

**A IMPORTÂNCIA DO FORTALECIMENTO MUSCULAR
NA PREVENÇÃO DE LESÕES NA EXECUÇÃO DA PISTA DE
PENTATLO MILITAR**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

ORIENTADOR: 1º TEN QAO ROBSON JAQUES NOGUEIRA

RESENDE

2019

**A IMPORTÂNCIA DO FORTALECIMENTO MUSCULAR
NA PREVENÇÃO DE LESÕES NA EXECUÇÃO DA PISTA DE
PENTATLO MILITAR**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Breno Bastos Silva

Aprovado em ___ de _____ de 2019.

Banca examinadora

Robson Jaques de Nogueira, 1º Ten QAO - Orientador

Yuri Soares de Carvalho, 1º Ten Inf

Laerte Ferrari Alves, Maj INF

**Resende
2019**

“Para ser bem-sucedido, o desejo pelo sucesso deve ser maior que o medo de falhar.”

Bill Cosby

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo dom da vida e por ter dado saúde, disposição e capacidade para atingir os objetivos de vida.

Em seguida, a família, o principal alicerce o qual me sustentou nessa árdua jornada de formação, sendo que, sempre quando precisava, tinha a certeza daqueles que estariam ao meu lado.

Agradeço, também, pela compreensão e elo conhecimento de Larissa, quem muito contribuiu para que este trabalho fosse concluído.

Lembrar, ainda, da disposição apresentada por meu orientador que, desde os tempos de preparo para ingressar na caserna e seguir na carreira militar, colaborou, em certos aspectos, para que eu pudesse chegar até aqui.

E, por fim, aos meus companheiros de turma que, desde 2015, marcham juntos, ombro a ombro, tendo o comum objetivo de alcançar o Aspirantado, levando na memória aqueles que, por motivos transcendentais ao nosso conhecimento, não puderam completar a jornada.

RESUMO

A IMPORTÂNCIA DO FORTALECIMENTO MUSCULAR PARA LESÕES NA EXECUÇÃO DA PISTA DE PENTATLO MILITAR

AUTOR: Breno Bastos Silva

ORIENTADOR: Robson Jaques de Nogueira

Proveniente da França, o Pentatlo Militar teve início em 1946 com objetivo de treinar os paraquedistas holandeses em seu tempo ocioso. Para isso, o Capitão Henri Debrus planejou as modalidades de salto de paraquedas, obstáculos, marcha e operações de combate. Com o passar do tempo, houve crescente interesse pelo esporte, sendo que, em 1988, ocorreu a primeira competição feminina e, em 1993, revezamento na pista de obstáculos.

Atualmente, é composta por tiro, natação utilitária com obstáculos, corrida através campo, pista de pentatlo militar e lançamento de granadas. Como alvo de estudos, será abordado nesse trabalho a Pista de Pentatlo Militar (PPM), a qual simula possíveis obstáculos no campo de batalha, exigindo do militar/atleta velocidade, força e resistência para transpor os aparelhos. Visando ao melhor desempenho do indivíduo e a fim evitar lesões, informações foram levantadas com o objetivo de indicar a melhor forma de preparo muscular para que se tenha potência muscular e resistência, além de evitar a fadiga, o estiramento das fibras musculares e outras formas de lesões.

Palavras-chave: Pista de Pentatlo Militar, lesões, estiramento, fadiga.

ABSTRACT

THE IMPORTANCE OF MUSCULAR STRENGTHENING TO AVOID INJURIES THE IMPLEMENTATION OF THE MILITARY PENTATHLON TRACK

AUTHOR: Breno Bastos Silva

ADVISOR: Robson Jaques de Nogueira

From France, the military pentathlon began in 1946 in order to train the Dutch Parachutes in their idle time. To this, Captain Henri Debrus planned the modalities of parachutes, obstacles, gait and combat operations. Over time, there was a growing interest in the sport, and in 1988, the first female competition occurred and, in 1993, a relay on the Obstacle Course.

Currently, it consists of shooting, utilitarian swimming with obstacles, race through the field (cross run), military pentathlon track and grenade launch. As a target of studies, it will be approached in this work a PPM, which simulates possible obstacles in the battle field, demanding from the military/athlete the speed, strength and endurance to transpose the appliances. Aiming at the best performance of the individual and avoiding injuries, information was raised in order to indicate the best form of muscular preparation, to have muscular power and endurance, in addition to avoiding fatigue, stretching of muscle fibers and other forms of injuries.

Key-words: Military Pentathlon Track, injuries, stretch, fatigue.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Pista de Pentatlo Militar.....	10
FIGURA 2 – Escada de cordas.....	11
FIGURA 3 – Vigas Justapostas.....	12
FIGURA 4 – Cabos Paralelos.....	12
FIGURA 5 – Rede de rastejo.....	13
FIGURA 6 – Passagem de vau.....	13
FIGURA 7 – Cerca de assalto.....	14
FIGURA 8 – Viga de equilíbrio.....	14
FIGURA 9 – Rampa de escada com cordas.....	15
FIGURA 10 – Vigas horizontais.....	15
FIGURA 11 – Mesa irlandesa.....	16
FIGURA 12 – Bueiro.....	17
FIGURA 13 – Vigas em degrau.....	17
FIGURA 14 – Banqueta e fosso.....	18
FIGURA 15 – Muro de assalto.....	18
FIGURA 16 – Fosso.....	19
FIGURA 17 – Escada vertical.....	20
FIGURA 18 – Muro de assalto.....	20
FIGURA 19 – Traves de equilíbrio.....	21
FIGURA 20 – Chicana.....	21
FIGURA 21 – Muros de assaltos sucessivos.....	22
FIGURA 22 – Movimento Concêntrico.....	26
FIGURA 23 – Movimento Excêntrico.....	26
FIGURA 24 – Fibras musculares	28
FIGURA 25 – Tipos de distensão muscular	29
FIGURA 26 – Ciclo da fadiga muscular	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS	10
1.1.1 Objetivo Geral	10
1.1.2 Objetivos específicos	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO	10
2.1 OBSTÁCULOS	10
2.1.1 Escadas de cordas	11
2.1.2 Vigas justapostas	11
2.1.3 Cabos paralelos	12
2.1.4 Rede de rastejo	12
2.1.5 Passagem de vau	13
2.1.6 Cerca de assalto (rústico)	13
2.1.7 Viga de equilíbrio	14
2.1.8 Rampa de escalada com corda	15
2.1.9 Vigas horizontais (máximo e mínimo)	15
2.1.10 Mesa irlandesa	16
2.1.11 Bueiro e vigas justapostas	16
2.1.12 Vigas em degraus	17
2.1.13 Banqueta e fosso	18
2.1.14 Muro de assalto	18
2.1.15 Fosso	19
2.1.16 Escada vertical	19
2.1.17 Muro de assalto	20
2.1.18 Traves de equilíbrio	20
2.1.19 Chicana (labirinto)	21
2.1.20 Muro de assalto sucessivos	22
3 BIOMECÂNICA E FORÇA MUSCULAR	23
4 PRINCIPAIS LESÕES POR ESFORÇO MUSCULAR	27
4.1 ESTIRAMENTO	28
4.2 FADIGA MUSCULAR	30
5 CONCLUSÃO	32
6 REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

A Pista de Pentatlo Militar (PPM) possui 20 aparelhos em 500 metros de pista, a qual simula obstáculos encontrados em campanha. É um treinamento para melhorar as qualidades físicas dos militares e desenvolve atributos da área afetiva, como autoconfiança, liderança, tolerância, entre outros (C20-20 - Treinamento Físico Militar).

O conhecimento das técnicas de transposição de um obstáculo da PPM é de grande relevância para os militares atletas. É, portanto, exigido muito mais a agilidade do que o raciocínio.

A modalidade diante de suas peculiaridades potencializa as qualidades dos militares como combatentes terrestres. A integração constante dessas mencionadas habilidades necessita de bastante velocidade e resistência quando da transposição dos obstáculos (Oliveira, 2008; Marujo, 2008). Além de aprimorar o condicionamento físico do militar, a PPM também simula possíveis incidentes que podem ser encontrados em situações de combate.

Tendo em vista essas características, mostra-se importante possuir o conhecimento para preparar-se adequadamente para uma atividade física. Conseqüentemente, tal preparo mantém não apenas a mecânica das tarefas motoras adquiridas, como também o melhor rendimento do atleta e a diminuição do risco de lesões. Atrelado a isso, está o fortalecimento muscular, por meio de exercícios excêntricos e concêntricos, um aspecto relevante para o melhor desempenho nos exercícios.

Conforme se aborda no corpo deste trabalho, visualiza-se que a PPM exige capacidade aeróbica e anaeróbica para que o indivíduo obtenha um objetivo esperado, evitando, assim, a fadiga muscular. Além disso, é também significativo possuir, também, capacidade e flexibilidade muscular para exercer as amplitudes de movimento corretas e com qualidade, e força frente aos obstáculos, aspectos relevantes para prevenção de lesões, por exemplo, um estiramento.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a importância do fortalecimento muscular para execução da PPM.

1.1.2 Objetivos Específicos

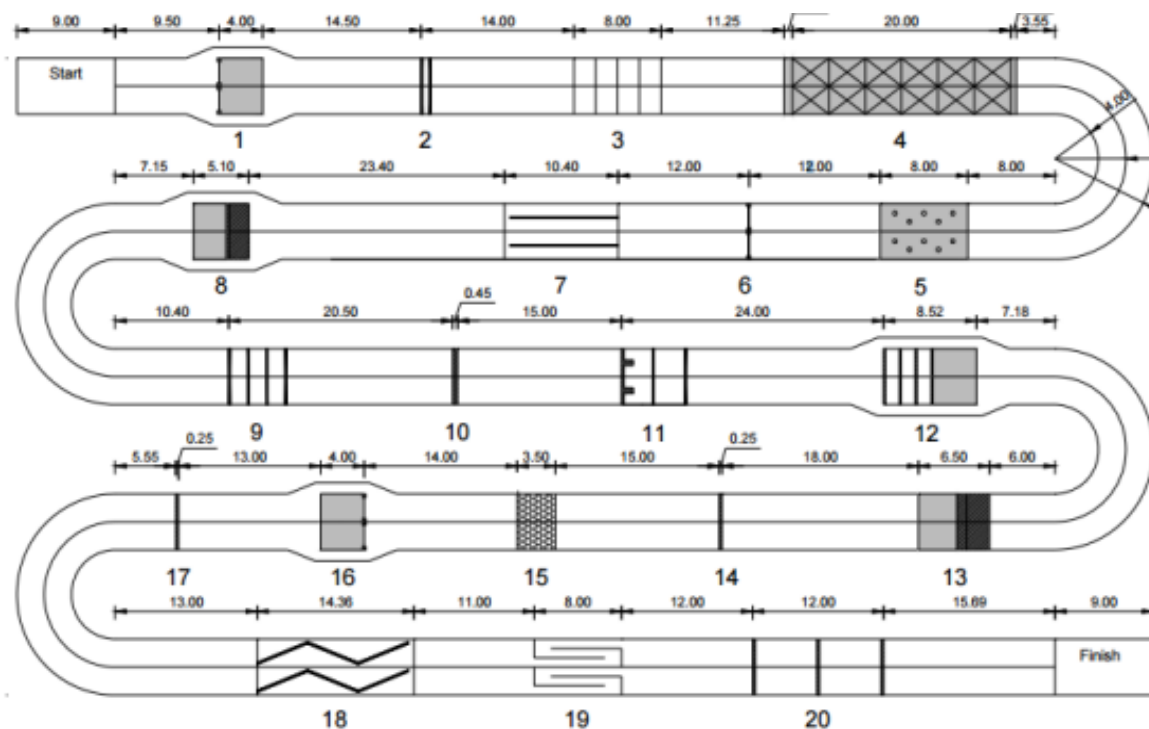
Identificar as lesões que podem ocorrer com a falta de preparo para uma atividade física.

Definir a melhor forma de fortalecimento muscular para evitar lesões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO METODOLÓGICO

2.1 OBSTÁCULOS

FIGURA 1: Pista de Pentatlo Militar



Fonte: International Military Sports Council, 2016

2.1.1 ESCADA DE CORDAS

O primeiro obstáculo é a escada de corda com cinco metros de altura e onze degraus, na qual é avaliada a subida, a transposição e a descida. Pode-se realizar a subida de duas formas, abordando pelas laterais do obstáculo, na corda, ou pelos próprios degraus. Já a transposição, pode ser “girando” e descendo alguns degraus, podendo dar um curto salto, para os iniciantes até adquirir confiança, ou em “bandeira”, uma técnica em que o atleta ultrapassa o último degrau mais próximo dele, faz um movimento rápido, ganhando tempo para a execução da pista. Assim, na descida, vale saltar no caixão de areia a frente ou então descer os degraus, de forma que, ao atingir o solo, o corpo esteja levemente inclinado a frente e pernas flexionadas para permitir uma posição de partida para atingir o próximo aparelho.

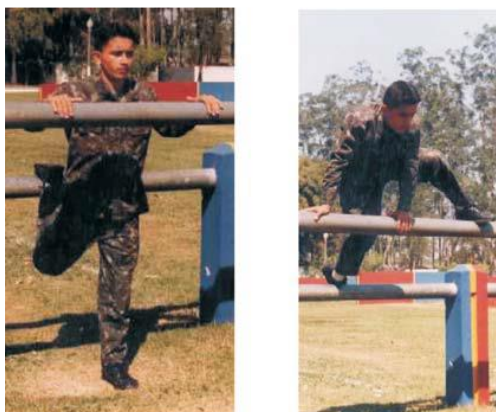
FIGURA 2



2.1.2 VIGAS JUSTAPOSTAS

Possui uma abordagem na qual deve se tocar um pé ao solo entre as duas vigas, as quais possuem 0,95m (zero vírgula noventa e cinco metros) e 1,35m (um vírgula trinta e cinco metros) de altura. Deve-se, portanto, abordar a primeira viga com um dos pés e a segunda viga com as mãos e, nesse ínterim, tocar o solo com um pé e impulsionar com o outro para a transposição completa do obstáculo.

FIGURA 3



2.1.3 CABOS PARALELOS

Um conjunto de cinco cabos paralelos, dispostos a dois metros de distância entre eles e 0,55 metros de altura, que, para transpor, exige coordenação, velocidade e técnica. Deve-se abordá-lo com os pés lançados lateralmente e o corpo levemente desequilibrado. Além disso, evita-se passar de frente para que não tenha perda de tempo.

FIGURA 4



2.1.4 REDE DE RASTEJO

Obstáculo com 25 m (vinte metros) de comprimento e meio metro de altura que deve ser ultrapassado no rastejo de forma mais rápida possível. Para isso, não se deve hesitar para entrar com velocidade nesse mesmo obstáculo. Em posição de rastejo, um lado do corpo mantém-se tocando o solo, enquanto o outro lado conta

com apoio apenas do pé. Quanto às mãos, busca-se o espaço mais à frente possível para deslocar-se, olhando sempre a frente para melhor direcionamento.

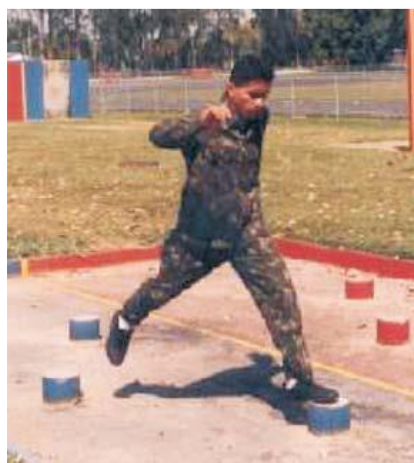
FIGURA 5



2.1.5 PASSAGEM DE VAU

Aparelho com 05 (cinco) cilindros fixados ao solo e dispostos em um intervalo de oito metros, o qual pode ser transposto pelo atleta valendo-se do apoio em dois, três e cinco tocos, variando com a habilidade, confiança e técnica já adquirida. Esse obstáculo possui um comprimento de oito metros, em sua transposição, se deve manter na vertical, cabeça erguida, braços abertos e oscilação em busca de equilíbrio.

FIGURA 6



2.1.6 CERCA DE ASSALTO (RÚSTICO)

Composta por três barras paralelas, com altura de 0,70 m (zero vírgula setenta metros), 1,50 m (um metro e meio) e 2,20m (dois vírgula vinte metros) de altura, respectivamente, trata-se de um obstáculo cuja técnica de transposição

utilizada é semelhante à de escada de cordas. Para isso, deve-se abordá-lo com velocidade moderada utilizando a técnica da “bandeira”, em que segura com uma mão a barra superior e com a outra a barra do meio, jogando as pernas para cima e para frente, de modo que a queda seja feita na posição da corrida, evitando-se, com cuidado, a máxima flexão do corpo.

FIGURA 7



2.1.7 VIGA DE EQUILÍBRIO

Obstáculo em que a segurança é mais importante que a velocidade, tanto para ultrapassar quanto para evitar um acidente. Possui ao todo 9,80 metros de extensão, estando a uma altura de 0,90 m (zero vírgula noventa metros) do solo, além da largura de 0,10 m (zero vírgula dez metros) da viga. Aborda-se tal obstáculo com os pés voltados para o exterior, braços abertos para atingir o equilíbrio e a presteza necessários para transpor todos os seus 10,40 m (dez vírgula quarenta metros). Nos metros finais, aumenta-se a velocidade para saída, fora da demarcação delimitada de falta.

FIGURA 8



2.1.8 RAMPA DE ESCALADA COM CORDA

Aparelho com 3,0 m (três metros) de altura que conta com abordagem em velocidade para realizar a escalada e que pode contar com ajuda de uma corda para atingir o topo. Espera-se que o atleta escale com passadas curtas e rápidas e seu tronco seja mantido o máximo possível na posição vertical. Para a queda, apoia-se um braço e coloca-se uma das pernas para baixo, a fim de se diminuir o impacto ao soltar o corpo.

FIGURA 9



2.1.9 VIGAS HORIZONTAIS (MÁXIMO E MÍNIMO)

Por se tratar de um obstáculo com grau de dificuldade baixa, procura-se realizar sua transposição com boa velocidade. Para transpô-lo, o atleta coloca o corpo próximo à viga mais alta 1,20 m (um vírgula vinte metros) e impulsiona-o de forma a cair próximo à viga inferior 0,60 m (zero vírgula sessenta metros) e, assim, ultrapassá-la. Realiza-se tal procedimento duas vezes.

FIGURA 10



2.1.10 MESA IRLANDESA

Considerada um dos obstáculos mais difíceis. Isso, pelo fato de ele ter 2,0 m (dois metros) de altura e uma largura de meio metro para servir de apoio. Sua abordagem é de forma mais lenta. O militar salta e aborda o lado posterior da mesa irlandesa com uma mão, levando o seu peito de encontro a ela. O movimento natural levará as pernas para frente e, com a oscilação, colocar-se-á o calcanhar e depois o braço que serviu como apoio, segurando o lado posterior da plataforma. Na queda, posiciona-se um pé à frente do outro como se fosse posição de partida, flexionando o tronco o mínimo possível.

FIGURA 11



2.1.11 BUEIRO E VIGAS JUSTAPOSTAS

Para sua transposição, o militar deve ter coragem e decisão para a abordagem ser feita com precisão e velocidade ao mergulhar na direção do bueiro, o qual possui 1,20 m (um vírgula vinte metros) de extensão; 0,50 m (meio metro) de altura e 0,75 m (zero vírgula setenta e cinco metros) de largura. Realizado com braços estendidos, corpo ereto, pernas e pés estendidos, de forma que ao ultrapassar, estar com os quadris soltos para levantar rapidamente e ultrapassar as vigas justapostas, como o segundo aparelho da pista.

FIGURA 12



2.1.12 VIGAS EM DEGRAUS

Atributos como decisão e confiança são importantes para transpor os 4 degraus paralelos e crescentes em altura, 0,75 m (zero vírgula setenta e cinco metros); 1,25 m (um vírgula vinte e cinco metros); 1,80 m (um vírgula oitenta metros) e 2,30 m (dois vírgula trinta metros), respectivamente, observando-se, ainda, que há um intervalo de 1,30 m (um vírgula trinta metros) entre eles. Deve-se abordar o obstáculo com velocidade suficiente para atingir o quarto degrau sem a necessidade de usar muito a impulsão das pernas. A queda pode ser atenuada ao se apoiar com as mãos no último degrau.

FIGURA 13



2.1.13 BANQUETA E FOSSO

Aparelho de fácil transposição semelhante à rampa de escalada com corda. Observa-se, porém, que é de menor estatura, ou seja, possui 1,80 m (um vírgula oitenta metros). Para superá-lo, basta realizar a subida e saltar no caixão de areia. O atleta deve estar atento para que caia numa melhor posição, favorecendo-o no reinício da corrida para atingir o próximo obstáculo.

FIGURA14



2.1.14 MURO DE ASSALTO

Este aparelho pode ser abordado com alta velocidade visto que se trata de um muro relativamente baixo, com 1,0 m (um metro) de altura, de fácil transposição.

FIGURA 15



2.1.15 FOSSO

O fosso é considerado um ponto crítico. É um obstáculo no qual, para vencê-lo, é exigida a rusticidade do militar. Inicialmente, para nele entrar, descendo em seu interior. Exige-se essa mesma rusticidade, principalmente, para sair do fosso, ou seja, no ato da subida, visto que há pouco espaço para impulsão para se alcançar o topo e realizar a saída do fosso, de cerca de 3,5 m (três metros e meio) de extensão e 2,0 m (dois metros) de altura.

FIGURA 16



2.1.16 ESCADA VERTICAL

Semelhante à escada de cordas, no entanto, a escada vertical é mais baixa, possui 4,0 m (quatro metros) e suas hastes laterais são fixas 0,70 m (zero vírgula setenta metros) de largura, facilitando a subida. Por essa particularidade, não se pode transpô-la utilizando a técnica do “giro”, apenas a da “bandeira”.

FIGURA 17



2.1.17 MURO DE ASSALTO

Possui 1,90 m (um vírgula nove metros) de altura. Tal obstáculo deve ser abordado com boa velocidade para, com o impulso, atingir a sua parte superior, realizando, assim, uma tranquila transposição, de forma que a queda ao outro lado seja com os pés defasados, para retomar a velocidade anterior.

FIGURA 18



2.1.18 TRAVES DE EQUILÍBRIO

Esse aparelho é composto por 3 (três) traves contínuas e oblíquas umas às outras, angulação de 135° (cento e trinta e cinco graus), tendo cada trave 5 m (cinco metros) 0,15m (zero vírgula quinze metros) de largura. Para abordá-las, deve-

se adequar a velocidade ao equilíbrio, ou seja, a segurança prevalece sobre a rapidez.

FIGURA 19



2.1.19 CHICANA (LABIRINTO)

Esse interessante obstáculo possui uma extensão total de 18,0 m (dezoito metros), porém realizado em 3 (três) braços. Devido suas características, é possível manter a velocidade durante sua ultrapassagem, pois o militar segura a barra em cada virada, de forma a realizar um forte puxão para facilitar a mudança de direção da corrida.

FIGURA 20



2.1.20 MUROS DE ASSALTOS SUCESSIVOS

Uma sequência de dois muros de 1,0 m (um metro) e, outro, ao centro, de 1,20m (um vírgula vinte metros), em uma extensão total de 12,0 m (doze metros).

FIGURA 21



3. BIOMECÂNICA E FORÇA MUSCULAR

Ao analisar a Pista de Pentatlo Militar por completo, pode-se afirmar que se trata de um exercício aeróbico, isto é, segundo Barakat, o oxigênio é o fator principal e funciona como fonte de queima para produção de energia transportada ao músculo em atividade, em exercício contínuo de longa duração ou de baixa e moderada intensidade. Além disso, é um estimulador da função dos sistemas cardiorrespiratório e vascular, bem como do metabolismo.

A prática de esportes que requerem aceleração e alta velocidade pode predispor lesões. Nestes esportes, os músculos podem não ser capazes de controlar o movimento requerido, sendo, então, submetidos a um alongamento forçado. Músculos bi articulares são inerentemente mais susceptíveis a lesões, pois, por cruzarem duas articulações, podem ser submetidos a um alongamento maior enquanto contraem. Adicionalmente músculos com alta rigidez intrínseca são menos complacentes quando utilizados em grandes amplitudes de movimento e podem assim ser submetidos a um alongamento mais intenso (GARRET, 1990).

Entretanto, a observação de obstáculo por obstáculo admite afirmar que se refere a um exercício anaeróbico, ou seja, de acordo com Barakat, utiliza-se uma forma de energia independente do uso do oxigênio, além de exigir alta intensidade em uma curta duração, com um número limitado de músculos e produção de ácido láctico, visto os diferentes tipos de aparelhos a se transpor.

Segundo Pedro e Gonçalo, em cada gesto técnico, em cada movimento, existe uma cadeia, por vezes complexa, de segmentos corporais, de grupos musculares, de ossos, de ligamentos ou tendões que permitem realizar determinados movimentos. Esse gesto poderá ser pior ou melhor executado, quanto pior ou melhor for a sincronização do movimento. Desse fator, o salto de impulsão vertical é também um movimento de base muito importante para certos gestos técnicos, e até mesmo decisivos no sucesso da execução da PPM.

Durante a transposição da pista, os obstáculos exigem bastante da musculatura dos membros inferiores em relação aos saltos, seja eles com contramovimento, ou sem. No que diz respeito ao salto com e sem contramovimento, no primeiro consegue-se atingir uma altura maior. Os tecidos elásticos servem de fonte de armazenamento de energia elástica durante a fase descendente, enquanto no salto sem contramovimento, a energia é produzida apenas pelos elementos

contrácteis. No salto com contramovimento, as articulações flexionam-se rapidamente, por um relaxamento do glúteo e alongamento dos quadricípedes. Durante a fase descendente do salto com contramovimento, a energia gravitacional resulta de uma ativação dos músculos extensores. Então, estes produzem uma contração excêntrica para estender o joelho propulsionando o corpo ascendentemente (Silva, 2003; Oliveira, 2003) (grifo nosso).

Seguindo os estudos de Silva e Oliveira, para melhorar o salto de impulsão com o treino de força, é importante ter em conta determinados aspectos relativos à biomecânica do salto e relativos aos mecanismos da força, nomeadamente, os fatores estruturais, nervosos e principalmente os fatores relacionados com a acumulação de energia elástica nos músculos agonistas que permitem potenciar o salto com contramovimento (a elasticidade e o mecanismo reflexo).

Para realizar o movimento do salto ou qualquer outro movimento durante a PPM, o tecido muscular será ativado quando aplicar tensão sobre suas fibras, caso isso não ocorra ele não se beneficia com o treinamento (Fleck et al. 1999; Santarem, 1995; 1999). Essa tensão deve ser de pelo menos 2/3 (dois terços) da força total do músculo (Sharkey, 1999). Os ganhos de força são devidos à capacidade dos músculos desenvolverem tensão e a do sistema nervoso ativá-los (Pollock et al., 1986). Dentre os mecanismos para aumentar a força, os principais são o maior número de miofibrilas, a melhor coordenação neuromuscular e a maior solicitação de unidades motoras (Kisner, 1992; Santarem, 1999).

De acordo com Verkhoshansky e Siff (2000), o aumento do potencial de força muscular depende da regulação intramuscular, do aumento de unidades motoras implicadas na tensão, do aumento da frequência de estímulos a que são expostos os motoneurônios e da sincronização das unidades motoras. Também Cometti (1999; 2001) refere que a força depende não só de fatores estruturais, mas também de fatores nervosos e fatores relacionados com a elasticidade do músculo.

Já os estudos de Correia (2003), relatam que o principal aspecto ao nível da coordenação intermuscular reside na coordenação entre músculos agonistas e músculos antagonistas. Bangsbo (2002) refere que um nível elevado de força de base não pode ser utilizado eficazmente durante um jogo/competição se um jogador/atleta

não for capaz de coordenar a ativação dos diferentes grupos musculares implicados num determinado movimento.

De acordo com a Doutora Patrícia Leite, os músculos agonistas e antagonistas trabalham em conjunto para realizar diversos movimentos e ações. Os músculos agonistas reagem para responder a estímulos voluntários ou involuntários e criar o movimento necessário para completar uma tarefa. O antagonista, atua de forma contrária e ajuda a levar o membro exercitado de volta à sua posição de origem após o término do movimento. O músculo agonista inicia o movimento e o antagonista alonga - se permitindo a circulação. No entanto, só é possível definir o papel desempenhado por cada músculo se for avaliada cada ação, pois um mesmo músculo pode ser agonista em um movimento, e antagonista em outro. Para voltar a posição inicial do movimento, o músculo agonista, se torna o antagonista. As funções então se invertem. O músculo agonista é também chamado de agente motor, por iniciar a contração necessária para mover um membro. E o antagonista é reacionário. Age alongando para que o agonista possa completar a ação. Sendo o caso dos músculos quadríceps e isquiotibial, que trabalham em sintonia e em sentido contrário para movimentar a articulação do joelho, assim como executar agachamentos e extensões de perna.

Para uma boa execução da PPM, o trabalho nos grupos musculares agonistas e antagonistas deve ser essencialmente qualitativo, ou seja, executar os exercícios à velocidade máxima e recuperar o fôlego entre obstáculos (Cometti, 1999). O trabalho explosivo com cargas pesadas e os exercícios com pesos, combinados com exercícios explosivos contribuem para o desenvolvimento da sincronização por uma hipotética inibição do sistema Renshaw (Zatsiorsky, 1966; Cometti 1999; 2001; 2002).

Mediante a afirmação de Verhoshansky, vê-se que há certa correlação entre a força muscular absoluta, as formas de desenvolvê-la e as características qualitativas do movimento. Foi estabelecido que um acúmulo de força muscular absoluta tem um efeito negativo na velocidade de movimento e na capacidade de um músculo exibir esforços explosivos.

Tricoli afirma que a geração de tensão resulta em um visível encurtamento no comprimento muscular ou numa diminuição do ângulo articular: temos uma ação “concêntrica” (AC) (Figura 22). A força gerada pela musculatura esquelética e aplicada na mesma direção do deslocamento produz um trabalho positivo. Essa situação

corresponde, por exemplo, ao ato de levantar o corpo enquanto fazemos o exercício suspensão na barra.

Já na chamada “ação excêntrica” (AE) o músculo gera tensão com visível alongamento de seu comprimento ou aumento do ângulo articular (Figura 23). Neste caso, a direção da força aplicada pelo músculo é oposta a direção do deslocamento e corresponde, por exemplo, ao movimento de abaixar o corpo quando fazemos o exercício suspensão na barra.

Deve ser lembrado que a ação isométrica também é chamada de ação estática enquanto as outras duas são chamadas de ações dinâmicas.

FIGURA 22: Movimento Concêntrico



Fonte: disponível em: <https://www.imgrumweb.com/post/Bw0KjC8FiRu> . Acesso em 02 Junho 2019

FIGURA 23: Movimento Excêntrico



Fonte: disponível em: <https://www.imgrumweb.com/post/Bw0KjC8FiRu> . Acesso em 02 Junho 2019

4. LESÕES POR ESFORÇO MUSCULAR

Nas competições esportivas, muita atenção tem sido direcionada às lesões traumáticas, sendo por meio do contato entre dois ou mais atletas ou entre um atleta e uma estrutura, ocasiões em que se gera um trauma. No entanto, a incidência crescente de lesões indiretas, tem preocupado os profissionais da medicina desportiva (COHEN *et al.*, 1997).

De acordo com a perspectiva biomecânica, um músculo é lesionado quando não consegue dissipar, transferir ou absorver, o excesso de energia recebida. Energia é a habilidade de desempenhar trabalho que um corpo possui em virtude de sua posição ou movimento (ZAJAC *et al.*, 2002).

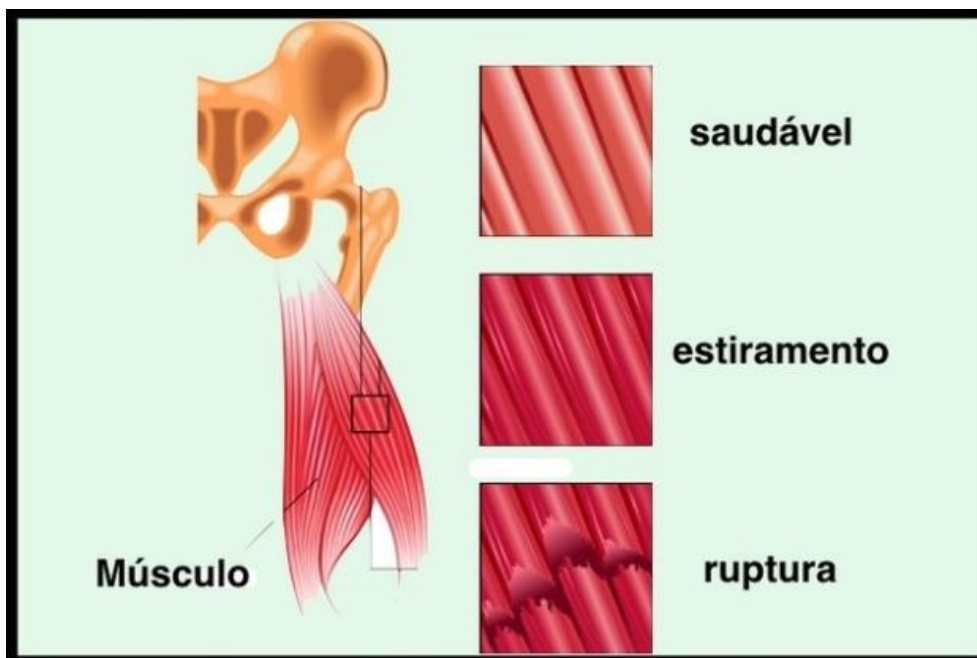
Durante as atividades esportivas, diversos tipos de força (muscular, inercial, de impacto, entre outras) atuam sobre os segmentos corporais gerando movimento ou alterando a sua posição. Dessa forma certa quantidade de energia é transferida para o corpo e flui através de seus segmentos, o que o caracteriza como uma cadeia cinética. A quantidade de energia que atinge uma estrutura, e não a força por si mesma, é, dentro da perspectiva biomecânica, a principal causa de lesão (Fonseca *et al.*, 2007).

Além dos mecanismos de lesões citados, alguns tipos, tais como: o entorse, que é um movimento anormal de uma articulação, que vai além da amplitude que os ligamentos podem realizar; a contusão, um trauma em qualquer parte do corpo ocasionado por uma pancada no obstáculo e que resulta em hematoma, formado por sangue extravasado; e a fratura, interrupção da continuidade do tecido ósseo (Feury, 2002). Contudo, as lesões mais recorrentes são o estiramento e a fadiga muscular.

4.1 ESTIRAMENTO

As lesões musculares por estiramento ocorrem, de forma geral, em resposta a um alongamento brusco do músculo em contração. A gênese destas lesões tem sido amplamente relacionada à contração muscular excêntrica, pois durante esta contração, músculos contraindo são forçadamente alongados e altos níveis de tensão podem ser gerados (GARRET, 1990, 1996).

FIGURA 24: Fibras musculares



Fonte: disponível em: <<https://www.tuasaude.com/distensao-muscular/>>. Acesso em: 13 Maio 2019.

A Fisioterapeuta Milena Dutra afirma que o estiramento ocorre quando há um alongamento que ultrapassa o aceitável pelas fibras do músculo e ao ultrapassar os limites normais há um dano.

Juntamente, o professor Teixeira define que o estiramento é classificado de acordo com seu grau e intensidade de lesão, onde é considerado uma lesão de grau I quando o estiramento é de uma pequena parte das fibras musculares. Nessa lesão ocorre o aparecimento de dor, mas a pessoa consegue se movimentar. No grau II há um maior número de fibras que estão lesionadas e a pessoa apresenta dor, aumento do volume local (edema) e a função de movimento da perna está comprometida. Já o grau III é o grau mais grave e nessa ocorreu uma ruptura total das fibras de um músculo e a pessoa fica impedida de realizar o movimento da perna.

FIGURA 25: Tipos de distensão muscular.



Fonte: disponível em: <<http://placidoandrade.comunidades.net/distensao-x-estiramento-muscular>>. Acesso em: 27 Maio 2019.

No caso da contração muscular excêntrica, pode ocasionar microlesões nas fibras musculares que, em associação a outros fatores, podem eventualmente acometer todo o músculo, sendo, por isso, uma das responsáveis pela ruptura parcial ou total do tecido muscular que caracteriza os estiramentos (BROCKETT *et al.*, 2001; PROSKE *et al.*, 2004).

Assim, embora a contração muscular excêntrica danifique o tecido muscular, sendo um dos fatores envolvidos na geração das lesões musculares por estiramento, um treinamento de força que envolva esta contração pode modificar a estrutura do músculo de forma que ele se torne menos susceptível a tais lesões (ASKLING *et al.*, 2003).

Adicione-se a essas teorias o fato de que a contração muscular excêntrica é mais resistente à fadiga do que as demais contrações (TESCH *et al.*, 1990). Como a ocorrência de lesões musculares por estiramento está relacionada à fadiga muscular (MAIR *et al.*, 1996), esta característica também pode ser citada dentre os mecanismos associados ao efeito protetor conferido pelo treino excêntrico.

A principal propriedade mecânica alterada é a propriedade de mola (elástica) muscular (LINDSTEDT *et al.*, 2002; REICH *et al.*, 2000). Ao realizar um treino excêntrico, o músculo se torna mais rígido em consequência do aumento da rigidez de seus elementos contráteis e passivos. Além disso, a contração muscular excêntrica parece ser o principal estímulo para promover hipertrofia muscular (FARTHING; CHILIBECK, 2003; HATHER *et al.*, 1991; HIGBIE *et al.*, 1996; LASTAYO *et al.*, 2000; NORRBRAND *et al.*, 2008; SEGER *et al.*, 1998) e o aumento da quantidade dos

constituintes musculares também colabora para que o músculo como um todo se torne uma estrutura mais rígida.

Por isso a compreensão de cada uma das características desta contração e a forma como elas estão relacionadas ao desempenho muscular são de extrema relevância e podem auxiliar no aperfeiçoamento da prática esportiva bem como na prevenção e no tratamento das lesões musculares associadas. (PROSKE *et al.*, 2004).

4.2 FADIGA MUSCULAR

A fadiga muscular apresenta-se em algumas ocasiões como limitante no desempenho do gesto esportivo na PPM, e geradora de lesões em diferentes níveis do sistema musculoesquelético (Silva, Fraga, Gonçalves, 2007). Pode ser definida como um prejuízo agudo no desempenho do músculo, acompanhado por um aumento na percepção do esforço necessário para exercer a força desejada e uma eventual incapacidade para produzir esta força (ENOKA; STUART, 1992).

A importância da percepção da fadiga é vista na pesquisa de Komi (2000), a qual compara a função muscular em condições normais e em fadiga, concluindo que a magnitude do componente reflexo no estiramento varia de acordo com o aumento da carga de alongamento, mas, também, em virtude do nível de fadiga.

A fadiga, devido a um ciclo 'alongamento-encurtamento' (CAE) moderado, resulta em leve potenciação. Entretanto, um CAE exaustivo (em intensidade e em volume) pode reduzir a mesma contribuição reflexa de modo significativo, levando a problemas funcionais e a danos musculares (Nicol *et al.*, 1996).

Gollhofer *et al.* (1987) mostraram que a fadiga proporciona aumento nos tempos de contato nas fases excêntrica e concêntrica do CAE, sendo mais pronunciado na fase concêntrica, verificando-se, então, drástica redução de transferência de energia entre as fases.

Portanto, para se evitar a fadiga, é importante que, nos aparelhos em que há a necessidade de saltar, os atletas usem trabalho de força de alto volume de tal maneira que ele (o trabalho de força) forneça um aumento constante na força de velocidade durante todo o ciclo anual, mas ainda assim não interfira no trabalho da técnica.

FIGURA 26: Ciclo da fadiga muscular



Fonte: Disponível em: <<https://bionz.pt/o-infravermelho-longo-e-a-recuperacao-muscular/>>.

Acesso em: 13 de maio de 2019.

Experiência prática e dados experimentais apontam para a necessidade de isolar a magnitude (o trabalho total) e a duração (a distribuição ao longo do tempo) do volume de treinamento de força. Especificamente, as variantes "concentrada" e "distribuída" devem ser distintas. A variante "concentrada" envolve a concentração de um trabalho de força durante um período limitado de tempo; a variante "distribuída" envolve uma distribuição de um volume igual ou ligeiramente maior de trabalho de força durante um período prolongado de tempo.

O aumento da rigidez muscular, além de tornar o músculo mais resistente à deformação, o possibilita lidar melhor com fluxo de energia (BUTLER et al., 2003). Um músculo mais rígido estará mais apto a dissipar o excesso de energia recebida, absorvendo-a ou transferindo-a. Em adição, músculos que estejam contraindo excêntrica absorvem duas vezes mais energia que músculos em repouso (GARRET, 1990, 1996; KIRKENDALL; GARRET, 2002).

Esse tipo de contração muscular é o único capaz de ampliar a capacidade muscular de absorção de energia (LASTAYO et al., 2003; LINDSTEDT et al., 2002) devido à quebra das pontes cruzadas secundária a reações químicas que produzem calor (MATSUMOTO; MCPHEDRAN, 1977). Dessa forma, a energia pode ser absorvida e logo após ser utilizada em uma contração muscular subsequente, ou ser dissipada em forma de calor, reduzindo o grau de fadiga muscular.

5. CONCLUSÃO

A PPM enquadra-se no esporte do Pentatlo Militar, composto de mais quatro modalidades. São elas: a natação utilitária, tiro, lançamento de granadas e corrida. É uma atividade de alto nível de dificuldade e que exige do militar/atleta um ótimo preparo físico para transpor os obstáculos e concluir a pista e, principalmente, para guardar-se de uma lesão.

Dessa forma, a atividade física é imprescindível e proporciona inúmeros benefícios para a saúde corporal e para a mental. Arelado a isso, está o fortalecimento muscular, por meio de exercícios excêntricos e concêntricos, que é um aspecto inerente para o melhor desempenho desses mesmos exercícios.

Como expresso desde o início, o escopo deste Trabalho de Conclusão de Curso é proceder ao estudo da importância do fortalecimento muscular de forma que se possa prevenir a ocorrência de lesões nos integrantes da Força Terrestre, especialmente, que participem da execução da Pista de Pentatlo Militar.

Nesse sentido, diante da pesquisa que se expõe ao logo desta apresentação, nota-se que não há uma forma exata de treinamento, isto é, não há um planejamento perfeito, porém, o mais adequado para a prevenção de lesões são os exercícios excêntricos, os quais proporcionam aos tecidos musculares uma redução do consumo de energia e possibilitam o alcance de valores altos de força absoluta, tendo aumento, portanto, das fibras musculares.

Em caráter geral pôde-se verificar que a mudança da musculatura, após um treino excêntrico, corrobora para que o tecido muscular seja protegido e, assim, possa exercer maiores amplitude e fluidez de energia, prevenindo o indivíduo, portanto, de sofrer uma lesão muscular por estiramento, bem como proporciona uma maior resiliência ao grupo muscular. Entende-se que, em razão disso, que tais exercícios se caracterizam como a principal forma de prevenção de ocorrências de lesões, sabendo, entretanto, que outros modos de fortalecimento podem ser executados para complementar o preparo físico.

Assim, reforça-se, tendo que o presente estudo realizou um levantamento em pesquisa sobre a aplicação de treinamento de força, com o objetivo de se averiguar qual a maneira adequada de se evitar lesões musculares aos praticantes desse tipo de atividade esportiva militar.

Diante do exposto, conclui-se que os exercícios excêntricos são a melhor forma de aumentar as fibras musculares e proteger os músculos de que sofram lesões. Dessa forma, para prevenir, deve-se especificar os treinos, com a intensidade e o volume exigidos para cada grupo muscular, pois cada grupo executa movimentos excêntricos e/ou concêntricos de acordo com a atividade específica que o indivíduo realiza. Entretanto, é necessário se concentrar nos movimentos excêntricos.

Por fim, ainda há escassos artigos que sejam suficientes à comprovação de que o treinamento excêntrico imprescindíveis para o fortalecimento muscular, mas é de suma importância que os militares pratiquem tal treinamento objetivando-se que se proceda à manutenção da capacidade muscular global, além de, sem dúvida, que se mantenha um adequado acompanhamento fisioterapêutico e que haja o competente treinador físico realizando orientações de ordem técnica, no intuito de se alcançar o sucesso na realização da Pista de Pentatlo Militar (PPM), prevenido, então, a ocorrência de lesões musculares e, conseqüentemente, não deixando que se prejudiquem as atividades diárias dos profissionais da caserna.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A diferença entre exercícios aeróbicos e anaeróbicos – 2014 – Disponível em: <<https://www.ativo.com/bike/ciclismo/aerobicos-e-anaerobicos-conheca-diferenca/>>. Acesso em: 08 maio 2019.

- ASKLING, C. et al. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, [S.l.], v.13, p.244-250, 2003.

- ASKLING, C. et al. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, [S.l.], v.13, p.244-250, 2003.

- Bangsbo, J. (2002). *Entrenamiento de la condición física en el fútbol* (3.ª Ed.). Barcelona: Paidotribo.

- BAKARAT. *Pilares para uma vida saudável*. Ed Vital, 2017.

- BLACK CD, McCULLY KK. Muscle injury Repeated Bouts of Voluntary and Electrical Stimulated Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(9):1605–1615.

- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. C 20-20: *Treinamento Físico Militar*. 3ª ed. Brasília: EGGCF, 2002.

- BROCKETT, C. L. et al. Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, [S.l.], v.33, n.5, p.783-790, 2001.

- BUTLER, R. J. et al. Lower extremity stiffness: implications for performance and injury. *Clinical Biomechanics*, [S.l.], v.18, p.511-517, 2003.

- *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, [S.l.], v.31, p.546-550, 2004.

- COHEN, M. et al. Lesões ortopédicas no futebol. *Revista Brasileira Ortopedia e Traumatologia*, [S.l.], v.32, n.12, p.940-944, dez. 1997.

- COMETTI, G. (1999). *Fútbol y musculación* (1ª Ed.). Barcelona: INDE.

- COMETTI, G. (2001). *Los métodos modernos de musculación* (3.ª Ed.). Barcelona: Editorial Paidotribo.

- COMETTI, G. (2002). La preparación física en el fútbol. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- CORREIA, P. P. (2003). Anatomofisiologia. Tomo II. Função neuromuscular (2.ª Ed.). Cruz Quebrada: Edições FMH.
- DINIZ, Lívia Santos e BARROS, Marcelle L. G. Características da contração muscular excêntrica e sua relação com as lesões musculares por estiramento: uma revisão da Literatura. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional, 2009.
- DUTRA, Milena Carrijo, e Teixeira, Luzimar Raimundo. Estiramento muscular durante a prática de atividade física. Disponível em: <<http://www.cepe.usp.br/?tips=estiramento-muscular-durante-a-pratica-de-atividade-fisica>>. Acesso em: 27 de maio de 2019.
- ENOKA, R. M.; STUART, D. G. Neurobiology of Muscle Fatigue. *Journal of Applied Physiology*, [S.l.], v.72, n.5, p.1631-1648, 1992.
- FARTHING, J. P.; CHILIBECK, P. D. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *European Journal of Applied Physiology*, [S.l.], v.89, p.578-586, 2003.
- FEURY, K. J. *Orthop Nurs*. V. 22, n. 2, p. 124-30, mar-apr. 2002.
- FLECK, Steven & KRAEMER, William. Fundamentos de força muscular. Porto Alegre: Ed. Artmed, 1999.
- FONSECA, S. T. et al. Integration of stress and their relationship to the kinetic chain. In: MAGEE, D. J. et al. *Scientific Foundations and Principles of Practice in Musculoskeletal rehabilitation*. 1st ed. [S.l.]: Saunders Elsevier, 2007, chap.23, p.476-486.
- FRAGA, C. H. W., SILVA, S. R. D., GONÇALVES, M. Efeito da fadiga muscular na biomecânica da corrida: uma revisão. *Artigo de Revisão. Motriz*, Rio Claro, v.13 n.3 p. 225-235, jul/set. 2007.
- FRIEDMANN-BETTE B, Bauer T, Kinscherf R, Vorwald S, Klute K, Bischoff D, et al. Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in males athletes. *Eur J Appl Physiol* 2010;108:821–836.

- GARRETT, W. E. Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. *Medicine and Science in*

- HATHER, B. M. et al. Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. *Acta Physiologica Scandinavica*, [S.I.], v.143, p.177-185, 1991.

- KIRKENDALL, D. T.; GARRETT, W. E. Clinical perspectives regarding eccentric muscle injury. *Clinical Orthopaedics and Related Research.*, [S.I.], v.403S, p.S81-S89, Oct. 2002.

- KISNER, Carolyn & COLBY, Lynn Allen. Exercícios resistidos. In: *Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas*. São Paulo; Ed. Manole. p.61-104, 1992.

- LASTAYO, P. C. et al. Eccentric ergometry : increases in locomotor muscle size and strength at low training intensities. *American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, [S.I.], v.278, p.R1282-R1288, 2000.

- MACHADO, Jefferson. Estiramento na coxa – tratamento caseiro. 2018. Disponível em: <<http://saude.culturamix.com/dicas/estiramento-na-coxa-tratamento-caseiro>>. Acesso em: 13 maio 2019.

- MAIOR, Alex Souto et.al. Efeitos do treinamento físico militar na potência muscular dos membros inferiores e nos indicadores da composição corporal. *Revista de Educação Física*. Xxxx, nº 135, p58-87. Novembro de 2006.

- MAIR, S. D. et al. The role of fatigue in susceptibility to acute muscle strain injury. *American Journal of Sports Medicine*, Durham, v.24, n.2, p.137-143, Mar. 1996.

- MATSUMOTO, Y.; MCPHEDRAN, A. M. Rate of heat production related to degree of filament overlap in chick ALD muscle. *American Journal of Physiology - Cell Physiology*, [S.I.], v.233, n.1, p. C1-C7, 1977.

- MÚSCULO AGONISTA OU ANTAGONISTA – QUAL A DIFERENÇA? Disponível em: <<https://www.mundoboforma.com.br/musculo-agonista-e-antagonista-qual-diferenca/>>. Acesso em: 08 maio 2019.

- NOSAKA, K. et al. Partial protection against muscle damage by eccentric actions at short muscle lengths. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, [S.I.], v.37, n.5, p.746-753, 2005.

- Oliveira, Carlos F. e Marujo, Marcelo P. *Pentatlo Militar: o desenvolvimento na Escola Naval*. 2008. 3f. *Revista de Villegagnon*, 2008.

- POLLOCK, Michael L.; WILMORE, Jack H. & FOX III, Samuel M. Função musculoesquelética. In: Exercícios na saúde e na doença. Rio de Janeiro: Ed. Medsi. p.135-153, 1986.

- PROSKE, U. et al. Identifying athletes at risk of hamstring strains and how to protect them. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, [S.l.], v.31, p.546-550, 2004.

- PROSKE, U. et al. Identifying athletes at risk of hamstring strains and how to protect them. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, [S.l.], v.31, p.546-550, 2004.

- PROSKE, U. et al. Identifying athletes at risk of hamstring strains and how to protect them.

- ROIG M, Shadgan B, Reid WD. Eccentric exercise in patients with chronic health conditions: a systematic review. *Physiother Can* 2008;60:146-160.

- SANTAREM, José Maria. Musculação: princípios atualizados: fisiologia, treinamento e nutrição. São Paulo: Fitness Brasil, 1995.

- SANTAREM, José Maria. Treinamento de força e potência. In: GHORAYEB, Nabil & BARROS, Turibio, O Exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos. São Paulo: Ed. Atheneu. p.35-50, 1999.

- SHARKEY, Brian J. Capacidade muscular. In: Condicionamento físico e saúde. Porto Alegre: Ed. Artmed. p.141-202, 1999.

- SILVA, Pedro e OLIVEIRA, Gonçalo. Análise biomecânica e neuromuscular da musculatura extensora do trem inferior no salto de impulsão vertical. 2003. 11f. Artigo de opinião. Buenos Aires, 2003.

- *Sports and Exercise*, [S.l.], v.22, n.4, p.436-442, Aug. 1990.

- TESCH, P. A. et al. Force and EMG signal patterns during repeated bouts of concentric or eccentric muscle actions. *Acta Physiologica Scandinavica*, Stockholm, v.138, p.263-271, 1990.

- Tricoli, Valmor. Papel das ações musculares excêntricas nos ganhos de força e de massa muscular. 2006. 5p. Revisão. Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo. Revista de Biologia, 2013.

- VERHOSHANSKY, Yuri. Development of special – Strenhght in power/speed events. 1995. 5f. Artigo. Legkaya Atletika, 1995.

- ZAJAC, F. E. et al. Biomechanics and muscle coordination of human walking. Part I: introduction to concepts, power transfer, dynamics and simulations. Gait and Posture, [S.I.], v.16, p.215-232, 2002.

- ZAJAC, F. E. et al. Biomechanics and muscle coordination of human walking. Part I: introduction to concepts, power transfer, dynamics and simulations. Gait and Posture, [S.I.], v.16, p.215-232, 2002.