 x 30s (20s) Quadríceps	4.5% - 7.5% Redução no torque
	Marek <i>et al.</i> (2005)	19 (10 M e 9 H) Média: 23, 21 anos	Estático	4 x 30s 4 Extensores de MMII	Redução no torque Redução na potência
	Power <i>et al.</i> (2004)	12 H Média:	Estático	3 x 45s (15s) 6 MMII	9.5% Redução no força (quadríceps)
	Fowles <i>et al.</i> (2000)	10 (4 M e 6 H) Média: 22.3, 20.3	Estático	13 x 135s (5s) Plantiflexores	28% Redução na força (até 60 minutos)
	Young <i>et al.</i> (2006)	20 (8 M e 12 H) Média: 22.8 anos	Estático	2 x 30s; 4 x 30s; 8 x 30s (60s) a 100% 14 x 30s (60s) a 90%;	100% intensidade – 4% - 4.9% Redução na produção de força
	Endlich <i>et al.</i> (2009)	14 H Média: 23 anos	Estático	3 x 30s (30s); 4 x 30s (30s) 3 MMSS	0.78% - 9.2% Redução na força (MMSS) 4.2% - 14.3% Redução na força (MMII)
	Pearce <i>et al.</i> (2009)	13 (2 M e 11 H) Média: 22.5 anos	Estático	2 x 30s (15s) MMII	2.4% Redução na potência 3.8% Redução na potência (até 10 minutos)
	Young & Elliott (2001)	14 H Média: 22 anos	Estático	4 x 15s (20s) MMII	3.55% Redução na força
	Behm <i>et al.</i> (2006)	18 (9 M e 9 H) Média: 25 anos	Estático	3 x 30s (30s) 3 MMII	6.1% - 8.2% Redução na força (extensão de joelho) 6.6% - 10.7% Redução na força (flexão de joelho)
Cramer <i>et al.</i> (2004)	14 M Média: 22 anos	Estático	4 x 30s (20s) 4 Extensores de MMII	2.6% - 3.3% Redução no torque (extensão de perna)	
Cramer <i>et al.</i> (2005)	21 (14 M e 7 H) Média: 21.5 anos	Estático	4 x 30s (20s) 4 Extensores de MMII	Redução no torque (extensão de perna)	

Reps = repetições; M = mulheres; H = homens; CMJ = salto vertical em contra-movimento; MMII = músculos dos membros inferiores.

Quadro 3. Investigações sobre os efeitos do alongamento estático sobre o desempenho (salto vertical e sprint).

	Estudo	Amostra (M/F) Média de Idade	Tipo de Alongamento	Protocolo reps x tempo (intervalo/repouso)	Resultado
Salto Vertical	Behm <i>et al.</i> (2006)	18 (9 M e 9 H) Média: 25 anos	Estático	3 x 30s (30s) 3 MMII	5.5% - 5.7% redução no CMJ
	Behm & Kibele (2007)	10 (3 M e 7 H) Média: 26.5 anos	Estático	4 x 30s (30s) 3 MMII – 50, 75 e 100% de força	3.6% - 5.6% redução no CMJ
	Power <i>et al.</i> (2004)	12 H Média:	Estático	3 x 45s (15s) 6 MMII	Sem alteração no VJ
	Vetter (2007)	26 (12 M e 14 H) Média: 22 anos	Estático	2 x 30s (30s) 4 MMII	Redução no CMJ
	Church <i>et al.</i> (2001)	40 M Média: 20.3 anos	Estático		1.23% Redução no VJ
	Cornwell <i>et al.</i> (2001)	10 H Média: 20.6 anos	Estático	3 x 30s 2 Extensores de MMII	4.4% Redução no VJ 4.3% Redução no CMJ
	Cornwell <i>et al.</i> (2002)	10 H Média:	Estático	3 x 30s Tríceps	7.3% Redução no CMJ Sem alteração no VJ
	Young & Behm (2003)	17 (4 M e 13 H) Média: 26 anos	Estático	4 x 30s Quadríceps e Plantiflexores	3.2% Redução no VJ
	Young & Elliott (2001)	14 H Média: 22 anos	Estático	4 x 15s (20s) MMII	1.91% Redução no VJ
	Knudson <i>et al.</i> (2001)	20 (10 M e 10 H) Média:	Estático	3 x 5s 3 Extensores de MMII	Sem alteração no VJ
	Pearce <i>et al.</i> (2009)	13 (2 M e 11 H) Média: 22.5 anos	Estático	2 x 30s (15s) MMII	7.7% redução no VJ
	Wallmann <i>et al.</i> (2005)	14 (6 M e 8 H) Média:	Estático	3 x 30s Gastrocnêmios	5.6% redução no VJ
	Taylor <i>et al.</i> (2008)	13 H Média: 19.6 anos	Estático	1 x 30s (10-15s) 9 MMII	5.3% Aumento no VJ
	Little & Williams (2006)	18 H Média:	Estático	1 x 30s (20s) 4 MMII	Sem alteração no CMJ
Unick <i>et al.</i> (2005)	16 M Média: 19.2 anos	Estático	3 x 15s 4 MMII	Sem alteração no CMJ	
Sprint	Fletcher & Jones (2004)	97 H Média: 23 anos	Estático	1 x 20s	Redução no desempenho para Sprint (20m)
	Little & Williams (2006)	18 H Média:	Estático	1 x 30s (20s) 4 MMII	Sem alteração no tempo para Sprint (10m) Redução no tempo para Sprint (20m)
	Wong <i>et al.</i> (2011)	20 H Média: 16.8 anos	Estático	2 x 20s (60s) 2 MMII	Sem alteração no tempo para Sprint (30m)
	Taylor <i>et al.</i> (2008)	13 H Média: 19.6 anos	Estático	1 x 30s (10-15s) 9 MMII	0.9% Redução no Sprint (20m)
	Nelson <i>et al.</i> (2005)	16 (5 M e 11 H) Média: 19, 21 anos	Estático	4 x 30s (10 – 20s) 3 MMII	1.37% Redução no desempenho para Sprint (20m)
	Vetter (2007)	26 (12 M e 14 H) Média: 22 anos	Estático	1 x 30s (10s)	Sem alteração no tempo para o Sprint (30m)

Reps = repetições; M = mulheres; H = homens; CMJ = salto vertical em contra-movimento.

Os autores também verificaram diferenças na altura e tempo no desempenho do “drop jump”, além de ganhos na ADM entre 3.8% e 4.0% para corrida isolada, enquanto a corrida com alongamento de 4 minutos geraram ganhos entre 4.7% e 5% (Young *et al.*, 2006). Estas diferenças não são significantes, mas corroboram com os achados de Church *et al.* (2001) e Young *et al.* (2004).

Ainda assim, Young *et al.* (2006) sugerem que o mecanismo responsável pela queda no desempenho no drop jump, com alongamento de 100% de intensidade, não exerça influência considerável sobre os músculos envolvidos quando alongados a uma intensidade de 90% (Young *et al.*, 2006).

Behm *et al.* (2004) investigaram o efeito do alongamento estático sobre o equilíbrio, propriocepção, tempo de reação e movimento. Os resultados mostraram não haver diferenças estatisticamente significativas na queda de contração voluntária máxima e na capacidade de desenvolver força submáxima entre o grupo controle (sem alongamento) e o grupo experimental (com alongamento estático) (Behm *et al.*, 2004).

Relativamente à força, os resultados de Behm *et al.* (2004) demonstraram não haver diferenças significativas entre os grupos controle e experimental na liberação de força, sendo verificada queda de força na ordem dos 6.9% e 5.6%, respectivamente, para o pré-teste e o pós-teste (Behm *et al.*, 2004). Os autores afirmam ainda que embora as forças isométricas, no grupo experimental, tenham diminuído em 6.9% após o alongamento, o decréscimo não foi significativamente maior do que os 5.6% de melhoramento no grupo controle (Behm *et al.*, 2004).

Segundo os autores, a falta de uma queda significativa em relação à força isométrica pode ser atribuída ao volume moderado de alongamento imposto (Behm *et al.*, 2004).

Uma redução na força excêntrica como resultado do alongamento estático também é consistente com a redução do desempenho nos saltos (Young & Elliott, 2001). Para os autores, devido à correlação positiva existente entre o desempenho muscular concêntrico e a rigidez músculo tendínea, um decréscimo no salto pode ser esperado após o alongamento estático (Young & Elliott, 2001).

De acordo com Fowles *et al.* (2000), a redução da força muscular poderia estar associada a uma menor ativação dos órgãos tendinosos de Golgi e contribuição dos nociceptores, e conseqüentemente menor recrutamento de unidades motoras.

Apesar disto, o alongamento é teorizado como redutor das propriedades do sistema neuromuscular, resultando, desta forma, em UMT mais relaxado e capaz de manter uma maior ADM (Church *et al.*, 2001).

Em resumo, os efeitos agudos do alongamento sobre o desempenho muscular pode ser significativo, embora os parâmetros associados com estes efeitos não têm sido totalmente explorados (Young & Elliott, 2001).

Shrier (2004) analisou 32 estudos que se propuseram a investigar o efeito do alongamento sobre o desempenho desportivo. Nenhum dos estudos analisados identificou benefícios claros relacionados à força, torque e salto.

Um estudo de Behm *et al.* (2004) encontrou redução da força muscular ao investigarem os efeitos agudos do alongamento estático e do aquecimento para membros inferiores relacionados à força. Entretanto, os autores afirmaram que tal decréscimo não alcançou significância estatística.

2.1.8. Mecanismos de Redução do desempenho

Muito tem se especulado acerca dos mecanismos que explicam os prejuízos da força muscular. Os danos teciduais são possíveis explicações para a redução imediata no desempenho (Young & Behm, 2002), mas o preciso mecanismo que gera a redução na força e potência induzida pelo alongamento não é clara (Fowles *et al.*, 2000; Young & Behm, 2002).

Alguns autores creem que uma combinação de fatores mecânicos (Fowles *et al.*, 2000; Wallmann, Mercer & McWhorter, 2005) e neurais (Pearce *et al.*, 2009; Cramer *et al.*, 2004; Cramer *et al.*, 2005; Fowles *et al.*, 2000; Marek *et al.*, 2005; Power *et al.*, 2004) pode ser o responsável pela queda no rendimento dos atletas após a realização de uma sessão de alongamento.

O estudo de Fowles *et al.* (2000) estimou em 60% a contribuição dos fatores neurais para a queda da contração isométrica voluntária máxima e os restantes 40% foram atribuídos aos fatores mecânicos. A mensuração efetuada 30 minutos após o alongamento identificou que os déficits causados por fatores neurais correspondiam a 10%, enquanto que os causados por fatores mecânicos chegavam a 90%. (Fowles *et al.*, 2000)

Os resultados deste estudo permite-nos afirmar que a teoria de que as alterações nas propriedades dos elementos contráteis associadas a alterações

neurais influenciam a redução de força induzida pelo alongamento (Fowles *et al.*, 2000) e, conseqüentemente, pode ocasionar uma queda no rendimento desportivo (Perrier, 2009). Entretanto, deve-se considerar que o tempo de alongamento utilizado nesta pesquisa foi muito superior ao tempo de alongamento que se aplica no âmbito desportivo atual. Assim sendo, é questionável se a redução de força acontecerá sempre nos desportos que efetuam alongamento pré-exercício.

Apesar de todas as considerações da literatura atual, os mecanismos pelo qual ocorre a queda na força, potência e no desempenho ainda não estão identificadas. Neste sentido, encoraja-se a realização de mais pesquisas para preencher esta lacuna da ciência.

Fatores Neurais

Os fatores neurais mencionados como contribuintes para a redução de força referem-se à redução na ativação da UM e diminuição da excitabilidade dos motoneurônios alfa. A queda na ativação da UM tem sido demonstrada em várias ocasiões (Marek *et al.*, 2005; Power *et al.*, 2004).

Alguns autores acreditam que a redução na ativação da UM (Perrier, 2009; Marek *et al.*, 2005; Fowles *et al.*, 2000; Behm *et al.*, 2001, Cramer *et al.*, 2005) e a sensibilidade reflexa alterada (Marek *et al.*, 2005; Fowles *et al.*, 2000; Cramer *et al.*, 2004; Behm *et al.*, 2001; Power *et al.*, 2004) podem explicar a perda de força imediata após o alongamento estático.

Um dos possíveis mecanismos neurais que pode afetar os saltos está relacionado à resposta aguda do músculo ou proprioceptores articulares para manter o alongamento (Cornwell *et al.*, 2001).

O alongamento poderia produzir um nível de inibição que diminui o número de unidades motoras disponíveis e, desse modo, limitar a produção de força e potência nos saltos (Cornwell *et al.*, 2001). Este efeito inibitório tem sido sugerido aumentar a complacência muscular, permitindo aumento do comprimento durante o alongamento sem estímulos do alongamento reflexo (Spernoga *et al.*, 2001).

A inibição neural (Fowles *et al.*, 2000) e a complacência músculo tendínea aumentada geram uma redução na taxa de transmissão de força do músculo ao sistema esquelético (Cornwell, 2001; Kokkonen *et al.*, 1998; Young & Behm, 2002) e aumenta o tempo necessário para esta estrutura ser alongada durante o processo de produção de força muscular (Gurjão *et al.*, 2010). Esta inibição é, geralmente,

induzida pelo alongamento e é consistente com a noção de um reflexo miostático inverso por meio do qual um estiramento mantido é pensado estimular a descarga dos órgãos tendinosos de Golgi (Young & Elliott, 2001).

Os órgãos tendinosos de Golgi respondem ao estiramento por iniciar a inibição reflexa (inibição autogênica) das musculaturas que estão sendo alongadas e dos seus sinergistas (Nelson *et al.*, 2005b; Cornwell *et al.*, 2001). É possível que a redução na liberação de potência máxima após o alongamento esteja relacionada à inibição autogênica (Cornwell *et al.*, 2001).

Este efeito inibitório é pensado diminuir a atividade muscular, permitindo um relaxamento, de modo que o músculo possa ser alongado e aumenta a complacência muscular, proporcionando aumento do comprimento durante o alongamento sem estímulos do alongamento reflexo (Spernoga *et al.*, 2001).

Já Weerapong, Hume & Kolt (2004) sugerem que o alongamento estático pode aumentar a inibição pré-sináptica, assim como reduzir a transmissão sináptica durante ativações repetitivas (Weerapong *et al.*, 2004) e isto, pode levar à queda no desempenho em movimentos baseados em potência repetitiva (Perrier, 2009).

Os mecanismos exatos pelo qual os fatores neurais afetam o alongamento ainda não são conhecidos (Magnusson & Renström, 2006).

Fatores Mecânicos

Acredita-se na contribuição dos fatores mecânicos na redução de força, pelo fato do alongamento estático aumentar a complacência na UMT (Behm & Chaouachi, 2011; Perrier, 2009; Marek *et al.*, 2005), além de proporcionar maior capacidade ao tendão complacente absorver maior quantidade de energia (Perrier, 2009).

As alterações na rigidez muscular na sequência de alterações das propriedades viscoelásticas da UMT também são encaradas como hipóteses para explicar o déficit de força induzida pelo alongamento (Cramer *et al.*, 2004; Evetovich *et al.*, 2003; Fowles *et al.*, 2000; Nelson *et al.*, 2001b; Cornwell *et al.*, 2002; Marek *et al.*, 2005).

Segundo Young & Elliott (2001), a redução na rigidez da UMT é uma possível explicação para o efeito negativo do alongamento estático sobre o desempenho, uma vez que é suposto que esta redução reduza a capacidade de produção da força contrátil. Esta alteração pressupõe um pior aproveitamento da energia elástica em

atividades explosivas com utilização do ciclo alongamento-encurtamento (Young & Elliott, 2001). Na sequência, uma carga aguda de alongamento muscular poderia comprometer a eficácia do ciclo alongamento-encurtamento através da redução da rigidez ativa da UMT e, desta forma, proporciona redução da energia elástica que pode ser armazenada e reutilizada (Nelson *et al.*, 2005a; Nelson *et al.*, 2005b; Rubini *et al.*, 2007).

Com a UMT mais complacente, os elementos contráteis devem se contrair sobre uma distância maior, o que resulta na redução do torque e em uma menor taxa de desenvolvimento de força (Witvrouw *et al.*, 2004; Perrier, 2009). Considerando que o aumento na complacência da UMT requer maior força contrátil para transmissão da força muscular às articulações, provavelmente, ocorrerá um atraso na geração de força externa (Perrier, 2009; Weerapong *et al.*, 2004).

Outra consideração que deve ser feita é que apesar de uma pequena alteração na ativação da UM, o fato da UMT estar mais complacente, devido ao alongamento, faz com que o torque diminua (Perrier, 2009).

2.2. Alongamento e Prevenção de Lesões

As rotinas pré-exercícios são práticas comuns para a maioria dos desportistas (Kovacs, 2006a; O'Sullivan *et al.*, 2009; Church *et al.*, 2001).

A recomendação do alongamento, como tarefa pré-desportiva indispensável, se dá devido à premissa de que este diminui o risco de lesões (Kovacs, 2006a; O'Sullivan, 2009, Church *et al.*, 2001; Rubini *et al.*, 2007; Cornwell *et al.*, 2001; Youn & Elliot, 2001), atenua o surgimento de dor muscular tardia (Rubini *et al.*, 2007), além de favorecer melhor desempenho físico (Rubini *et al.*, 2007, Church *et al.*, 2001; Cornwell *et al.*, 2001; Young & Elliot, 2001).

As lesões músculoesqueléticas representam mais de 30% das lesões vistas na prática da medicina desportiva (Woods *et al.*, 2007) e, de uma forma geral, podem ser classificadas de acordo com o tecido lesionado. Diversos fatores como a idade, lesão anterior e nível de flexibilidade, são considerados como fatores de riscos de lesões desportivas.

As lesões ocorrem como resultado de uma força excêntrica de alongamento ao músculo além da sua ADM livre até o ponto de falha (Woods *et al.*, 2007). Os músculos absorvem o máximo de estresse possível antes da lesão (Garrett Jr.,

1990; Kirkendall & Garrett Jr., 2002). Para realizar um movimento sem proporcionar lesões, o músculo deve ter uma capacidade de estiramento que permita o alcance da ADM necessária sem aumentar a tensão/estresse ou carga envolvida.

Pode-se teorizar que este aumento no comprimento muscular pode permitir o músculo a mover-se através de uma ADM maior, ou alongar, antes de alcançar o ponto de falha (Woods *et al.*, 2007).

Por exemplo, a habilidade para alongar sem danos pode permitir aos atletas assumirem uma posição não usual, e, em contrapartida, resultaria em lesão, devendo-se levar em consideração que o total de força aplicada em cada tarefa de alongamento é subjetivo (Woods *et al.*, 2007).

Considera-se que o músculo de um indivíduo tem, a um dado momento, uma ADM específica através da qual poderia mover-se livremente (Woods *et al.*, 2007). O movimento além da zona livre de lesão (ZLL) resultaria em uma lesão muscular. Se o centro da ZLL é definido pelo comprimento do músculo através do alongamento, causaria uma expansão ou alargamento da ZLL. Este alargamento da ZLL permitiria uma ADM maior através da qual o músculo pode se mover livremente. Isto resultaria em menor estresse sobre o músculo a dado ponto na ADM e assim requer uma maior força para alongar o músculo até o ponto de falha (Woods *et al.*, 2007).

É sugerido que o aquecimento (O'Sullivan, 2009, Church *et al.*, 2001) e o alongamento sejam úteis para reduzir o risco de lesões (Kovacs, 2006a; O'Sullivan, 2009, Church *et al.*, 2001; Rubini *et al.*, 2007; Cornwell *et al.*, 2001; Young & Elliot, 2001), mas há um consenso geral de que o alongamento adicionado ao aquecimento não afeta a incidência de lesões por "overuse" (McHugh & Cosgrave, 2010). Além disso, de acordo com Young (2007), até a publicação de sua investigação, nenhum estudo havia concluído, com clareza, se a inclusão do alongamento estático nas rotinas de aquecimento realmente influencia a taxa ou severidade das lesões (Young, 2007).

Vários estudos têm demonstrado diferentes pontos de vistas em relação à efetividade do alongamento e do aquecimento serem preventores de lesões (Woods *et al.*, 2007), chegando até mesmo a questionar os reais benefícios para o desempenho desportivo que estes podem gerar.

Pope, Herbert, Kirwan & Graham (2000) encontraram evidências de que o alongamento pré-exercício não exerce efeitos sobre as taxas de lesões, ao submeter

1538 militares a um protocolo de aquecimento, com e sem alongamento, de 12 semanas (Pope *et al.*, 2000).

Schroeder (2010) revisou a ação do alongamento na prevenção de lesões em atletas competidores, entretanto os resultados não foram conclusivos e, portanto, não foi possível identificar o potencial do alongamento em contribuir com a redução dos riscos de lesões desportivas (Schroeder, 2010).

Já a revisão efetuada por Hart (2005) mostrou que não há evidências científicas que suportem a teoria de que o aquecimento e o treino da flexibilidade possam evitar lesões.

Apesar do déficit de evidências que suportem os benefícios do alongamento prevenir lesões (Magnusson & Renström, 2006; Pope *et al.*, 2000), o alongamento continua a ser uma parte ubíqua do mundo desportivo e é grandiosamente recomendado por especialistas do desporto, bem como por treinadores (Decoster, 2009).

Pelo fato de se especular que o alongamento e o aquecimento são importantes medidas de prevenir lesões (Safran *et al.* 1989; Shellock & Prentice, 1985), aumentar a ADM em várias articulações (Marek *et al.*, 2005; Young, 2007) e, conseqüentemente, ajudar a manter os atletas disponíveis para os eventos, estes têm sido, regularmente, incluídos como parte integral de suas rotinas de aquecimento precedentes à participação desportiva (Cornwell *et al.*, 2001; McHugh & Cosgrave, 2010; O'Sullivan *et al.*, 2009; Morse *et al.*, 2008).

De acordo com McHugh & Cosgrave (2010), os atletas usam o alongamento pré-participação para garantir ADM nas articulações com a finalidade de desenvolver as atividades atléticas da melhor forma possível e diminuir a rigidez muscular ou o aumento de complicações musculares, o que teoricamente reduz o risco de lesões. Suportando estas afirmações, Morse *et al.* (2008), afirma que o alongamento muscular é utilizado pelos atletas com o intuito de prevenir a ocorrência de lesões, aumentar a flexibilidade muscular e ADM articular e, ocasionalmente, melhorar o desempenho desportivo (Marek *et al.*, 2005; Morse *et al.*, 2008; Cornwell *et al.*, 2001). Além disso, pelo fato de ser utilizado há bastante tempo na vida desportiva, a retirada do alongamento estático da rotina de aquecimento pode ter influência psicológica negativa e, conseqüentemente, afetar o desempenho negativamente (Young, 2007).

Alguns estudos têm reportado que não há “redução no risco” de lesões (Pope *et al.*, 2000; Magnusson & Renström, 2006) ou lesões totais, enquanto outros relatam efeitos positivos sobre a redução das lesões musculares (Amako *et al.*, 2003; Bixler & Jones, 1992) e uma redução nas lesões músculo tendíneas do programa de intervenções de aquecimento e alongamento. Segundo McHugh & Cosgrave (2010), existem evidências de que o alongamento pré-participação reduza a incidência de lesões musculares, mas há uma clara necessidade de estudos aprofundados. Os autores afirmam ainda que o poder do alongamento pode melhorar ou não exercer efeitos, ou ainda prejudicar o desempenho, assim como pode diminuir o risco de lesões, não ter efeito sobre essa redução ou, ainda, aumentá-los (McHugh & Cosgrave, 2010).

Amako *et al.* (2003) examinaram os efeitos de um programa de alongamento sobre as lesões em treinos em recrutas militares. Na comparação de taxa média do total de lesões, a diferença entre o grupo controle e o grupo intervenção, não foi estatisticamente significativa. Entretanto, quando as lesões foram classificadas por tipo, a ocorrência de lesões músculo tendíneas e lombalgias foi significativamente mais baixa estatisticamente (2.5% vs 6.9%; $p < 0.05$) no grupo que realizou o alongamento. Em outras palavras, embora o alongamento não tenha efeito significativo sobre as lesões ósseas ou articulares, ele reduziu a incidência das lesões musculares.

Bixler & Jones (1992) também encontraram um efeito significativo do alongamento e aquecimento sobre a redução da lesão muscular.

Segundo Woods *et al.* (2007), que examinaram o potencial de uma rotina de aquecimento e/ou alongamento na determinação de lesões musculares durante a atividade física, o atleta deve ser considerado lesionado se apenas se este estiver inapto a executar suas atividades normais sem sinais ou sintomas por um período de três dias. Nestes casos, o sujeito deve ser encaminhado ao departamento médico para diagnóstico detalhado da lesão.

2.3. Tarefas de Potência Muscular – Salto Agachado (SJ), Salto Contra-Movimento (CMJ), e de Velocidade Cíclica “Sprint” de 20 metros, monitorização dos efeitos agudos do aquecimento e dos alongamentos

Normalmente, quando se iniciam tarefas motoras, como saltar, os seres humanos tendem a começar a movimentação com um movimento em uma direção contrária à direção principal. Este é conhecido como salto contra-movimento ou, simplesmente, CMJ, que pode ser definido por aquele salto que se inicia com uma posição ereta e faz um movimento de impulsão antes de se desprender do solo.

O CMJ é executado da seguinte forma: da posição ereta, um contra-movimento para baixo é desenvolvido antes do centro de gravidade do corpo ser elevado verticalmente (Cornwell *et al.*, 2001). A altura do salto é definida como a diferença entre a altura do centro de massa corporal ao ápice do salto e a altura deste centro de massa quando o sujeito está de pé no solo (Bobbert *et al.*, 1996).

É de fácil percepção que no CMJ se alcança maiores alturas do que no squat jump (SJ) ou salto agachado. Uma das possíveis explicações é o fato de, no CMJ, os músculos estarem aptos a alcançar o mais alto nível de força antes do início da contração concêntrica (Bobbert *et al.*, 1996).

Bobbert *et al.* (1996) afirmam que o desempenho em determinadas tarefas são melhoradas pelo contra-movimento. (Bobbert *et al.*, 1996). Inclusive, o contra-movimento pode produzir maior trabalho ou possibilitar o uso do trabalho produzido de uma forma mais eficiente. Os autores sugerem que a energia elástica distribuída na ação concêntrica dos músculos contribui para o aumento da produção de força (Bobbert *et al.*, 1996).

Durante o movimento de impulsão no CMJ, os músculos ativos são pré-alongados e absorvem energia. Parte desta energia absorvida é temporariamente armazenada em elementos elásticos em série e, posteriormente, são reutilizadas quando este músculo agir de forma concêntrica (Bobbert *et al.*, 1996).

Bobbert *et al.* (1996) concluíram que o armazenamento e reutilização da energia elástica pode ser considerada como uma das explicações para a apresentação de melhor desempenho no CMJ do que em outros tipos de saltos como o SJ, por exemplo.

A quantidade de energia armazenada nos elementos elásticos em série é determinada pela força no início do push-off. Como a força no início do push-off é

maior no CMJ do que no SJ, mais energia elástica é armazenada no CMJ (Bobbert *et al.*, 1996).

Segundo Bobbert *et al.* (1996), a diferença na quantidade de trabalho produzido entre os tipos de saltos é determinada pela dinâmica do desenvolvimento de força e não pelo armazenamento e reutilização da energia elástica (Bobbert *et al.*, 1996).

Se o deslocamento angular concêntrico é igual nos variados tipos de salto, um aumento na quantidade de energia elástica armazenada ao início da fase concêntrica reduziria a quantidade de energia a ser produzida pelos elementos contráteis, uma vez que o comprimento dos elementos elásticos em série ocorre à medida que a expansão do comprimento sobre os elementos contráteis produzem trabalho (Bobbert *et al.*, 1996).

Estudos anteriores têm relatado que a fase excêntrica do CMJ se inicia com alongamento reflexo, o que, por sua vez, aumenta a ativação muscular durante o período de trabalho concêntrico. Este efeito tem sido denominado potenciação mioelétrica, que pode ser mascarado por uma sessão de alongamento passivo (Cornwell *et al.*, 2001).

O alongamento pré-exercício pode influenciar negativamente o desempenho em habilidades que envolvem um ciclo alongamento-encurtamento por impedir a potenciação mioelétrica (Cornwell *et al.*, 2001; Nelson *et al.*, 2005b).

Bobbert *et al.* (1996) monitoraram a cinemática, cinética e atividade elétrica muscular de seis músculos do membro inferior em seis jogadores de voleibol durante o CMJ e o SJ. Os resultados confirmaram que a salto mais alto pode ser conseguido com o CMJ e indicam ainda que isto se deva ao fato de maior trabalho ser produzido após o contra-movimento.

Nesta pesquisa, Bobbert *et al.* (1996) estimaram a contribuição relativa do tempo disponível para desenvolvimento da força e armazenamento e reutilização da energia elástica para o realce do desempenho no CMJ comparado com o squat jump.

Cornwell *et al.* (2001) reportaram uma redução significativa na altura tanto para o CMJ quanto para o SJ após um alongamento estático (Cornwell *et al.*, 2001).

Church *et al.* (2001) submeteram 40 atletas do sexo feminino, competidoras na 1ª divisão universitária dos Estados Unidos (NCAA), nas modalidades tênis, remo, voleibol, salto, lançamento e corredores e maratonistas, a três protocolos

diferentes: um aquecimento geral isolado, aquecimento geral mais alongamento estático, aquecimento geral mais PNF, em três dias consecutivos. Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de determinar quais tipos de aquecimento ou rotina de flexibilidade apresentavam os melhores resultados para a produção de ótimos resultados em testes de salto vertical (Church *et al.*, 2001).

Os resultados demonstraram um menor desempenho nos saltos verticais após a sessão de aquecimento combinado com alongamento PNF em comparação com o aquecimento geral isolado e aquecimento geral combinado com alongamento estático (Church *et al.*, 2001), assim como Young & Behm (2002) também verificaram que um protocolo de alongamento PNF produz um efeito negativo maior sobre o desempenho em saltos verticais do que os produzidos após um aquecimento com alongamento estático (Young & Behm, 2002).

Young & Behm (2002) citam que Knudson *et al.* (2000) relataram uma diminuição não-significante no desempenho em saltos verticais após uma rotina de alongamento estático (Young & Behm, 2002). Os autores verificaram que 55% dos sujeitos apresentaram esta redução, enquanto os outros 45% variaram as suas respostas ao alongamento estático. Entretanto, é possível que nestes sujeitos a prática de pedalar e saltar tenham surtido efeitos positivos (Young & Behm, 2002).

Fletcher & Jones (2004) efetuaram um estudo na tentativa de determinar os efeitos de dois protocolos de alongamento (estático e dinâmico) sobre o desempenho em uma prova de sprint de 20 metros.

Os autores dividiram 97 jogadores de rugby em quatro grupos, onde cada grupo realizou um tipo de alongamento (alongamento estático passivo, alongamento estático ativo, alongamento dinâmico ativo e alongamento dinâmico estático). Cada grupo realizou uma corrida de aquecimento de 10 minutos e em seguida foram submetidos a um teste de sprint de 20 metros. Na sequência, os sujeitos realizaram o alongamento, correspondente ao seu grupo, e foram submetidos ao re-teste de sprint de 20 metros.

Verificou-se que o grupo que realizou alongamento estático ativo apresentou um aumento significativo no tempo de cumprimento do sprint de 20 metros ($p < 0.05$).

Com o objetivo de avaliar se a queda no desempenho permanece quando o alongamento estático é conduzido antes de um aquecimento específico, Taylor *et al.* (2009) submeteram 13 jogadores de netbol a duas condições experimentais de aquecimento.

A primeira condição envolveu corrida submáxima, seguida por 15 minutos de alongamento estático e uma tarefa de aquecimento específica de netbol, enquanto a segunda condição consistiu do mesmo protocolo, entretanto o alongamento estático foi substituído pelo alongamento dinâmico. Segundo os autores, desta forma, seria garantida a identificação dos efeitos específicos de cada tipo de alongamento. Os sujeitos foram submetidos a uma prova de CMJ e sprint de 20 metros, após cada sessão de alongamento e, voltaram a fazer os mesmos testes após o aquecimento específico.

Os resultados mostraram que o alongamento estático apresentou desempenho médio menor do que o alongamento dinâmico no CMJ e no tempo de sprint (-0.42% e 1.4%, respectivamente).

Esses achados permitiram aos autores sugerirem que, caso o alongamento estático seja incluído na tarefa de aquecimento pré-competição, o período de alta-intensidade para realização de habilidades específicas da modalidade seja realizada algum tempo antes da competição (Taylor *et al.*, 2009).

Nelson *et al.* (2005b) submeteram 16 atletas a quatro protocolos envolvendo alongamentos associados à tarefa de sprint de 20 metros. Os sujeitos foram testados em quatro condições: sem alongamento, alongamentos para ambas as pernas, alongamento para perna posicionada na frente no início do sprint e alongamento para a perna posicionada atrás no início do sprint. Apesar não ter existido diferenças significativas entre qualquer das quatro condições, foi verificado um aumento no tempo do sprint.

Pelo fato dos participantes terem executado as tarefas de sprint dentro de 10 minutos após o último alongamento, não há certeza de que um efeito similar seria evidenciado após 30 minutos. Como o sprint de 20 metros é muito mais curto do que o sprint de uma competição oficial (100 e 200 metros), é desconhecido se a diferença apresentada nos 20 metros seria acumulada, permaneceria estática ou diminuiria em um percurso maior, mas não se sabe se esta diferença seria acumulada, permaneceria estática ou diminuiria se tratando de um percurso maior.

O sprint requer um alto nível proprioceptivo, especialmente para a pré-ativação que contribuirá para a rápida transição da fase excêntrica para a concêntrica, que é requerida para geração de velocidade no sprint (Fletcher & Jones, 2004; Fletcher & Annes, 2007).

Uma das potenciais explicações é que o desempenho possa ter sido impedido, durante parte do sprint, por uma redução na efetividade da UMT em armazenar energia elástica após um aumento na complacência músculo tendínea induzido por um alongamento (Nelson *et al.*, 2005b). Para Fletcher & Jones (2004) a redução na habilidade do UMT em armazenar energia elástica na sua fase excêntrica gerou um aumento na complacência da UMT, sendo este último o responsável pela queda no desempenho vista após o alongamento estático ativo (Fletcher & Jones, 2004).

É interessante notar que esta queda na velocidade ocorreu sem alongar o quadríceps, que é um dos principais músculos utilizados no sprint.

Corroborando com os achados de Cornwell *et al.* (2001) e Young & Behm (2003), que reportaram queda na altura do salto após alongamento, principalmente do quadríceps, Nelson *et al.* (2005b) presumem que o desempenho no sprint poderia ter sido pior caso o quadríceps tivesse sido adicionado aos protocolos de alongamento.

Em contrapartida, Young & Elliott (2001) referem estudos anteriores que já haviam relatado ganhos significativos nos saltos verticais após ações musculares estáticas.

Um estudo de Taylor *et al.* (2009), comparou os efeitos do alongamento estático e dinâmico associados a um aquecimento específico. Seus achados demonstraram que o desempenho no CMJ foi incrementado em 5.3% após a aplicação de tarefas de aquecimento específica, em relação aos valores apresentados após o alongamento estático.

Melhoramentos no desempenho no salto vertical têm sido relatados após 3-5 minutos de corrida de intensidade moderada. Estima-se que este melhoramento após o aquecimento ativo seja superior a 3.5% por °C (Bishop, 2003b) Desta forma, é sugerido que o aquecimento ativo aumente a altura do salto vertical através de mecanismos adicionais ao aumento da temperatura muscular (Bishop, 2003b).

Wright, Williams, Greany & Foster (2006) também encontraram menores valores na altura do salto vertical, produzidos pelo alongamento estático. Os autores compararam o desempenho no salto vertical após três condições (sem alongamentos, com alongamento estático e com alongamento dinâmico) e o alongamento estático produziu uma redução entre 1.27 e 2.63cm ($p < 0.05$), sendo

este considerado como desempenho inferior ao alongamento dinâmico e o grupo controle (Wright *et al.*, 2006).

É possível que o impacto negativo do alongamento agudo possa ser comparável nas habilidades que se beneficiam do fenômeno alongamento-encurtamento e aquelas que não (Kokkonen *et al.*, 1998).

Uma redução da rigidez pode não afetar o desempenho no CMJ através do mesmo mecanismo que afeta o SJ. Uma possível alternativa, segundo Cornwell *et al.* (2001), é que o CMJ possa ser mascarado por uma habilidade reduzida de a UMT armazenar energia elástica a tornaria mais complacente (Cornwell *et al.*, 2001).

Se uma rigidez ativa permanece inalterada pela sessão de alongamento, algum outro mecanismo deve ser responsável pela diminuição da altura atingida com o CMJ (Cornwell *et al.*, 2001).

Os autores concluem que o alongamento muscular passivo possa influenciar negativamente o desempenho de uma habilidade que requeira uma alta liberação de potência como é o caso do salto vertical (Cornwell *et al.*, 2001) e do CMJ. Esta afirmação se opõe à percepção geral de que um alongamento passivo antes de exercícios intensos seja sempre uma prática prudente (Cornwell *et al.*, 2001).

O desempenho do salto em distância, assim como a altura do salto vertical (Young & Behm, 2003; Cornwell *et al.*, 2001), são bons indicadores de liberação de potência e tem sido mostrado serem significativamente reduzidos após o alongamento estático (Young & Elliott, 2001).

Há algumas evidências de que os prejuízos possam estar relacionados aos tipos de contrações (Cornwell, 2001a; Young & Elliott, 2001; Young & Behm, 2002) ou às velocidades de contrações (Young & Behm, 2002).

Em relação à duração do efeito do alongamento pré-exercício, o estudo de Cornwell *et al.* (2001) executaram saltos poucos minutos após o alongamento, analisando apenas os efeitos imediatos do alongamento antes da atividade física e, por este motivo, não consegue estabelecer se um efeito semelhante seria visível 30 minutos após o alongamento (Cornwell *et al.*, 2001).

Fowles *et al.* (2000) encontraram uma redução de 9%, no torque isométrico máximo em plantiflexão após 60 minutos da realização de um protocolo de alongamento. Entretanto, também revelaram que a redução encontrada de imediato (1 minuto após o protocolo de alongamento) foi de 28%. Desta forma, os autores afirmam que o efeito do alongamento sobre os saltos verticais são negativos, e

persistem por um determinado tempo após a sessão de alongamento, mas é notório que este efeito vai se reduzindo com o passar do tempo.

Existem estudos que acreditam que o efeito deletério do alongamento estático pode perdurar por até 120 minutos após a intervenção de alongamento (Brandenburg *et al.*, 2007).

Claramente, há a necessidade de mais estudos para estabelecer o tempo de permanência dos efeitos do alongamento sobre os saltos verticais e sprint.

No estudo de Little & Williams (2006), jogadores de futebol foram submetidos a 4 minutos de corrida, seguida de, aproximadamente, 6 minutos de alongamento estático (30 segundos para quatro grupos musculares dos membros inferiores) e, finalmente, um sprint de 20 metros em linha reta, bem como com alteração nas direções. Posteriormente, os sujeitos foram submetidos ao mesmo protocolo, porém sem a inclusão do alongamento estático. Após cada tarefa de aquecimento, os sujeitos foram submetidos aos testes de saltos verticais sem movimentação dos braços, sprint de 20 metros e testes de agilidade.

Apesar dos resultados mostrarem que o alongamento estático diminuiu a altura do salto em 2,5%, apenas no sprint de 20 metros houve diferenças estatisticamente significativas entre os dois protocolos aplicados, tendo o protocolo que utilizou o alongamento estático resultado em tempos menores (Little & Williams, 2006).

Hopker *et al.* (2009) realizaram um estudo, com trinta e oito atletas, para avaliar a fiabilidade do desempenho em provas de sprint de 20 metros em oito ocasiões diferentes. Tal como no nosso estudo, o tempo de cada prova foi marcado sensorialmente por células fotoelétricas.

Os resultados indicaram que a fiabilidade dos dados pode ser derivada das simples medidas que a prova de sprint requer com o uso de protocolos fixos de distância (Hopker *et al.*, 2009).

Foram verificadas diferenças significativas entre os tempos registados durante as provas em ambiente fechado e ao ar livre e os autores concluíram que as medidas de força e potência nas provas decorridas em ambiente fechado, devem ter pelo menos três sessões de familiarização para reduzir a variabilidade nos resultados dos testes (Hopker *et al.*, 2009).

Apesar da clara importância da prova de sprint para o processo de avaliação desportiva, os efeitos do alongamento sobre a velocidade permanecem indeterminados (Shrier, 2004).

2.4. Conclusão

Apesar de muitas recomendações para a sua utilização como meio preventivo de lesões, a literatura atual não disponibiliza evidências claras de efeito positivo sobre o alongamento estático em relação à redução do risco de lesão.

Mesmo não havendo estudos que comprovem que o alongamento estático reduza o risco de lesões, caso seja verificado um benefício profilático do alongamento estático, os praticantes poderiam manter o alongamento estático na rotina de aquecimento, apesar de qualquer prejuízo notado no desempenho. A questão importante a ser avaliada para cada caso é se os benefícios agudos gerados pelo alongamento estático são maiores do que os efeitos produzidos por outros componentes do aquecimento.

É muito comum questionarem: *“o alongamento estático deve ser retirado do programa de aquecimento pré-competição?”*.

A resposta mais plausível para esta questão é: Se um modelo de estudo bem estruturado demonstra que o alongamento estático prejudica o desempenho desportivo em determinada modalidade desportiva, os praticantes devem eliminar esta tarefa da sua rotina de aquecimento. Esta decisão deve ser bastante ponderada e equilibrada com outros potenciais efeitos agudos do alongamento diretamente na participação desportiva, como o potencial efeito preventivo de lesões.

Conclui-se que o impacto do pré-alongamento sobre o desempenho desportivo, varia de acordo com a modalidade desportiva, o tipo de alongamento e o tipo de atividade a ser desenvolvida. Assim sendo, apesar de serem apresentadas evidências substanciais de que o alongamento estático possa prejudicar o desempenho de força e a potência, a duração do prejuízo, o protocolo de alongamento utilizado e os mecanismos fisiológicos responsáveis por esta queda ainda não são totalmente conhecidos. Por este motivo, pelo fato de muitos desportos não requererem o desempenho da força e potência máxima e pelo fato do alongamento estático poder ser útil na prevenção de lesões, essa técnica de alongamento deve ser mantida na rotina de aquecimento.

2.5. Referências

- Amako, M., Oda, T., Masuoka, K., Yokoi, H., & Campisi, P. (2003). Effect of static stretching on prevention of injuries for military recruits. *Mil Med*, 168(6), 442-446.
- American College of Sports Medicine. (2009). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. (8ª edição). Philadelphia/Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Alpkaya, U., & Koceja, D. (2007). The effects of acute static stretching on reaction time and force. *J Sports Med Phys Fitness*, 47(2), 147-150.
- Bandy, W. D., Irion, J. M., & Briggler, M. (1998). The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther*, 27(4), 295-300.
- Bazzett-Jones, D. M., Winchester, J. B., & McBride, J. M. (2005). Effect of potentiation and stretching on maximal force, rate of force development, and range of motion. *J Strength Cond Res*, 19(2), 421-426.
- Beedle, B. B., & Mann, C. L. (2007). A comparison of two warm-ups on joint range of motion. *J Strength Cond Res*. 21(3), 776-779.
- Behm, D. G., Bambury, A., Cahill, F., & Power, K. (2004). Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Med Sci Sports Exerc*, 36(8), 1397-1402.
- Behm, D. G., Button, D. C., & Butt, J. C. (2001). Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Can J Appl Physiol*, 26(3), 261-272.
- Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol*, in press.
- Bishop, D. (2003a). Warm Up I: Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med*, 33(6), 439-54.
- Bishop, D. (2003b). Warm Up II: Performance changes following active warm-up and how to structure the warm-up. *Sports Med*, 33(7), 483-498.
- Bixler, B., & Jones, R. L. (1992). High-school football injuries: effects of a post-halftime warm-up and stretching routine. *Fam Pract Res J*, 12(2), 131-139.
- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G. M., Litjens, M. C. A., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc*, 28(11), 1402-1412.

- Brandenburg, J., Pitney, W., Luebbers, P., Veera, A., & Czajka, A. (2007). Time course of changes in vertical-jumping ability after static stretching. *Int J Sports Phys Perf*, 2(2), 170-81.
- Church, B. J., Wiggins, M. S., Moode, E. M., & Crist R (2001). Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*, 15(3), 332-336.
- Cone, J. R. (2007). Warming up for intermittent endurance sports. *Strength and Conditioning Journal*, 29(6), 70-77.
- Cornwell, A., Nelson, A. G., Heise, G. D., & Sidaway, B. (2001). The acute effects of passive muscle stretching on vertical jump performance. *J Hum Mov Stud*. 40, 307-24.
- Cornwell, A., Nelson, A. G., & Sidaway, B. (2002). Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *Eur J Appl Physiol*, 86(5), 428-434.
- Cramer, J. T., Housh, T. J., Johnson, G. O., Miller, J. M., Coburn, J. W., & Beck, T. W. (2004). Acute effects of static stretching on peak torque in women. *J Strength Cond Res*, 18(2), 236-241.
- Cramer, J. T., Housh, T. J., Weir, J. P., Johnson, G. O., Coburn, J. W., & Beck, T. W. (2005). The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *Eur J Appl Physiol*, 93(5-6), 530-539.
- de Weijer, V. C., Gorniak, G. C., & Shamus, E. (2003). The effect of static stretch and warm-up exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *J Orthop Sports Phys Ther*, 33(12), 727-733.
- Depino, G. M., Webright, W. G., & Arnold, B. L. (2000). Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *J Athl Train*, 35(1), 56-59.
- Decoster, L. C. (2009). Effects of hamstrings stretching on range of motion. *Athletic Training & Sports Health Care*, 1(5), 209-213.
- Evetovich, T. K., Nauman, N. J., Conley, D. S., & Todd, J. B. (2003). Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. *J Strength Cond Res*, 17(3), 484-488.
- Fletcher, I. M., & Jones, B. (2004). The effect of different warm up stretch protocols on 20m-sprint performance in training rugby union players. *J Strength Cond Res*, 18(4), 885-888.

- Fowles, J. R., Sale, D. G., & MacDougall, J. D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol*, 89(3), 1179-1188.
- Garrett Jr, W. E. (1990). Muscle strain injuries: Clinical and basic aspects. *Med Sci Sports Exerc*, 22(4), 436-443.
- Gurjão, A. L. D., Carneiro, N. H., Gonçalves, R., Moura, R. F., & Gobbi, S. (2010). Efeito agudo do alongamento estático na força muscular de mulheres idosas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 12(3), 195-201.
- Hall, C. M., & Brody, L. T. (2001). *Exercício Terapêutico: Na busca da função*. Rio de Janeiro, Brasil: Guanabara Koogan, pp. 99-100.
- Hart, L. (2005). Effect of stretching on sport injury risk: A review. *Clin J Sport Med*, 15(2), 113.
- Hopker, J. G., Coleman, D. A., Willes, J. D., & Galbraith, A. (2009). Familiarisation and reliability of sprint test indices during laboratory and field assessment. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(4), 528-532.
- Kirkendall, D. T., & Garrett Jr, W. E. (2002). Clinical perspectives regarding eccentric muscle injury. *Clin Orthop Relat Res*, 403, Suppl.: S81-S89.
- Knudson, D., Bennett, K., Corn, R., Leick, D., & Smith, C. (2001). Acute effects of stretching are not evident in the kinematics of the vertical jump. *J Strength Cond Res*, 15(1), 98-101.
- Knudson, D. V., Noffal, G. J., Bahamonde, R. E., Bauer, J. A., & Blackwell, J. R. (2004). Stretching has no effect on tennis serve performance. *J Strength Cond Res*, 18(3), 654-656.
- Kokkonen, J., Nelson, A. G., & Cornwell, A. (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q. Exerc. Sport*, 69(4), 411-415.
- Kovacs, M. S. (2006a). Is static stretching for tennis beneficial? A brief review. *Med Sci Tennis*, 11(2), 14-16.
- Kovacs, M. (2006b). The argument against static stretching before sport and physical activity. *Athletic Therapy Today*, 11(3), 6-8.
- Little, T., & Williams, A. G. (2006). Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 20(1), 203-207.
- Magnusson, P., & Renström, P. (2006). The role of stretching exercises in sports. *European Journal of Sport Science*, 6(2), 87-91.

- Magnusson, S. P., Aagaard, P., & Nielson, J. J. (2000). Passive energy return after repeated stretches of the hamstring muscle-tendon unit. *Med Sci Sports Exerc*, 32(6), 1160–1164.
- Marek, S. M., Cramer, J. T., Fincher, A. L., Massey, L. L., Dangelmaier, S. M., Purkayastha, S., & Culbertson, J. Y. (2005). Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train*, 40(2), 94-103.
- McHugh, M. P., & Cosgrave, C. H. (2010). To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports*, 20(2), 169-81.
- McMillian, D. J., Moore, J. H., Hatler, B. S., & Taylor, D. C. (2006). Dynamic vs. static-stretching warm-up: The effect on power and agility performance. *J Strength Cond Res*, 20(3), 492-499.
- Morse, C. I., Degens, H., Seynnes, O. R., Maganaris, C. N., & Jones, D. A. (2008). The acute effect of stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit. *J Physiol*, 586(1), 97-106.
- Nelson, A. G., Allen, J. D., Cornwell, A., & Kokkonen, J. (2001a). Inhibition of maximal voluntary isometric torque production by acute stretching is joint-angle specific. *Res Q Exerc Sport*, 72(1), 68-70.
- Nelson, A. G., Guillory, I. K., Cornwell, C., & Kokkonen, J. (2001b). Inhibition of maximal voluntary isokinetic torque production following stretching is velocity-specific. *J Strength Cond Res*, 15(2), 241-246.
- Nelson, A. G., Kokkonen, J., & Arnall, D. A. (2005a). Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *J Strength Cond Res*. 19(2), 338-343.
- Nelson, A. G., Driscoll, N. M., Landin, D. K., Young, M. A., & Schexnayder, I. C. (2005b). Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *J Sports Sci*, 23(5), 449-454.
- O'Sullivan, K., Murray, E., & Sainsbury, D. (2009). The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 10, 37.
- Pearce, A. J., Kidgell, D. J., Zois, J., & Carlson, J. S. (2009). Effects of secondary warm up following stretching. *Eur J Appl Physiol*, 105(2), 175-83.
- Perrier, E. T. (2009). The Effects of Static and Dynamic Stretching on Reaction Time and Performance in a Countermovement Jump. Master Thesis. Oregon State University.

- Pope, R. P., Herbert, R. D., Kirwan, J. D., & Graham, B. J. (2000). A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med Sci Sports Exerc*, 32(2), 271–277.
- Power, K., Behm, D., Cahill, F., Carroll, M., & Young, W. (2004). An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Med Sci Sports Exerc*, 36(8), 1389-1396.
- Reisman, S., Allen, T. J., & Proske, U. (2009). Changes in passive tension after stretch of unexercised and eccentrically exercised human plantar flexor muscles. *Exp Brain Res*, 193:545–554.
- Reisman, S., Walsh, L. D., & Proske, U. (2005). Warm-up stretches reduce sensations of stiffness and soreness after eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 37(6), 929-936.
- Rubini, E. C., Costa, A. L., & Gomes, P. S. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Med*, 37(3), 213-224.
- Ryan, E. D., Beck, T. W., Herda, T. J., Hull, H. R., Hartman, M. J., Stout, J. R., & Cramer, J. T. (2008). Do practical durations of stretching alter muscle strength? A dose-response study. *Med Sci Sports Exerc*, 40(8), 1529-1537.
- Safran, M. R., Garrett Jr, W. E., Seaber, A. V., Glisson, R. R., & Ribbeck, B. M. (1988). The role of warm-up in muscular injury prevention. *Am J Sports Med*, 16(2), 123-129.
- Safran, M., Seaber, A., & Garrett, W. (1989). Warm-up and muscular injury prevention: an update. *Sports Med*, 8, 239-249.
- Sands, W. A., McNeal, J. R., Stone, M. H., Haff, G. G., & Kinser, A. M. (2008). Effect of vibration of forward Split flexibility and pain perception in Young male gymnasts. *Int J Sports Phys Perf*. 3(4), 469-81.
- Schroeder, J. (2010). Stretching: What is the research telling us? *American Fitness*, 24-30.
- Shellock, F. G., & Prentice, W. E. (1985). Warming up and stretching for improve physical performance and prevention of sports related injuries. *Sports Med*, 2:267-268.
- Shrier, I. (2004). Does stretching improve performance? A systematic review and critical review of the literature. *Clin J Sport Med*, 14(5), 267-273.
- Spernoga, S. G., Uhl, T. L., Arnold, B. L., & Gansneder, B. M. (2001). Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *Journal of Athletic Training*, 36(1), 44–48.

- Taylor, K. L., Sheppard, J. M., Lee, H., & Plummer, N. (2009). Negative effect of static stretching restored when combined with a sport specific warm-up component. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 657–661.
- Vetter, R. (2007). Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *J Strength Cond Res*, 21(3), 819-823.
- Wallmann, H. W., Mercer, J. A., & McWhorter, J. W. (2005). Surface electromyographic assessment of the effect of static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*, 19(3), 684-688.
- Weerapong, P., Hume, P. A., & Kolt, G. S. (2004). Stretching: mechanisms and benefits for sport performance and injury prevention. *Phys Ther Rev*, 9(4), 189-206.
- Wittekind, A. L., & Beneke, R. (2009). Effect of warm-up on run time to exhaustion. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 480-484.
- Woods, K., Bishop, P., & Jones, E. (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med*, 37(12), 1089-1099.
- Wright, G., Williams, L., Greany, J., & Foster, C. (2006). Effect of static stretching, dynamics stretching and warm-up on active hip range of motion and vertical jump. *Med Sci Sports Exerc*, 38, Suppl.: S280-S281.
- Young, W., & Behm, D. (2002). Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities? *National Strength & Conditioning Association*, 24(6), 33-37.
- Young, W., Elias, G., & Power, J. (2006). Effects of static stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion. *J Sports Med Phys Fitness*, 46(3), 403-411.
- Young, W., & Elliott, S. (2001). Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Res Q Exerc Sport*, 72(3), 273-279.
- Young, W. B., & Behm, D. G. (2003). Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J Sports Med Phys Fitness*, 43(1), 21-27.
- Young, W. B., Clothier, P., Otago, L., Bruce, L., & Liddell, D. (2004). Acute effects of static stretching on hip flexor and quadriceps flexibility, range of motion and foot speed in kicking a football. *J Sci Med Sport*, 7(1), 23-31.
- Young, W. B. (2007). The use of static stretching in warm-up for training and competition. *Int J Sports Phys Perf*, 2(2), 212-216.

CAPÍTULO 3

ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO NO DESEMPENHO EM PROVAS DE POTÊNCIA E VELOCIDADE

Fábio Carlos Lucas de Oliveira, Luis Manuel Pinto Lopes Rama

Laboratório de Biocinética, Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra, Estádio Universitário de Coimbra, Pavilhão 3, 3040-156, Coimbra.

Endereço para correspondências:

Fábio C. L. Oliveira

Praceta Manuel Gonçalves Ramos, 25 – 3º F

4470-332 Maia

Portugal

Tel.: +351 93 952 18 72

E-mail: fabiooliveira@fcdef.uc.pt

3. ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO NO DESEMPENHO EM PROVAS DE POTÊNCIA E VELOCIDADE

Resumo

O propósito deste estudo foi avaliar a influência das tarefas de alongamento estático ativo em provas de potência e velocidade como o “salto vertical com contra-movimento” (CMJ) e o “sprint de 20 metros”. A amostra foi composta por 22 atletas, do sexo masculino, praticantes de rugby7 e handebol, com média de idade $24 \pm 6,2$ anos. Os atletas foram, aleatoriamente, separados em dois grupos (A e B) e foram submetidos a dois protocolos diferentes. No primeiro dia, ambos os grupos foram submetidos às atividades de aquecimento ativo por 10 minutos e, na sequência, o grupo A executou as tarefas do protocolo 1 (cinco exercícios de alongamento estático ativo durante cinco minutos, CMJ e sprint de 20 metros), enquanto o grupo B cumpriu o protocolo 2 (somente CMJ e sprint de 20 metros). No segundo dia, o grupo B executou as tarefas do protocolo 1, enquanto o grupo A cumpriu o protocolo 2. Os resultados do Test T para medidas de amostras independentes não revelaram efeitos agudos no desempenho desportivo no CMJ e no sprint ($p > 0.05$). Não houve diferenças estatisticamente significativas na média de velocidade do sprint de 20 metros entre as condições “com alongamento estático ativo” e “sem alongamento” ($22,00 \pm 1,13\text{km/h}$; $21,91 \pm 1,20\text{km/h}$, respectivamente; $p=0.828$) e na média de altura atingida no CMJ ($35,71 \pm 6,20\text{cm}$; $36,12 \pm 6,08\text{cm}$, respectivamente; $p=0.788$). Conclui-se que o alongamento estático ativo não exerce influencia significativa sobre o desempenho desportivo, não proporcionando melhora ou redução no desempenho em provas de potência e velocidade.

PALAVRAS-CHAVE: Alongamento estático. Aquecimento. Potência. Sprint. Salto em contra-movimento.

Abstract

The purpose of this research was to evaluate the influence of the active static stretching on the sport performance in tests of power and speed as “countermovement jump” (CMJ) and the “20 meters sprint”. Twenty two males (24.0 ± 6.2 years old), competitors of rugby7 and handball, completed two data collection sessions. The athletes were, randomly, separated in two groups (A and B) and they were submitted to two different protocols. In the first day, both groups had initiated the experimental procedures being submitted to the active warm up activities for 10 minutes. Following, the Group A executed the tasks of protocol 1 (five active static stretching exercises during five minutes, CMJ and sprint of 20 meters), while the Group B fulfilled the protocol 2 (only CMJ and 20 meters sprint). In the second day, the Group B executed the tasks of the protocol 2 while the Group A fulfilled the protocol 1. The results of Independent-Samples T-Test do not revealed acute effects on the sports performance in the CMJ and sprint ($p > 0.05$). There were not significant differences statistically in the average of speed in the 20 meters sprint between the conditions “with active static stretching” and “without stretching” ($22,00 \pm 1,13\text{km/h}$; $21,91 \pm 1,20\text{km/h}$, respectively; $p=0.828$) and in the average of CMJ height ($35,71 \pm 6,20\text{cm}$; $36,12 \pm 6,08\text{cm}$, respectively, $p=0.788$). The active static stretching does not exert significant influences on the sport performance and does not provide improvement or reduction in the performance in power and speed activities.

KEYWORDS: Static stretching. Warm-up. Power. Sprint. Counter movement jump.

INTRODUÇÃO

O conhecimento popular aponta o aquecimento e o alongamento como tarefas essenciais para manter e melhorar a flexibilidade. Como as atividades físicas, em geral, requerem movimentos multiarticulares, torna-se crucial que a função musculoesquelética não apresente qualquer comprometimento, principalmente, relacionados à flexibilidade insuficiente.

As técnicas de aquecimento e alongamento têm atraído atenção de muitos estudiosos e investigadores do desporto. Por esse motivo, nota-se um elevado número de pesquisas que abordam os efeitos agudos dos variados tipos de alongamentos sobre o desempenho. Entretanto, observa-se que os efeitos do alongamento estático sobre o desempenho desportivo permanecem extremamente controversos (Rubini *et al.*, 2007).

Algumas destas investigações têm demonstrado que o alongamento estático pode melhorar o desempenho muscular, levando à necessidade de reavaliação dos protocolos de aquecimentos utilizados até o momento (Young, 2007). Entretanto, alguns pesquisadores têm relatado efeitos negativos no desempenho sobre vários aspectos da força e potência muscular, propondo assim a eliminação desta prática tradicional do aquecimento (Young, 2007).

Os debates e as divergências são inúmeros (Rubini *et al.*, 2007), principalmente sobre como e quando alongar, e, não obstante, se o alongamento proporciona benefícios ao rendimento atlético ou se é, simplesmente, um senso comum não comprovado cientificamente.

Assim sendo, faz-se necessário uma investigação que identifique os benefícios ou malefícios que as tarefas de alongamento como práticas para flexibilidade podem exercer sobre o desempenho atlético em modalidades específicas.

O presente estudo teve o intuito de avaliar a influência das tarefas de alongamento estático ativo, executadas antes das atividades físicas, através da identificação dos efeitos agudos do alongamento sobre o desempenho atlético, em provas de potência e velocidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na forma de estudo aleatório controlado de medidas independentes.

Para que se tornasse possível alcançar o objetivo geral do estudo, foi necessário recorrer à literatura na tentativa de encontrar evidências científicas que suportassem a utilização do alongamento e do aquecimento nas tarefas que precedem as atividades físicas.

O estudo foi aprovado e autorizado pela Comissão de Ética do Conselho Científico da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra (FCDEF-UC).

Amostra

A amostra foi composta por 22 atletas, do sexo masculino, praticantes de rugby7 e handebol. Dados completos sobre toda a amostra, como as características antropométricas e composição corporal, podem ser visualizados na tabela 1.

Tabela 1. Valores de média e desvio padrão das características cineantropométricas: idade (anos), estatura (cm), massa corporal (Kg) e IMC (%) da amostra.

	N	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa Corporal (Kg)	IMC (%)
Rugby 7	8	19,00 ± 1,06	175 ± 8,34	74,40 ± 9,98	24,31 ± 2,81
Handebol	14	26,85 ± 6,09	179 ± 5,66	85,38 ± 14,33	26,42 ± 2,97
Total	22	24,00 ± 6,19	178 ± 6,91	81,39 ± 13,77	25,65 ± 3,03

N = número de sujeitos; cm = centímetros; Kg = quilogramas; IMC = índice de massa corporal.

Os sujeitos eram praticantes ativos de handebol e rugby7, inscritos nas suas respectivas federações nacionais, como atleta, na temporada 2010/2011, através de um clube desportivo oficial e praticavam a sua modalidade desportiva, no mínimo, três vezes por semana.

Dos 22 sujeitos, oito pertenciam à equipe de Rugby7 da Associação Académica de Coimbra e 14 pertenciam aos quadros de handebol do Ideal Clube Madalenense, que disputa a 3^o Divisão do Campeonato Nacional em Portugal. Detalhes sobre os dados individuais dos sujeitos podem ser visualizados no quadro 4.

Quadro 4. Características cineantropométricas individuais: idade (anos), estatura (cm), massa corporal (Kg) e IMC (%) da amostra.

	Modalidade	Idade (anos)	Estatura (m)	Massa (Kg)	IMC (%)
1	Rugby7	19	1,84	78,0	23,04
2	Rugby7	18	1,74	73,6	24,31
3	Rugby7	20	1,64	79,8	29,67
4	Rugby7	18	1,76	71,4	23,05
5	Rugby7	18	1,84	78,0	23,04
6	Rugby7	21	1,63	54,5	20,51
7	Rugby7	19	1,82	89,3	26,96
8	Rugby7	19	1,72	70,6	23,86
9	Handebol	33	1,80	94,0	29,01
10	Handebol	27	1,75	83,4	27,23
11	Handebol	34	1,79	79,2	24,72
12	Handebol	22	1,75	66,8	21,81
13	Handebol	22	1,82	81,8	24,70
14	Handebol	22	1,71	75,6	25,85
15	Handebol	29	1,80	77,6	23,95
16	Handebol	33	1,90	120,1	33,27
17	Handebol	21	1,88	108,4	30,67
18	Handebol	19	1,73	72,2	24,12
19	Handebol	29	1,80	80,4	24,81
20	Handebol	31	1,79	82,7	25,81
21	Handebol	36	1,73	79,7	26,63
22	Handebol	18	1,85	93,4	27,29

TMC = índice de massa corporal

Todos os participantes validaram a sua participação voluntária e de livre e espontânea vontade assinando um termo de responsabilidade, autorizando a utilização dos dados coletados e fornecidos com base nos testes e nos questionários, quando aplicável. Neste mesmo termo, os atletas explicitaram o seu conhecimento sobre a ausência de qualquer tipo de ônus ou remuneração pelo preenchimento dos mesmos, pela participação no estudo e garantindo a veracidade das informações prestadas por eles.

Crêterios de Inclusão

Para fazer parte da amostra, os sujeitos satisfizeram, obrigatoriamente, todos os requisitos definidos previamente.

Os critérios adotados para que o sujeito fosse incluído no estudo foram: a) ter idade maior ou igual a 18 anos; b) ser atleta ativo, praticante de handebol ou rugby7; c) estar inscrito como atleta em um clube desportivo oficial para disputa de competi es de caráter, no mínimo, nacional na temporada 2010/2011; d) não apresentar qualquer dano, lesão ou qualquer limita o que comprometa o treino diário e participa o em competi es; e) não ter realizado nenhuma atividade física intensa nas últimas 48 horas que antecedem aos testes.

Análise Estatística

O presente estudo teve o propósito de identificar os efeitos agudos do alongamento estático ativo sobre as seguintes variáveis dependentes: *altura no CMJ* e *velocidade no sprint de 20 metros*.

Os dados coletados foram armazenados em um banco de dados elaborado especificamente para aloca o dos mesmos e, na sequência, foram exportados para o software *Statistical Package for the Social Sciences* versão 17.0 (SPSS Statistics 17.0) (Polar Engineering and Consulting, Estados Unidos) para análise estatística detalhada.

A fiabilidade dos dados obtidos com a realiza o dos protocolos utilizados foi determinada como proposto por Hopkins (2000).

Para as situa es testadas são reportados o erro t pico (ET) e o coeficiente de correla o intraclasse (CCI), bem como seus respectivos intervalos de confiança (95%).

Cada atleta foi submetido a três ciclos de repeti es das tarefas "CMJ" e "Sprint de 20 metros", mas apenas o melhor resultado, entre os três ciclos de repeti es das tarefas "CMJ" e "Sprint de 20 metros", foi levado em considera o para as análises estatísticas.

Utilizou-se o Teste T para amostras independentes para identificar a existência de diferenças entre os grupos no que se refere às m dias de altura atingida no CMJ, bem como   velocidade média na prova de sprint de 20 metros.

O nível de significância foi mantido em 95% ($p < 0.05$).

Critérios de Execução dos Protocolos de Avaliação da Potência Muscular dos Membros Inferiores e de Velocidade Cíclica

Com o intuito de garantir fiabilidade nas repetições na execução dos testes, as seguintes bases de execução foram estabelecidas:

- 1) *Salto Vertical com Contra-Movimento (Ergojump – Globus Inc., Itália).*
 - a. Preparação: o sujeito é posicionado de pé, com os pés paralelos às marcações no Ergojump e mãos na cintura.
 - b. Voo: o sujeito faz flexão de joelho, sem retirar as mãos da cintura e salta verticalmente, mantendo as mãos na cintura.
 - c. Aterragem: o sujeito retorna ao solo, na posição vertical e mantendo as mãos na cintura, permitindo uma semi-flexão de joelho.

A figura 1 demonstra a sequência de movimentos para o CMJ.

Para desenvolver o CMJ, o sujeito moveu rapidamente o seu corpo para baixo e então procedeu ao salto para cima, verticalmente, sem hesitar. Todos os sujeitos foram incentivados a minimizar ao máximo o tempo entre a fase excêntrica e a fase concêntrica. Os sujeitos foram sempre orientados a manter suas mãos na cintura, visto que tem sido mostrado que a contribuição dos braços no salto vertical pode ser de 10% ou mais (Cornwell *et al.*, 2001).

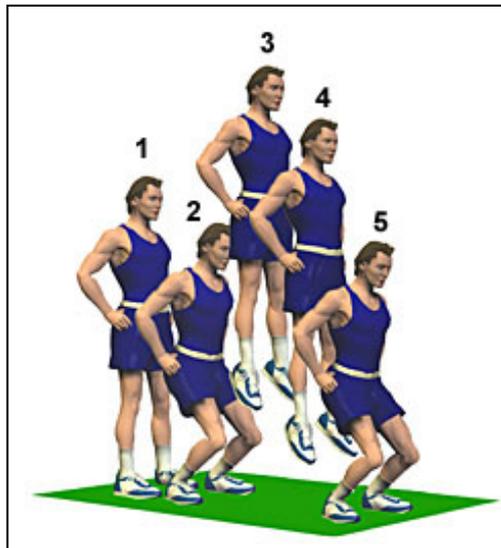


Figura 1. Exemplificação do salto vertical com contra-movimento (CMJ): 1) preparação; 2 e 3 = voo; 4 e 5 = aterragem.

A fiabilidade de medida no teste de salto revelou ET 0.02 (0.02 – 0.03; 95% IC) e CCI 0.91 (0.82 – 0.96; 95% IC) para ambas as condições (“com alongamento estático ativo” e “sem alongamentos”).

2) *Sprint de 20 metros*

Para garantir confiança na interpretação dos dados de novos equipamentos e protocolos, a variação randômica das medidas repetidas dos sujeitos deve sempre ser avaliada. Assim é possível a detecção de pequenas, embora de grande importância, alterações no desempenho (Hopker *et al.*, 2009).

Os indicadores de fiabilidade encontrados ET 0.59 (0.47 – 0.78; 95% IC) e CCI 0.82 (0.65 – 0.92; 95% IC) para a condição “com alongamento estático ativo” e ET 0.31 (0.25 – 0.42; 95% IC) e CCI 0.95 (0.89 – 0.98; 95% IC) para a condição “sem alongamentos”.

Instrumentação Geral e Equipamentos

Para execução das tarefas constituintes do procedimento experimental e, conseqüentemente, alcançar os objetivos propostos pelo estudo, utilizou-se os equipamentos descritos no quadro 5.

Uma balança de alta precisão Body Scale 500 (Seca GmbH & Co. Kg., Alemanha) foi utilizada para aferir a massa corporal de cada sujeito e foi calculado o valor do índice de massa corporal (IMC) com medida grosseira da composição corporal, conforme equação de Siri (1961).

Um estadiômetro Bodymeter Seca 206 (Seca GmbH & Co. Kg., Alemanha), com medida de 0 a 220cm e divisão de 1mm, foi útil para mensuração da estatura dos atletas e uma fita métrica Stanley® Tape Rules (Stanley Black & Decker Inc., Estados Unidos), de 30 metros de comprimento, foi utilizada para medir a distância entre os pares de células fotoelétricas (4 metros), a distância do ponto A ao ponto B no percurso de Sprint (20 metros) e também a altura em que o sensor de cada célula fotoelétrica esteve posicionado em relação ao solo (90 centímetros).

As células fotoelétricas (Globus Inc., Itália) foram utilizadas para mensurar, de forma sensorial, o tempo que cada sujeito precisou para cumprir os 20 metros no percurso de sprint. Os pontos fixados para posicionamento das células fotoelétricas, bem como a distância entre todos os equipamentos foram marcados no solo com uma fita adesiva Tartan® de papel crepado tartan (3M, Brasil).

O tapete Ergojump (Globus Inc., Itália) foi necessário na execução do CMJ para mensuração do tempo de voo e altura do salto.

Quadro 5. Instrumentos utilizados no procedimento experimental.

Quantidade	Equipamento	Finalidade
01	Balança de Peso	Mensurar a massa corporal dos sujeitos.
01	Estadiômetro	Medir de estatura dos atletas.
01	Fita Métrica (comprimento superior a 20 metros)	Medir a distância entre os pares das células fotoelétricas (4 metros), a distância do ponto A e B no percurso do sprint (20 metros) e também a altura em que o sensor de cada célula fotoelétrica esteve posicionado em relação ao solo (90 cm).
01	Rolo de Fita Adesiva	Marcação no solo dos pontos fixados para posicionamento das células fotoelétricas, bem como a distância entre todos os equipamentos fixados no solo.
02	Par de Células Fotoelétricas	Mensurar, de forma sensorial, o tempo que cada sujeito precisou para cumprir os 20 metros no percurso do Sprint de 20 metros.
01	Tapete Ergojump	Mensuração do tempo de voo e altura do CMJ.
01	Planilha para Dados Biométricos	Alocação dos dados pessoais e dados obtidos nas mensurações biométricas dos sujeitos participantes na pesquisa, e também para análise estatística.
01	Planilha para Dados Experimentais	Alocar todos os dados dos testes efetuados pelos sujeitos (CMJ e sprint).
01	Máquina fotográfica Sony	Registrar, em fotografias, todas as fases dos procedimentos experimentais, bem como a preparação do material e execução das provas.
01	Câmera Filmadora Sony	Registrar, no formato vídeo, todas as fases dos procedimentos experimentais, bem como a preparação do material e execução das provas.

Uma ficha de dados biométricos foi elaborada, especificamente para estudo, de forma a permitir a alocação dos dados pessoais e dados obtidos nas mensurações biométricas dos sujeitos participantes na pesquisa, e também para análise estatística e uma base de dados geral foi criada, especificamente para este estudo, para alocar todos os dados dos testes efetuados pelos sujeitos (CMJ e sprint 20 metros).

Uma máquina fotográfica digital Sony Alpha DSLR-A230, 10.2 Megapixels, foi utilizada para registrar os testes em fotografia e uma Câmera de Vídeo Digital Sony Handycam® DCR-SR67 registou em vídeo todos os testes e preparação dos procedimentos experimentais.

Procedimentos Experimentais

A avaliação da potência muscular para os membros inferiores foi realizada através do CMJ e a avaliação da velocidade foi realizada através do Sprint de 20 metros em duas condições: com alongamento estático ativo (protocolo 1) e sem alongamento (protocolo 2).

Para obtenção dos resultados, o seguinte procedimento experimental foi elaborado.

Antes de se iniciarem os testes, todos os sujeitos foram submetidos à aferição do peso corporal (Kg) com uma balança de alta precisão Body Scale 500 (Seca GmbH & Co. Kg., Alemanha) e a estatura (cm) com um estadiômetro Bodymeter Seca 206 (Seca GmbH & Co. Kg., Alemanha), seguidos da estimativa de composição corporal (índice de massa e gordura corporal) através de um adipômetro Slim Guide® Skinfold Caliper C-120 (Creative Products, Estados Unidos) seguindo o protocolo preconizado por Jackson & Pollock (1978) para quatro dobras cutâneas (tricipital, subescapular, supra-íliaca e geminal) e a equação de Siri (1961).

Pelo menos três horas antes dos testes, todos os sujeitos foram submetidos a uma sessão de familiarização com as técnicas de medidas e equipamentos utilizados na investigação. Embora não haja publicações atuais que disponibilizem dados para o período crucial de familiarização necessária para o sprint, sabe-se que a familiarização é de extrema importância para o cientista do esporte visto que permite que este desenvolva experimentos que garantam robustez e fiabilidade aos dados coletados (Hopker *et al.*, 2009).

A coleta de dados da investigação ocorreu em dois dias distintos, separados por 48 horas, e os sujeitos foram, aleatoriamente, separados em dois grupos (A e B). Este período foi determinado com o intuito de minimizar quaisquer alterações no desempenho que pudessem ocorrer em virtude do longo período de tempo.

No primeiro dia de testes, ambos os grupos iniciaram os procedimentos experimentais sendo submetidos às atividades de aquecimento ativo por um período de 10 minutos, uma vez que, segundo o ACSM (2009), o aquecimento deve ter um período variável entre 5 e 10 minutos. Buscou-se utilizar os exercícios habitualmente aplicados na sessão de aquecimento de treino diário dos sujeitos participantes, conforme preconizado por McMillian *et al.* (2006). O quadro 6 exhibe com detalhes os exercícios de aquecimento ativo utilizados.

Quadro 6. Estrutura do Aquecimento utilizado no presente estudo.

Exercício	Descrição	Duração
Corrida Leve	Trote simples.	1'00"
Corrida Combinada com Movimentos nos Membros Superiores	Trote com combinação de movimentos alternados de membros superiores em flexão anterior de ombro a 120°.	0'30"
Corrida com Elevação de Joelho	Corrida com elevação alternada de joelhos fletidos a 90°.	0'30"
Corrida Calcanhar/Nádegas	Corrida com quadril em extensão e flexão de joelhos ao máximo possível, de forma alternada.	0'30"
Corrida Lateral	Corrida lateral com alternância de lados a cada dois passos laterais.	0'30"
Corrida com Agachamento	Corrida com agachamento (toque no chão com a mão) a cada três passos.	1'00"
Corrida Cíclica Leve	Corrida com sprint para frente e para trás.	2'00"
Caminhada	Caminhada.	1'00"
Corrida de frente/costas	Corrida frente e costas alternadamente.	1'00"
Caminhada	Caminhada.	1'00"
Rotação de Tronco	Rotação de tronco com toque de palmas das mãos (par).	1'00"

Na sequência, foi cronometrado um período de 1 minuto de intervalo e, após este tempo, o grupo A executou as tarefas do protocolo 1 enquanto o grupo B cumpriu o protocolo 2.

O protocolo 1 consistiu da realização das seguintes tarefas:

- a) cinco exercícios de alongamento estático ativo durante 5 minutos (1 x 30 segundos, com 5 segundos de repouso, bilateralmente) (vide quadro 7);
- b) CMJ; e
- c) sprint de 20 metros.

Já o protocolo 2, consistiu das tarefas:

- a) CMJ; e
- b) sprint de 20 metros.

O alongamento consistiu de 1 repetição por 30 segundos, com 5 segundos de repouso, bilateralmente, para cada grupo muscular. A constituição de cada protocolo pode ser visualizada em detalhes no quadro 8.

Em ambos os protocolos, foi garantido um intervalo de dois minutos entre cada tarefa.

Quadro 7. Exercícios de Alongamento Estático Ativo aplicados no presente estudo.

Alongamento*	Descrição	Série x Tempo (repouso)†
Gastrocnêmios	Pés fixados ao solo e perna contralateral à frente e fletida à 90°.	1 x 30s (5s)
Quadríceps Femoral	Levar o calcanhar às nádegas com o auxílio das mãos, mantendo o pé contralateral fixo no solo.	1 x 30s (5s)
Quadrado Lombar	Pernas cruzadas, mão contralateral na cintura e braço do lado ativo estirado em direção ao lado contralateral.	1 x 30s (5s)
Isquiotibiais	Sentado no solo, perna contralateral fletida com a sola do pé em contato com a região interna da outra coxa. Com a perna ativa esticada, deve-se tentar agarrar o pé mais distalmente localizado com as mãos.	1 x 30s (5s)
Glúteo Maior	Deitado, perna contralateral fletida a 45°. Colocar tornozelo da perna ativa sobre o quadríceps contralateral e retirar pé do solo.	1 x 30s (5s)

*Alongamentos realizados bilateralmente.

†Os alongamentos foram mantidos por 30 segundos (1 x 30s), com 5 segundos de repouso, para cada lado.

Quadro 8. Protocolos aplicados na investigação.

Sequência	Protocolo 1	Protocolo 2
1	5 exercícios de alongamento estático ativo durante 5 minutos, mantidos por 30 segundos, bilateralmente (1rep x 30s, 5s de repouso) *.	---
2	CMJ*	CMJ*
3	Sprint de 20 metros	Sprint de 20 metros

* Intervalo de 2 minutos entre cada tarefa. Rep = repetição.

Cada atleta foi submetido a três ciclos de repetições das tarefas “CMJ” e “Sprint de 20 metros”, tendo um intervalo de 15 minutos entre cada ciclo. Este período foi estabelecido visto ser um tempo superior ao adequado para recuperação fisiológica muscular em relação ao desgaste metabólico. O lactato sanguíneo tem uma meia-vida de aproximadamente 15 minutos em repouso e, após um treino altamente intensivo, os valores do lactato, que sofreram um leve aumento com o aquecimento de alta intensidade ou longa duração (Wittekind & Beneke, 2009), tendem a retornar ao seu nível basal. Desta forma, os atletas estariam sem o efeito total do desgaste metabólico para a execução das tarefas.

Apenas o melhor resultado, entre os três ciclos de repetições das tarefas “CMJ” e “Sprint de 20 metros”, foi levado em consideração para as análises estatísticas.

O CMJ foi mensurado através da plataforma de contato Ergojump (Globus Inc., Itália), conforme demonstra a figura 2, e para manter a consistência e

fiabilidade no uso do CMJ, foi enfatizada aos participantes a realização do mesmo sem a movimentação dos membros superiores.



Figura 2. Salto em Contra-Movimento (CMJ) com Plataforma Ergojump.

A velocidade média no sprint de 20 metros foi calculada com base no tempo gasto para cumprir esta prova, que, por sua vez, foi mensurado através de duas células fotoelétricas com fios (Globus Inc., Itália) conectadas a um sistema eletrônico de cronometragem sensorial. A primeira célula fotoelétrica foi posicionada no início (posição A, 0m) e a segunda célula a 20 metros da primeira (posição B, 20m), conforme demonstram as figuras 3 e 4.

No segundo dia de testes, os papéis se inverteram. O grupo B executou todas as tarefas do protocolo 1, enquanto o grupo A executou as tarefas do protocolo 2. Desta forma pretendeu-se validar e proporcionar fiabilidade aos resultados dos protocolos adotados.

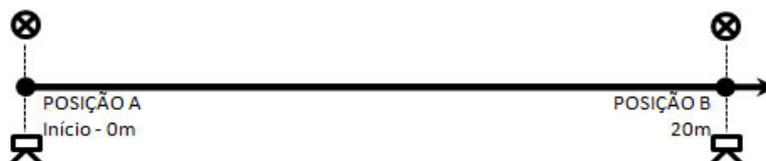


Figura 3. Representação esquemática da colocação das células fotoelétricas para a realização do protocolo de Sprint de 20 metros.



Figura 4. Posicionamento real das células fotoelétricas (Sprint 20 metros).

As figuras 5 e 6 demonstram em detalhes o esquema delineado para execução dos procedimentos experimentais da investigação, no primeiro e segundo dia de testes.

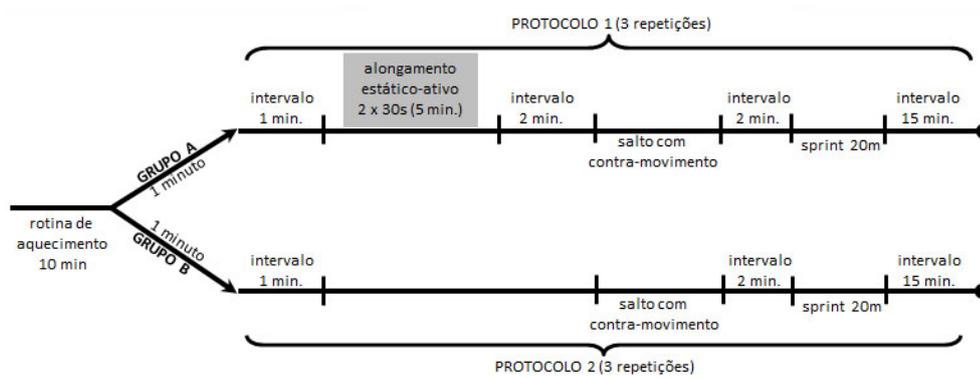


Figura 5. Procedimentos experimentais para a primeira sessão.

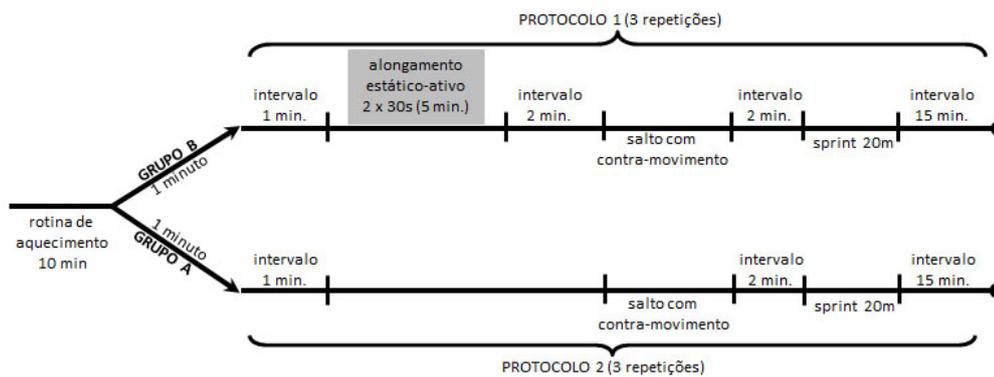


Figura 6. Procedimentos experimentais para a segunda sessão.

Controlo da Qualidade dos Dados

Para reduzir a margem de erro, foram adotadas as seguintes medidas:

- 1) Os sujeitos foram apresentados aos objetivos, métodos e técnicas aplicadas no estudo, bem como aos equipamentos utilizados, pelo menos

três horas precedentes aos testes, para familiarização com os procedimentos experimentais.

- 2) Foram prestadas informações e instruções padronizadas aos sujeitos antes da realização dos testes.
- 3) Um investigador prestou instruções sobre a técnica de execução dos exercícios, bem como sobre o início e término dos mesmos, além de ter estado presente em todas as execuções.
- 4) Antes do início de cada teste, os aparatos de medidas, bem como o posicionamento dos atletas foram verificados por um investigador.
- 5) Todos os sujeitos foram submetidos aos testes no mesmo dia e à mesma hora, bem como foram acompanhados sempre pelo mesmo investigador até o final de sua participação na investigação.
- 6) Os testes de mensuração foram realizados com as roupas habitualmente utilizadas nos treinos ou competições.
- 7) Todos os atletas foram incentivados verbalmente, ao mesmo nível, durante a execução de cada teste.

RESULTADOS

Os resultados obtidos nas duas condições mencionadas anteriormente constam na tabela 2 e representados nos gráficos 1 e 2.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão dos resultados dos protocolos de salto com contra movimento (CMJ) e da velocidade no protocolo de sprint (20 metros).

	CA	SA	Test t	p-value
Altura do Salto – CMJ (cm)	35,72 ± 6,20	36,12 ± 6,08	0.219	0.828
Velocidade – Sprint 20m (km/h)	22,00 ± 1,13	21,91 ± 1,20	-0.270	0.788

CA = Com alongamento estático ativo pré-exercício. SA = Sem alongamento estático ativo pré-exercício.

A análise dos resultados revelou que, apesar do grupo “sem alongamentos” apresentar resultados melhores do que o grupo “com alongamentos estáticos”, não houve diferenças significativas entre a média de altura atingida no CMJ entre o grupo que realizou alongamentos estáticos pré-exercícios e o grupo que não o fez (35,71 ± 6,20 cm; 36,12 ± 6,08 cm, respectivamente) ($p > 0.05$).

Os resultados demonstraram não existirem diferenças significativas no valor médio da velocidade do sprint de 20 metros entre os grupos “com alongamento estático ativo” e “sem alongamento” (22,00 ± 1,13 km/h; 21,91 ± 1,20 km/h, respectivamente) ($p > 0.05$).

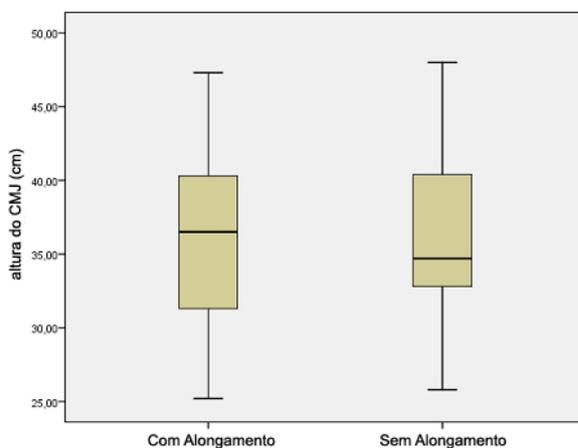


Gráfico 1. Valores médios e desvio padrão dos resultados da avaliação da potência (CMJ).

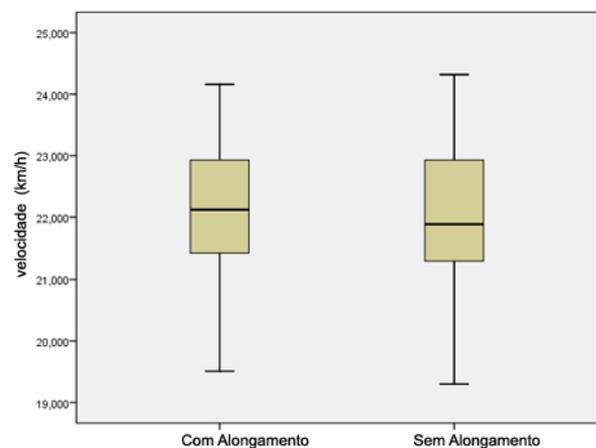


Gráfico 2. Valores médios e desvio padrão dos resultados da avaliação da velocidade (Sprint 20m).

A análise comparativa entre as condições experimentais desenhadas não revelou efeitos agudos significativos, provocados pelos alongamentos estáticos, no desempenho desportivo no CMJ e no sprint de 20m.

DISCUSSÃO

Utilizando um modelo de aquecimento pré-exercício adaptado à realidade dos atletas de rugby7 e handebol, o presente estudo tencionou investigar a influência do alongamento estático ativo, executado antes das atividades físicas, através da identificação de seus efeitos agudos sobre o desempenho desportivo, em provas de potência e velocidade (“*CMJ*” e “*sprint de 20m*”).

Apesar da literatura se mostrar bastante controversa no que se refere ao efeito agudo do alongamento sobre o desempenho (Bishop, 2003a; Rubini *et al.*, 2007), nomeadamente em provas que exigem alta demanda de potência e velocidade, os resultados do presente estudo revelaram que o alongamento estático ativo não exerce influência sobre o rendimento desportivo em provas de velocidade e potência, como o sprint de 20 metros e o CMJ.

Nossos achados corroboram com os estudos de Unick, Kieffer, Cheesman & Feeney (2005) e Wong *et al.* (2011) que relataram que o alongamento estático não proporciona qualquer alteração no nível de desempenho de um atleta.

Em contrapartida, alguns estudos reportam efeitos deletérios no desempenho de salto vertical (Vetter, 2007; Kokkonen *et al.*, 1998; Behm *et al.*, 2006; Young & Behm, 2003; Cornwell *et al.*, 2001; Cornwell *et al.*, 2002; Behm & Kibele, 2007), bem como no tempo ou velocidade do sprint (Fletcher & Annes, 2007; Fletcher & Jones, 2004; Little & Williams, 2006).

Desta forma, parece que o pré-alongamento afeta negativamente as habilidades que requerem a alta liberação de força (Cornwell *et al.*, 2001). Geralmente, uma diminuição na força excêntrica como resultado do alongamento estático é consistente com a redução do desempenho nos saltos (Young & Elliott, 2001) e o nível de decréscimo no desempenho é diretamente proporcional à grandeza dos exercícios de alongamento (Marek *et al.*, 2005). Assim sendo, presume-se que a magnitude do alongamento ou a fadiga após exercícios intensos possam influenciar as habilidades no salto vertical.

Respeitando as recomendações do ACSM, o protocolo de alongamento adotado nesta investigação consistiu de uma série de alongamento com 30 segundos de duração para cada membro alongado (ACSM, 2009), bilateralmente, com 5 segundos de repouso, isto é, 30 segundos de alongamento para o membro direito, seguido de 5 segundos de intervalo e 30 segundos para o membro esquerdo.

Apesar disto, com a utilização do tempo, intensidade e volume recomendados para um aquecimento pré-exercícios (ACSM, 2009), a presente investigação não confirmou esta hipótese de melhoramento no desempenho desportivo. É provável que a intensidade do alongamento aplicada nesta investigação tenha sido abaixo do limiar de desconforto muscular e, portanto, possa ter influenciado a ausência de efeitos sobre a força explosiva durante o CMJ e o sprint.

Desempenho no Salto Vertical em Contra-Movimento (CMJ)

Segundo Church *et al.* (2001), o salto vertical é considerado um bom índice de avaliação de potência para os membros inferiores (Church *et al.*, 2001) devido à sua natureza explosiva de saltar superando a força da gravidade quando o corpo é propelido para cima (Vetter, 2007). Por este motivo, o CMJ foi selecionado para aplicação no presente estudo, como forma de identificação da influência do alongamento estático sobre a altura atingida neste tipo de salto vertical.

Relativamente à avaliação da potência nos saltos, os resultados desta investigação demonstram uma redução de 1.11% na média de altura atingida no CMJ, após a realização de uma sessão de alongamento estático. Este percentual corresponde a 0,40cm de diferença entre os grupos, mas não exhibe qualquer significância estatística.

No estudo de Cornwell *et al.* (2001), o SJ e o CMJ tiveram uma redução de 1.0 e 1.2cm ($4.4 \pm 1.3\%$ e $4.3 \pm 1.3\%$), respectivamente, após aplicação do protocolo de alongamento estático. No entanto, tal como no nosso estudo, estes valores podem ser considerados como não significativos em alguns desportos (Cornwell *et al.*, 2001). Por outro lado, para modalidades em que a altura do salto seja crucial para o resultado final na competição, como o salto em altura, por exemplo, estas diferenças podem ser cruciais para um resultado expressivo (Vetter, 2007; Cornwell *et al.*, 2001). No caso do rugby7 e do handebol, como para quaisquer outras modalidades que utilizam tarefas habituais semelhantes, a diferença encontrada nesta investigação não assume qualquer comprometimento no rendimento das atividades desportivas dos atletas.

Ainda assim, apesar do grupo “*sem alongamento*” apresentar valores aparentemente melhores do que o grupo “*com alongamento estático ativo*” para o CMJ ($36,12 \pm 6,08\text{cm}$; $35,72 \pm 6,20\text{cm}$, respectivamente), o Teste T revelou não

existirem diferenças significativas entre a média de altura atingida no CMJ do grupo que realizou alongamentos estáticos pré-exercícios e do grupo que não o fez ($p > 0.05$), corroborando com os achados de Cornwell *et al.* (2001) e Young & Elliot (2001).

Um estudo comparativo foi realizado por Young & Elliott (2001) acerca dos efeitos de dois protocolos de alongamento e contrações voluntárias máximas isométricas sobre a produção de força explosiva e desempenho dos saltos em 14 sujeitos, que tinham experiência de, no mínimo, uma temporada competitiva em um esporte em que os saltos são requeridos. Neste estudo, os participantes se submeteram a quatro diferentes condições de aquecimento: alongamento estático, facilitação neuromuscular proprioceptiva (PNF), contrações voluntárias máximas ou condições de grupo controle (quatro minutos de repouso). Cada sessão de aquecimento durou cinco minutos, seguido de uma das quatro condições supracitadas.

Os sujeitos realizaram dois saltos verticais para medida da produção da força explosiva e desempenho no salto e os resultados indicaram que, apesar do alongamento estático ter proporcionado uma menor altura/tempo para os saltos em relação às outras condições, não houve diferenças estatisticamente significativas entre as quatro condições testadas (Young & Elliott, 2001).

O estudo de Unick *et al.* (2005) se propôs a examinar os efeitos agudos do alongamento balístico e do alongamento estático sobre o salto vertical, ao submeter 16 jogadoras de basquete a um protocolo de três séries de 15 segundos. Os seus achados também não indicaram redução significativa no salto vertical em virtude dos alongamentos aplicados.

Kokkonen *et al.* (1998) investigaram apenas o efeito do alongamento sobre o desempenho máximo na flexão e extensão de joelhos em um movimento concêntrico específico (1 RM) e notaram um declínio semelhante na altura do SJ e CMJ (7.3% e 8.1%, respectivamente) após 10 minutos da aplicação do protocolo de alongamento estático sobre o quadríceps e isquiotibiais.

Vetter (2007) comparou os efeitos de seis protocolos de aquecimento sobre o sprint de 30 metros e o CMJ. Os seis protocolos foram: a) caminhada + sprint; b) protocolo A + exercícios incluindo pequenos saltos; c) protocolo B + alongamento dinâmico ativo; d) protocolo A + alongamento dinâmico ativo; e) protocolo B + alongamento estático ativo; f) protocolo A + alongamento estático. Neste estudo, o

autor conclui que o alongamento estático pode ter impacto negativo sobre o desempenho de saltos, incluindo o CMJ.

Os achados de Behm *et al.* (2006) também encontraram uma redução no CMJ (5.5% a 5.7%) após uma sessão de alongamento.

Desempenho no Sprint de 20 metros

A corrida de velocidade “sprint” é utilizada como forma de avaliação da habilidade atlética do indivíduo para a realização de tarefas neste domínio (Hopker *et al.*, 2009). Além disso, esta prova possibilita uma análise de força e potência e de tempo e velocidade. Por este motivo, o sprint é considerado um componente crucial em muitas modalidades desportivas (Hopker *et al.*, 2009).

A distância de 20 metros é considerada como típica nas equipes desportivas (Hopker *et al.*, 2009) e, por isso, foi adotada como distância ideal para experimentos que envolvam o sprint explosivo.

Na análise da “*velocidade no sprint*”, os achados desta investigação indicam um desempenho ligeiramente superior para o grupo que realizou o alongamento estático pré-testes face ao grupo que não alongou ($22,00 \pm 1,13\text{km/h}$ e $21,91 \pm 1,20\text{km/h}$, respectivamente). Em outras palavras, pode-se afirmar que o alongamento estático proporcionou o alcance de maior velocidade média, embora leve, para o grupo “*com alongamento estático ativo*” nas provas de sprint de 20 metros.

A diferença entre os dois grupos foi de apenas $0,09\text{km/h}$, o que permite a afirmação de que o grupo que efetuou alongamento estático aumentou o desempenho em 0,41%. Em algumas competições explosivas e de curta duração, como a corrida de 100 metros rasos, a mínima diferença na velocidade é considerada altamente relevante e pode ser decisiva para o resultado.

Neste âmbito, é importante ressaltar que para modalidades como rugby7 e o handebol, que foram os alvos desta investigação, a diferença encontrada é minimamente relevante. Este parece ser o motivo pelo qual o nosso estudo não identificou significância estatística para esta variável ($p>0.05$).

Assim como em nossa investigação, no estudo comparativo dos efeitos de seis protocolos de aquecimento sobre o sprint de 30 metros e o CMJ, efetuado por

Vetter (2007), foi evidenciado que o efeito do alongamento estático sobre o desempenho no tempo do sprint não foi significativo.

Wong *et al.* (2011) avaliaram os efeitos do alongamento estático sobre o sprint de 30 metros, ao submeter 20 jogadores de futebol a um protocolo de duas séries de 20 segundos. Os resultados não demonstraram qualquer alteração no tempo de cumprimento das provas de sprint.

Em contraste, Fletcher & Jones (2004) concluíram que o alongamento estático produz um efeito negativo significativo sobre a prova de velocidade ao verificarem que o grupo que realizou alongamento estático ativo apresentou um aumento significativo no tempo de cumprimento do sprint de 20 metros ($p < 0.05$). Segundo estes autores, a queda no desempenho evidenciada após o alongamento estático ativo pode ser atribuída a um aumento na complacência da UMT, gerado pela redução na habilidade do UMT em armazenar energia elástica na sua fase excêntrica.

Corroborando com os achados de Fletcher & Jones (2004), Little & Williams (2006) verificaram um aumento no tempo da prova de sprint de 20 metros após uma sessão de alongamentos em jogadores de futebol profissional, assim como Fletcher & Annes (2007) encontraram um redução significativa no desempenho em provas de sprint de 50 metros.

Nelson *et al.* (2005b) estudaram os efeitos agudos do alongamento muscular passivo com o intuito de estabelecer seus efeitos deletérios sobre o desempenho no sprint. Os protocolos utilizados pelos autores também proporcionaram aumento no tempo do sprint, de aproximadamente 0.04s, que pôde ser traduzido em uma redução de 1.37% no desempenho do sprint de 20 metros.

Para Young (2007), uma rotina de aquecimento ativo deve incluir atividades que exijam o alcance da intensidade submáxima e uma série de alongamentos estáticos, além de exercícios específicos para a modalidade. Taylor *et al.* (2009), em um estudo recente, testaram o efeito do alongamento estático e dinâmico em provas de sprint e, na sequência, acrescentaram tarefas aquecimento específico. Os autores verificaram que o desempenho no sprint após o alongamento estático foi 0.9% inferior ao valor alcançado após as tarefas de aquecimento específicas (Taylor *et al.*, 2009). Estes achados reportam efeitos negativos do alongamento estático sobre atividades de força e potência, como o CMJ e o sprint.

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES

Com base nos resultados por nós encontrados nesta investigação e em todas as informações obtidas em toda a pesquisa, conclui-se que o alongamento estático ativo não produz efeitos agudos sobre o desempenho desportivo. Desta forma, sugere-se que o alongamento estático ativo não exerce influencia sobre o desempenho desportivo em provas de velocidade e potência, como o sprint de 20 metros e o CMJ.

Conclui-se que o alongamento estático ativo pré-exercício não proporciona melhora no desempenho desportivo, entretanto não causa redução no desempenho desportivo em provas de potência e velocidade.

Embora não tenha sido objeto deste estudo, esta prática pode continuar a ser realizada antes dos exercícios com finalidades como a de prevenções de lesões e não visando a melhora do desempenho.

4.1. Limitações do Estudo

Uma das limitações desta investigação é a abordagem e análise apenas aos membros inferiores. Além disso, o estudo não realiza comparações sobre o desempenho desportivo no CMJ e no sprint entre modalidades desportivas diferentes.

Outro aspecto não abordado na pesquisa são os demais tipos de alongamento (PNF, alongamento balístico e alongamento dinâmico).

Sugerimos que seja investigado se a magnitude dos benefícios agudos gerados pelo alongamento estático são superiores aos efeitos produzidos por outros integrantes do aquecimento.

Encorajamos a abordagem aos membros superiores, nesta mesma perspectiva, e a continuação de análises aos efeitos agudos dos demais tipos de alongamentos sobre o rendimento desportivo ampliando o âmbito de análise e comparação.

Apesar de apresentarmos evidências de que o alongamento estático não influencia o desempenho, os seus mecanismos fisiológicos ainda não são conhecidos e não foram investigados neste estudo. Portanto, estes devem ser alvos de futuras investigações.

4.2. Recomendações

Baseado nos resultados obtidos, mas conscientes da possibilidade de influência das limitações do estudo, quiçá lacunas na apreensão e tratamento dos dados, é com alguma pertinência que apresentamos algumas recomendações com o intuito de encorajar futuras investigações no âmbito do presente mote.

É muito comum observar o seguinte questionamento: “*o alongamento estático deve ser retirado do programa de aquecimento pré-competição?*”.

Apesar de ser aconselhado que a resposta deva ser dada após balancear os efeitos negativos e os potenciais benefícios de prevenção de lesões (Young & Behm, 2002), os achados da presente investigação permitem a indicação de manter o alongamento estático como parte integral das rotinas pré-treinos ou competições.

É extremamente importante que a aplicação das tarefas seja compatível com a realidade de cada modalidade desportiva, visto que os achados em pesquisas de laboratórios, muitas vezes, não podem ser transferidos diretamente ao desempenho desportivo, e acompanhe as seguintes recomendações: aquecimento geral (10 minutos), alongamento estático (1 série de 30s, bilateralmente) e intensidade (VO_{2max} entre 40 e 60%).

Especial atenção deve ser garantida para a duração, velocidade, volume e intensidade das tarefas pré-exercícios, visto que são potenciais influenciadores dos efeitos após uma rotina de aquecimento.

Outra questão importante a ser avaliada para cada caso é se os benefícios agudos gerados pelo alongamento estático são maiores do que os efeitos produzidos por outros componentes do aquecimento (Young, 2007).

Mesmo não havendo estudos que comprovem que o alongamento estático reduza o risco de lesões, caso seja verificado um benefício profilático do alongamento estático, mesmo que psicologicamente, os praticantes devem sempre manter o alongamento estático na rotina de aquecimento, apesar de qualquer prejuízo notado no desempenho. Por outro lado, se um modelo de estudo bem estruturado demonstra que o alongamento estático prejudica grandiosamente o desempenho desportivo, os praticantes devem eliminar esta tarefa da sua rotina de aquecimento.

É de extrema importância que esta decisão seja bastante equilibrada, ponderando os outros potenciais efeitos agudos do alongamento diretamente na participação desportiva.

Finalmente, conclui-se que o impacto do pré-alongamento sobre o desempenho desportivo, varia de acordo com a modalidade desportiva e o tipo de atividade a ser desenvolvida.

Apesar de todas as controvérsias e divergências apresentadas pela literatura consultada, em um aspecto todos os autores estão em total acordo: mais estudos devem ser realizados no âmbito do esclarecimento sobre os efeitos do alongamento estático sobre o desempenho desportivo, de uma forma geral.

CAPÍTULO 5

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American College of Sports Medicine. (2009). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. (8ª edição). Philadelphia/Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Bandy, W. D., Irion, J. M., & Briggler, M. (1998). The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther*, 27(4), 295-300.
- Beedle, B. B., & Mann, C. L. (2007). A comparison of two warm-ups on joint range of motion. *J Strength Cond Res*. 21(3), 776-779.
- Behm, D. G., Bambury, A., Cahill, F., & Power, K. (2004). Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Med Sci Sports Exerc*, 36(8), 1397-1402.
- Behm, D. G., Bradbury, E. E., Haynes, A. T., Hooder, J. N., Leonard, A. M., & Paddock, N. R. (2006). Flexibility is not related to stretch-induced deficits in force or power. *J Sports Sci Med*, 5(1), 33-42.
- Behm, D. G., & Kibele, A. (2007). Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *Eur J Appl Physiol*, 101(5), 587-594.
- Bishop, D. (2003a). Warm Up I: Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med*, 33(6), 439-54.
- Bishop, D. (2003b). Warm Up II: Performance changes following active warm-up and how to structure the warm-up. *Sports Med*, 33(7), 483-498.
- Church, B. J., Wiggins, M. S., Moode, E. M., & Crist R (2001). Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*, 15(3), 332-336.
- Cornwell, A., Nelson, A. G., Heise, G. D., & Sidaway, B. (2001). The acute effects of passive muscle stretching on vertical jump performance. *J Hum Mov Stud*. 40, 307-24.
- Cornwell, A., Nelson, A. G., & Sidaway, B. (2002). Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *Eur J Appl Physiol*, 86(5), 428-434.
- Cramer, J. T., Housh, T. J., Johnson, G. O., Miller, J. M., Coburn, J. W., & Beck, T. W. (2004). Acute effects of static stretching on peak torque in women. *J Strength Cond Res*, 18(2), 236-241.
- Cramer, J. T., Housh, T. J., Weir, J. P., Johnson, G. O., Coburn, J. W., & Beck, T. W. (2005). The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *Eur J Appl Physiol*, 93(5-6), 530-539.

- de Weijer, V. C., Gorniak, G. C., & Shamus, E. (2003). The effect of static stretch and warm-up exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *J Orthop Sports Phys Ther*, 33(12), 727-733.
- Fletcher, I. M., & Anness, R. (2007). The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes. *J. Strength Cond Res*, 21(3), 784-787.
- Fletcher, I. M., & Jones, B. (2004). The effect of different warm up stretch protocols on 20m-sprint performance in training rugby union players. *J Strength Cond Res*, 18(4), 885-888.
- Fowles, J. R., Sale, D. G., & MacDougall, J. D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol*, 89(3), 1179-1188.
- Hall, C. M., & Brody, L. T. (2001). *Exercício Terapêutico: Na busca da função*. Rio de Janeiro, Brasil: Guanabara Koogan, pp. 99-100.
- Hopker, J. G., Coleman, D. A., Willes, J. D., & Galbraith, A. (2009). Familiarisation and reliability of sprint test indices during laboratory and field assessment. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(4), 528-532.
- Hopkins, W. G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med*, 30(1), 1-15.
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*, 40(3), 497-504.
- Kokkonen, J., Nelson, A. G., & Cornwell, A. (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q. Exerc. Sport*, 69(4), 411-415.
- Kovacs, M. (2006b). The argument against static stretching before sport and physical activity. *Athletic Therapy Today*, 11(3), 6-8.
- Little, T., & Williams, A. G. (2006). Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 20(1), 203-207.
- Magnusson, S. P., Aagaard, P., & Nielson, J. J. (2000). Passive energy return after repeated stretches of the hamstring muscle-tendon unit. *Med Sci Sports Exerc*, 32(6), 1160-1164.
- Marek, S. M., Cramer, J. T., Fincher, A. L., Massey, L. L., Dangelmaier, S. M., Purkayastha, S., & Culbertson, J. Y. (2005). Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train*, 40(2), 94-103.

- McMillian, D. J., Moore, J. H., Hatler, B. S., & Taylor, D. C. (2006). Dynamic vs. static-stretching warm-up: The effect on power and agility performance. *J Strength Cond Res*, 20(3), 492-499.
- Morse, C. I., Degens, H., Seynnes, O. R., Maganaris, C. N., & Jones, D. A. (2008). The acute effect of stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit. *J Physiol*, 586(1), 97-106.
- Nelson, A. G., Guillory, I. K., Cornwell, C., & Kokkonen, J. (2001b). Inhibition of maximal voluntary isokinetic torque production following stretching is velocity-specific. *J Strength Cond Res*, 15(2), 241-246.
- Nelson, A. G., Driscoll, N. M., Landin, D. K., Young, M. A., & Schexnayder, I. C. (2005b). Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *J Sports Sci*, 23(5), 449-454.
- Nelson, A. G., Kokkonen, J., & Arnall, D. A. (2005a). Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *J Strength Cond Res*. 19(2), 338-343.
- Pearce, A. J., Kidgell, D. J., Zois, J., & Carlson, J. S. (2009). Effects of secondary warm up following stretching. *Eur J Appl Physiol*, 105(2), 175-83.
- Power, K., Behm, D., Cahill, F., Carroll, M., & Young, W. (2004). An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Med Sci Sports Exerc*, 36(8), 1389-1396.
- Reisman, S., Walsh, L. D., & Proske, U. (2005). Warm-up stretches reduce sensations of stiffness and soreness after eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 37(6), 929-936.
- Rubini, E. C., Costa, A. L., & Gomes, P. S. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Med*, 37(3), 213-224.
- Safran, M. R., Garrett Jr, W. E., Seaber, A. V., Glisson, R. R., & Ribbeck, B. M. (1988). The role of warm-up in muscular injury prevention. *Am J Sports Med*, 16(2), 123-129.
- Schroeder, J. (2010). Stretching: What is the research telling us? *American Fitness*, 24-30.
- Shellock, F. G., & Prentice, W. E. (1985). Warming up and stretching for improve physical performance and prevention of sports related injuries. *Sports Med*, 2:267-268.
- Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid spaces and density. In: Brozek J, Henschel A, editors. Techniques for measuring body composition. Washington DC: National Academy of Science, pp. 223-244.

- Spernoga, S. G., Uhl, T. L., Arnold, B. L., & Gansneder, B. M. (2001). Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *Journal of Athletic Training*, 36(1), 44–48.
- Taylor, K. L., Sheppard, J. M., Lee, H., & Plummer, N. (2009). Negative effect of static stretching restored when combined with a sport specific warm-up component. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 657–661.
- Unick, J., Kieffer, H. S., Cheesman, W., & Feeney, A. (2005). The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *J Strength Cond Res*, 19(1), 206-212.
- Vetter, R. (2007). Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *J Strength Cond Res*, 21(3), 819-823.
- Wallmann, H. W., Mercer, J. A., & McWhorter, J. W. (2005). Surface electromyographic assessment of the effect of static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*, 19(3), 684-688.
- Wittekind, A. L., & Beneke, R. (2009). Effect of warm-up on run time to exhaustion. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 480-484.
- Wong, P. L., Lau, P. W. C., Mao, D. W., Wu, Y. Y., Behm, D. G., & Wisløff, U. (2011). Three days of static stretching within a warm-up does not affect repeated-sprint ability in youth soccer players. *J Strength Cond Res*, 25(3), 838–845.
- Woods, K., Bishop, P., & Jones, E. (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med*, 37(12), 1089-1099.
- Young, W., & Behm D. (2002). Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities? *National Strength & Conditioning Association* 24(6), 33-37.
- Young, W., Elias, G., & Power, J. (2006). Effects of static stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion. *J Sports Med Phys Fitness*, 46(3), 403-411.
- Young, W., & Elliott, S. (2001). Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Res Q Exerc Sport*, 72(3), 273-279.
- Young, W. B., & Behm, D. G. (2003). Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J Sports Med Phys Fitness*, 43(1), 21-27.
- Young, W. B. (2007). The use of static stretching in warm-up for training and competition. *Int J Sports Phys Perf*, 2(2), 212-216.

APÊNDICES

Apêndice A. Ficha de dados biográficos e caracterização antropométrica.

	PROJETO DE PESQUISA ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO NO DESEMPENHO EM PROVAS DE POTÊNCIA E VELOCIDADE																		
	Dados Biográficos e Caracterização Antropométrica																		
Código:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																		
Nome Completo:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																		
Data de Nascimento:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																		
Início da Prática do Rugby (Ano):	<input style="width: 100%;" type="text"/>																		
Nº treino/semana:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																		
Duração Média de Treino:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																		
Nº semanas por ano:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																		
Estatura:	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>																
Estatura Sentado:	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>																
Massa:	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>																
Pregas:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Tricipital</td> <td style="width: 30px; height: 15px;"></td> <td style="width: 30px; height: 15px;"></td> <td style="width: 30px; height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Sub-Escapular</td> <td style="width: 30px; height: 15px;"></td> <td style="width: 30px; height: 15px;"></td> <td style="width: 30px; height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Supra-Ilíaca</td> <td style="width: 30px; height: 15px;"></td> <td style="width: 30px; height: 15px;"></td> <td style="width: 30px; height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Geminal</td> <td style="width: 30px; height: 15px;"></td> <td style="width: 30px; height: 15px;"></td> <td style="width: 30px; height: 15px;"></td> </tr> </table>			Tricipital				Sub-Escapular				Supra-Ilíaca				Geminal			
Tricipital																			
Sub-Escapular																			
Supra-Ilíaca																			
Geminal																			

Apêndice B. Coleta de dados do salto vertical em contra-movimento.



PROJETO DE PESQUISA
ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO NO DESEMPENHO EM PROVAS DE POTÊNCIA E VELOCIDADE

Folha de Registro

Cód.	Nome	Idade	GRUPO	CMJ1		CMJ2		CMJ3	
				Altura	Tempo de Voo	Altura	Tempo de Voo	Altura	Tempo de Voo
1			A						
2			A						
3			A						
4			A						
5			A						
6			A						
7			A						
8			A						
9			B						
10			B						
11			B						
12			B						
13			B						
14			B						
15			B						
16			B						

Altura (m);

Tempo de Voo (s);

Velocidade (km/h).

Apêndice C. Coleta de dados do sprint de 20 metros.



PROJETO DE PESQUISA
ALONGAMENTO ESTÁTICO ATIVO NO DESEMPENHO EM PROVAS DE POTÊNCIA E
VELOCIDADE
Folha de Registro

Código	Nome Completo	Idade	GRUPO	Sprint 20m 1		Sprint 20m 2		Sprint 20m 3	
				Tempo	Velocidade	Tempo	Velocidade	Tempo	Velocidade
1			A						
2			A						
3			A						
4			A						
5			A						
6			A						
7			A						
8			A						
9			B						
10			B						
11			B						
12			B						
13			B						
14			B						
15			B						
16			B						

Tempo (s)

Velocidade (Km/h)

Apêndice D. Aprovação do projeto de pesquisa.**Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física**

Exmº Senhor
Dr. Fábio Carlos Lucas de Oliveira

Para os devidos efeitos, cumpre-nos dar conhecimento do deliberado pelo Conselho Científico na reunião realizada no dia 21/07/2010, conforme extracto das respectivas deliberações a seguir se transcreve:

" Aos vinte e um dias do mês de Julho de 2010, pelas 14,30 horas, reuniu o Conselho Científico da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra sob a presidência do Doutor José Pedro Leitão Ferreira. Entre outros assuntos, **aprova, por unanimidade, o projecto de tese de Mestrado**, bem como a proposta de designação do respectivo orientador, do seguinte licenciado:

Fábio Carlos Lucas de Oliveira, do Mestrado em Biocinética (orientador – Doutor Luis Manuel Pinto Lopes Rama) ."

Com os melhores cumprimentos,

Armando Beirão
Secretariado do Conselho Científico

Universidade de Coimbra
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física Estádio Universitário de
Coimbra, Pavilhão III, Santa Clara
3040-156 Coimbra * Portugal
Telefone / Phone: (00351) 239802770 | Fax: (00351) 239802779
E-mail: cc@fedef.uc.pt | www.fedef.uc.pt

Apêndice E. Apresentação do projeto.**Folha de Informação e Apresentação do Projeto*****“Alongamento estático ativo no desempenho em provas de potência e velocidade”***

Obrigado por ter demonstrado interesse neste projecto. Por favor, leia cuidadosamente esta folha informativa antes de decidir participar.

Desde já agradecemos a sua adesão, no entanto não existirá qualquer tipo de desvantagem se a sua decisão for contrária e agradecemos de qualquer modo o facto de ter ponderado a sua participação. Em qualquer altura poderá abandonar este projeto sem qualquer desvantagem.

Este projeto tem por objetivo avaliar a influência do alongamento estático ativo, executado antes das atividades físicas, através da identificação de seus efeitos agudos sobre o desempenho desportivo, em provas de potência e velocidade.

Ao tomar parte neste projeto, ser-lhe-á pedido que autorize a recolha de alguns de seus dados pessoais, sendo recolhidas as principais medidas corporais representativas da sua morfologia (estatura, massa e pregas subcutâneas).

É assegurada a confidencialidade dos dados e só a equipa de avaliação terá acesso a eles.

Os resultados poderão ser publicados, mas jamais permitirão a identificação de qualquer elemento da amostra.

Se for o seu desejo, os responsáveis pelo projeto prontificam-se a disponibilizar os dados individuais ao próprio.

No final todas as informações recolhidas serão destruídas, exceto aquelas que por política de investigação tenham implicações relativamente às conclusões deste projeto, que serão armazenadas em segurança.

Fábio Carlos Lucas de Oliveira (Fac. de Ciências do Desporto e Educação Física-UC)

Luis Manuel Pinto Lopes Rama (Fac. de Ciências do Desporto e Educação Física-UC)

Apêndice F. Termo de consentimento.***Termo de consentimento***

Li a folha de informação relativa a este projeto e compreendi o seu âmbito e o que envolve a minha participação no mesmo. Todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e compreendi que posso pedir informações adicionais em qualquer altura.

Declaro que:

1. As informações por mim prestadas são verídicas, isentando o pesquisador de quaisquer responsabilidades sobre as mesmas.
2. A minha participação é totalmente voluntária, não havendo lugar para qualquer tipo de ônus ou remuneração.
3. Posso abandonar o projeto em qualquer altura sem qualquer desvantagem.
4. Estou ciente que os dados recolhidos serão destruídos quando o projeto terminar, excluindo aqueles dados necessários para sustentar as conclusões do estudo que serão conservados em segurança.
5. Sei que os resultados deste estudo poderão ser publicados, mas o anonimato será preservado.

Concordo com a minha participação neste estudo.

.....
(assinatura)

.....
(data)

Este projeto insere-se na linha de investigação produzida pelo Laboratório do Centro de Estudos de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física.

Caso tenha dúvidas acerca do projeto agora ou no futuro não hesite em colocá-las aos responsáveis do projeto.

Fábio Carlos Lucas de Oliveira (Fac. de Ciências do Desporto e Educação Física-UC)

Luis Manuel Pinto Lopes Rama (Fac. de Ciências do Desporto e Educação Física-UC)

Apêndice G. Output dos dados estatísticos.

Summarize

Case Summaries^a

			modalidade	idade	estatura	peso	imc	alt_CAjump
codigo	1,00	1	Rugby7	19,00	1,84	78,00	23,04	,372
	2,00	1	Rugby7	18,00	1,74	73,60	24,31	,391
	3,00	1	Rugby7	20,00	1,64	79,80	29,67	,277
	4,00	1	Rugby7	18,00	1,76	71,40	23,05	,379
	5,00	1	Rugby7	18,00	1,84	78,00	23,04	,358
	6,00	1	Rugby7	21,00	1,63	54,50	20,51	,415
	7,00	1	Rugby7	19,00	1,82	89,30	26,96	,323
	8,00	1	Rugby7	19,00	1,72	70,60	23,86	,313
	9,00	1	Handebol	33,00	1,80	94,00	29,01	,333
	10,00	1	Handebol	27,00	1,75	83,40	27,23	,382
	11,00	1	Handebol	34,00	1,79	79,20	24,72	,347
	12,00	1	Handebol	22,00	1,75	66,80	21,81	,473
	13,00	1	Handebol	22,00	1,82	81,80	24,70	,410
	14,00	1	Handebol	22,00	1,71	75,60	25,85	,311
	15,00	1	Handebol	29,00	1,80	77,60	23,95	,390
	16,00	1	Handebol	33,00	1,90	120,10	33,27	,252
	17,00	1	Handebol	21,00	1,88	108,40	30,67	,266
	18,00	1	Handebol	19,00	1,73	72,20	24,12	,324
	19,00	1	Handebol	29,00	1,80	80,40	24,81	,438
	20,00	1	Handebol	31,00	1,79	82,70	25,81	,440
	21,00	1	Handebol	36,00	1,73	79,70	26,63	,403
	22,00	1	Handebol	18,00	1,85	93,40	27,29	,261

a. Limited to first 100 cases.

Case Summaries^a

			voo_CAjum p	time_CAsp rint	vel_CAspri nt	alt_SAju mp	voo_SA jump	time_S Asprint	vel_SAsp rint
codigo	1,00	1	,551	3,250	22,150	,394	,567	3,230	22,290
	2,00	1	,565	3,150	22,860	,383	,559	3,230	22,290
	3,00	1	,475	3,600	20,000	,290	,486	3,550	20,820
	4,00	1	,556	3,240	22,220	,390	,564	3,310	21,750
	5,00	1	,540	3,360	21,430	,328	,517	3,310	21,750
	6,00	1	,582	2,980	24,160	,480	,626	2,960	24,320
	7,00	1	,513	3,350	21,490	,342	,528	3,330	21,620
	8,00	1	,505	3,130	23,000	,342	,528	3,100	23,230
	9,00	1	,521	3,190	22,570	,316	,508	3,390	21,240
	10,00	1	,558	3,260	22,090	,352	,536	3,140	22,930
	11,00	1	,532	3,340	21,560	,328	,517	3,270	22,020
	12,00	1	,621	3,320	21,690	,471	,620	3,120	23,080
	13,00	1	,578	3,340	21,560	,405	,575	3,220	22,360
	14,00	1	,504	3,510	20,510	,339	,526	3,380	21,300
	15,00	1	,564	3,400	21,180	,404	,574	3,510	20,510
	16,00	1	,453	3,370	21,360	,258	,459	3,730	19,300
	17,00	1	,466	3,690	19,510	,273	,472	3,690	19,510
	18,00	1	,514	3,260	23,090	,329	,518	3,360	21,430
	19,00	1	,598	3,060	23,530	,440	,599	3,100	23,230
	20,00	1	,599	3,140	22,930	,414	,581	3,140	22,930
	21,00	1	,573	3,140	22,930	,383	,559	3,230	22,290
	22,00	1	,461	3,240	22,220	,286	,483	3,310	21,750

a. Limited to first 100 cases.

T-Test (COM ALONGAMENTO X SEM ALONGAMENTO)

Group Statistics

Grupo		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Alt_cmj_cm	A com alongamento	22	35,7182	6,19790	1,32140
	B sem alongamento	22	36,1227	6,07594	1,29540
Veloc_Sprint	A com alongamento	22	22,00182	1,127296	,240340
	B sem alongamento	22	21,90682	1,201639	,256190

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
Alt_cmj_cm	Equal variances assumed	,015	,904	-,219	42
	Equal variances not assumed			-,219	41,983
Veloc_Sprint	Equal variances assumed	,013	,911	,270	42
	Equal variances not assumed			,270	41,830

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means		
		Sig (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Alt_cmj_cm	Equal variances assumed	,828	-,40455	1,85044
	Equal variances not assumed	,828	-,40455	1,85044
Veloc_Sprint	Equal variances assumed	,788	,095000	,351279
	Equal variances not assumed	,788	,095000	,351279

T-Test (RUGBY X HANDEBOL)

Group Statistics

modalidade		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
alt_CAjump	Rugby7	8	,35350	,045707	,016160
	Handebol	14	,35929	,071185	,019025
vel_CAsprint	Rugby7	8	22,16375	1,244794	,440101
	Handebol	14	21,90929	1,092298	,291929
alt_SAJump	Rugby7	8	,36863	,057274	,020249
	Handebol	14	,35700	,064376	,017205
vel_SAsprint	Rugby7	8	22,25875	1,081645	,382419
	Handebol	14	21,70571	1,258080	,336236

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
alt_CAjump	Equal variances assumed	2,904	,104	-,206	20
	Equal variances not assumed			-,232	19,589
vel_CAsprint	Equal variances assumed	,017	,898	,500	20
	Equal variances not assumed			,482	13,145
alt_SAJump	Equal variances assumed	,510	,483	,423	20
	Equal variances not assumed			,437	16,207
vel_SAsprint	Equal variances assumed	,476	,498	1,040	20
	Equal variances not assumed			1,086	16,649

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means		
		95% Confidence Interval of the Difference		
		Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
alt_CAjump	Equal variances assumed	,839	-,005786	,028118
	Equal variances not assumed	,819	-,005786	,024962
vel_CAsprint	Equal variances assumed	,622	,254464	,508787
	Equal variances not assumed	,638	,254464	,528121
alt_SAJump	Equal variances assumed	,677	,011625	,027471
	Equal variances not assumed	,668	,011625	,026572
vel_SAsprint	Equal variances assumed	,311	,553036	,531526
	Equal variances not assumed	,293	,553036	,509214

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means	
		95% Confidence Interval of the Difference	
		Lower	Upper
alt_CAjump	Equal variances assumed	-,064439	,052867
	Equal variances not assumed	-,057925	,046354
vel_CAsprint	Equal variances assumed	-,806847	1,315775
	Equal variances not assumed	-,885195	1,394123
alt_SAJump	Equal variances assumed	-,045679	,068929
	Equal variances not assumed	-,044646	,067896
vel_SAsprint	Equal variances assumed	-,555707	1,661779
	Equal variances not assumed	-,523042	1,629113