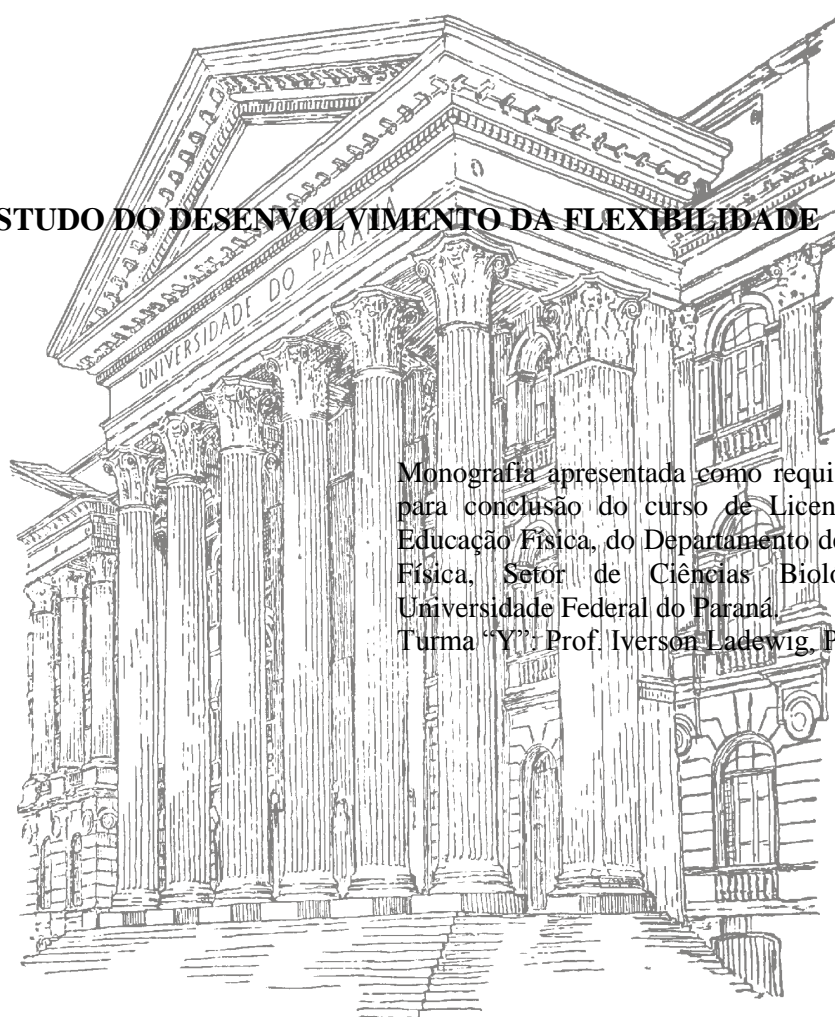


**AMANDA TEIXEIRA VEIGA**

**ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DA FLEXIBILIDADE**



Monografia apresentada como requisito parcial para conclusão do curso de Licenciatura em Educação Física, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, Turma "Y"; Prof. Iverson Ladewig, PhD

**CURITIBA  
2004**

**AMANDA TEIXEIRA VEIGA**

**ESTUDO DO DESENVOLVIMENTO DA FLEXIBILIDADE**

Monografia apresentada como requisito parcial para conclusão do Curso de Licenciatura em Educação Física, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

**ORIENTADORA: DRA. MARIA GISELE DOS SANTOS**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus...

Agradeço a meus pais, Josett e Renato, que sempre confiaram em mim e apoiaram a minha profissão.

Agradeço a meus amigos, que sempre estiveram presentes nos momentos difíceis e alegres. Agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíam para que eu concluísse a Licenciatura em Educação Física.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	v
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	vi
<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 PROBLEMA.....	1
1.2 JUSTIFICATIVA.....	1
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 Objetivo Geral.....	2
1.3.2 Objetivo Específico.....	2
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 OS MÚSCULOS.....	3
2.1.1 Estrutura do músculo esquelético.....	3
2.1.2 Tecido Conjuntivo.....	7
2.1.3 A contração muscular.....	8
2.1.4 Teoria do relaxamento.....	9
2.1.5 Inervação do músculo esquelético.....	9
2.1.6 Propriocepção.....	10
2.2 ALONGAMENTO VERSUS FLEXIBILIDADE.....	13
2.3 ALONGAMENTO.....	15
2.3.1 Tipos de alongamento.....	16
2.4 FLEXIBILIDADE.....	17
2.4.1 Fatores que influenciam a flexibilidade.....	18
2.5 DESENVOLVIMENTO DA FLEXIBILIDADE.....	20
2.5.1 Volume de treinamento.....	21
2.5.2 Tensão nos exercícios de alongamento para desenvolvimento da flexibilidade.....	27
2.5.3 Intervalo entre as séries.....	29
<b>3 DISCUSSÃO</b> .....	30

<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 – ESTRUTURA DO MÚSCULO ESQUELÉTICO.....	04
FIGURA 02 – TÉCNICA SCIENTIFIC STRECHING FOR SPORTS .....	24
FIGURA 03 – TÉCNICA HOLD RELAX .....	25
FIGURA 04 – TÉCNICA CONTRACT RELAX .....	25
FIGURA 05 – TÉCNICA SLOW-REVERSAL-HOLD .....	26

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DIFERENÇAS ENTRE ALONGAMENTO E FLEXIONAMENTO.....	15
--	----

## **RESUMO**

O presente estudo teve como objetivo reunir informações sobre o desenvolvimento da flexibilidade. Para tal, foram coletados dados de livros e artigos da área do treinamento esportivo de diversos autores sobre o aprimoramento desta valência e da literatura especializada na fisiologia humana e do exercício. A pesquisa apresentou a fisiologia do músculo esquelético liso, responsáveis pelo movimento humano, enfocando principalmente a estrutura das moléculas de miosina e actina, ligadas diretamente com o processo de contração muscular. O estudo abordou ainda conceitos e fatores endógenos e exógenos que interferem no aprimoramento da flexibilidade, sendo esta desenvolvida através de exercícios de alongamento. Quanto ao treinamento da valência, foram destacadas as técnicas que podem ser empregadas: estática, dinâmica, ativa, passiva e técnicas de facilitação neuro-muscular (FNP), dentre elas a distensão passiva ou estiramento resistente, o Scientific Stretching for Sport (3S), o Contract-Relax-Method, o Hold Relax, e a Reversão Lenta ou Slow-Reversal-Hold. Autores defendem que o método FNP é o mais eficaz, porém não o mais seguro. O método estático destacou-se uma vez que apresentou ser o mais seguro e bastante eficiente, porém todos se empregados corretamente trazem ganhos de amplitude articular. Concluiu-se que o desenvolvimento da valência deve ser de forma individualizada, já que o volume de treinamento varia de acordo com o método empregado, do nível inicial e final de flexibilidade que se pretende atingir, bem como da modalidade esportiva envolvida, se houver.

**Palavras chaves: Flexibilidade, Treinamento, Individualidade.**



## **1 INTRODUÇÃO**

O desempenho atlético evoluiu muito nos últimos tempos, alcançando índices nunca antes imaginados. Isso deve-se principalmente a evolução da ciência do treinamento esportivo, que conta hoje com inúmeros estudiosos e especialistas de diversas áreas que aperfeiçoam cada vez mais o processo de preparação física. (ZAKHAROV E GOMES, 2003)

A flexibilidade é um componente importante da aptidão física e também foi alvo de estudos e investigações para seu aprimoramento. Para o desenvolvimento da valência, são utilizadas metodologias específicas, que possuem particularidades e merecem atenção dos treinadores físicos.

### **1.1 PROBLEMA**

A flexibilidade é definida por Leite (2000, p.21) como sendo “a quantidade física expressa pela maior amplitude possível do movimento voluntário de uma articulação ou conjunto de articulações num determinado sentido”. É considerada um componente da aptidão física relacionada a saúde por proporcionar um bem estar, um alívio de tensão no indivíduo ao realizar exercícios de alongamento. Como também é fundamental no desempenho atlético, sendo considerada uma valência básica no treinamento desportivo.

Desenvolvida através de exercícios de alongamento, existem várias técnicas e metodologias que permitem uma aplicação eficiente e segura dos exercícios. Cabe, portanto, aos profissionais de Educação Física estarem cientes para a aplicação das mesmas ao prescreverem o programa de desenvolvimento da flexibilidade.

### **1.2 JUSTIFICATIVA**

Sendo a flexibilidade um dos principais componentes da aptidão física relacionada à saúde, e por ser de fundamental importância na preparação física de atletas, nota-se a relevância do conhecimento de seu desenvolvimento como atividade física.

Devido às diferenças encontradas nos estudos sobre o treinamento da flexibilidade, percebeu-se a necessidade de realizar mais estudos nessa área, melhorando assim o acervo de bibliografias, podendo contribuir cada vez mais para o conhecimento desta área. O estudo torna-se relevante pela necessidade de apresentar particularidades das metodologias do treinamento da flexibilidade, sendo este trabalho mais uma fonte de informação para profissionais de Educação Física sobre o assunto.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Este estudo tem por objetivo principal fazer uma revisão de literatura sobre o desenvolvimento da flexibilidade.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Conceituar flexibilidade e apontar métodos para seu desenvolvimento;
- Ressaltar fatores que interferem no desenvolvimento da flexibilidade;
- Apontar as particularidades, bem como vantagens e desvantagens de cada metodologia de desenvolvimento da flexibilidade;
- Apontar o volume e a intensidade de treino necessário para o aprimoramento da flexibilidade de acordo com diversos autores;
- Contribuir para o acervo bibliográfico sobre o assunto;
- Informar os profissionais de Educação Física sobre o desenvolvimento da flexibilidade, possibilitando uma prescrição mais adequada dos exercícios;

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 OS MÚSCULOS

As várias funções do sistema muscular, seja ela movimentos do esqueleto, ou a contração do coração, ou de vasos sanguíneos, entre muitas outras, são desempenhadas por apenas três tipos de músculos: o músculo esquelético, o músculo cardíaco e o músculo liso. Os músculos que possuem mecanismos contráteis similares são o esquelético ou estriado, e o cardíaco. Já o músculo liso é encontrado na maioria dos órgãos internos e possui organização intracelular diferente. (WILMORE e COSTILL, 2001)

#### 2.1.1 A estrutura do músculo esquelético

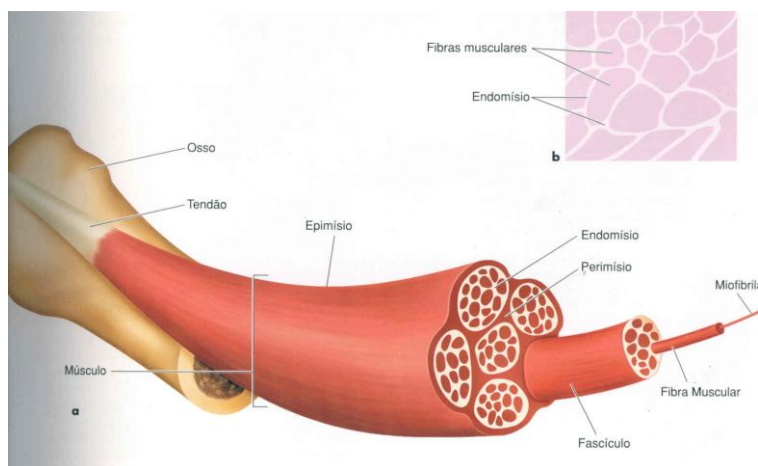
O músculo estriado ou esquelético é denominado assim porque a maioria se fixa no esqueleto e, através do sistema de alavancas ósseas do corpo, fazem com que um ou mais ossos se movimentem ao redor de seu eixo articular. Sendo assim, suas principais funções são o movimento humano e a manutenção da postura. Esta musculatura apresenta controle voluntário e contém terminais para a dor e proprioceptores. (GUYTON, 1988)

O músculo estriado esquelético é revestido pelo epimísio, que o envolve para mantê-lo unido. Essa bainha protetora se afunila em sua extremidade distal ao unir-se às bainhas do tecido intramuscular, formando um denso e resistente tecido conjuntivo denominado tendão. As fibras colágenas dentro do osso são entrelaçadas com os tecidos do tendão formando uma poderosa conexão entre o músculo e o osso. Dangelo e Fattini (1999, p. 44) dizem que os tendões são “esbranquiçados e brilhantes, muito resistentes e praticamente inextensíveis, constituídos por tecido conjuntivo denso, rico em fibras colágenas”. A separação dessa conexão é extremamente difícil, porém durante um estresse intenso pode ser seccionada ou literalmente arrancada do osso.

Seccionando o epimísio, encontra-se pequenos feixes de fibras chamadas de fascículos, sendo revestidos pelo perimísio. Cada fascículo pode conter até 200 fibras musculares, as quais são longas, finas e multinucleadas, e que são revestidas, por sua

vez, por uma bainha de tecido conjuntivo denominado endomísio. A quantidade de fibras em diferentes músculos varia de 10.000 a mais de um milhão, encontradas por exemplo, no músculo gastrocnêmio. (WILMORE e COSTILL, 2001)

FIGURA 01 – ESTRUTURA DO MÚSCULO ESQUELÉTICO



Fonte: WILMORE e COSTILL (2001, p. 29)

Por debaixo do endomísio e circundando cada fibra muscular existe o sarcolema, uma membrana fina e elástica que envolve o conteúdo celular da fibra. Em seu interior há sub-unidades ainda menores, porém não menos importantes. Seu citoplasma, parte líquida da fibra muscular, chamado de sarcoplasma, é constituído principalmente por proteínas, minerais, gorduras e uma grande quantidade de glicogênio armazenada, além de organelas necessárias como mitocôndrias, retículo sarcoplasmático, túbulos transversos, e miofibrilas, que serão analisados a seguir. (MCARDLE, KATCH, KATCH, 1998)

Conforme Guyton (1988), o retículo sarcoplasmático é uma rede longitudinal interligada de túbulos e vesículas que confere à célula integridade estrutural e permite rápida onda de despolarização da superfície externa da fibra para o meio ambiente, a fim de iniciar a contração muscular. Já os túbulos transversos também são vias de acesso para as partes mais internas da fibra muscular para substâncias transportadas nos líquidos extracelulares, como glicose, oxigênio e íons.

As miofibrilas, por sua vez, correspondem a 80% do preenchimento do sarcolema e são os elementos contráteis do músculo. Aparecem como longas faixas de sub-unidades ainda menores: os sarcômeros. Os sarcômeros são compartimentos situados entre duas linhas Z nos quais ocorrem certos processos durante a contração.

De acordo com Wilmore e Costill (2001), cada um (sarcômero) é composto por:

- banda A (zona escura)
- banda I (zona clara)
- zona H (no meio da banda A)

Sendo assim, a banda I (isotrópica) clara indica a região do sarcômero onde existem apenas filamentos finos e lisos de actina, que se estendem nas faixas A até a H. A banda A (ansiotrópica) contém filamentos de miosina e actina. Já a zona H é ocupada somente por filamentos espessos de miosina e é a porção central da banda A, que somente aparece quando o sarcômero encontra-se em estado de repouso.

Analisando a estrutura dos filamentos, Wilmore e Costill (2001) afirmam ainda que a miosina é composta por dois filamentos protéicos retorcidos conjuntamente. Uma porção que merece destaque é a cabeça da miosina. Esta é a extremidade de cada filamento de miosina que irá se ligar com os sítios ativos dos filamentos de actina, formando as chamadas pontes cruzadas.

Já os filamentos de actina possuem uma extremidade inserida numa linha Z e a outra extremidade se estendendo até o centro do sarcômero. Cada filamento possui um sítio de ligação ativo que serve como ponto de contato com a cabeça da miosina, como já foi dito. Sua estrutura é composta por três moléculas protéicas: actina, tropomiosina e a troponina, que regulam os contatos provisórios entre os miofilamentos durante a contração muscular. (MCARDLE, KATCH, KATCH, 1998)

A tropomiosina é formada por duas cadeias polipeptídicas que se retorcem ao redor da actina. Cada filamento de tropomiosina é fixado frouxamente a um filamento de actina, para que, no seu estado de repouso cubra, em termos físicos, os pontos ativos dos filamentos de actina de modo que não pode ocorrer a interação entre a actina e a miosina, a fim de produzir a contração. (GUYTON, 1988)

Acredita-se que, no estado de repouso, as moléculas de tropomiosina repousem sobre os sítios ativos dos filamentos de actina, impedindo ou enfraquecendo a ligação das cabeças da miosina. Quando há a liberação dos íons de cálcio do retículo sarcoplasmático, eles se ligam a troponina. Esta, pela sua forte afinidade com o cálcio, inicia o processo de ação através da retirada das moléculas de tropomiosina de cima dos sítios ativos de actina. Assim, quando a tropomiosina é retirada de cima dos sítios ativos pela troponina e pelo cálcio, a conexão entre os sítios ativos e a cabeça da miosina. (MCARDLE, KATCH, KATCH, 1998)

Existe ainda um conjunto de filamentos finos que possuem aproximadamente 5nm de diâmetro denominada titina ou também conectina. Ela é uma proteína elástica extremamente longa que percorre paralelamente o arranjo ordenado de miofilamentos, se estendendo da linha Z para a linha M. Tem importante função de estabilizar os filamentos de miosina no eixo longitudinal, mantendo o espaçamento igual entre os mesmos.

Desse modo, ao longo da extensão de cada miofibrila existem milhões de diminutos filamentos moleculares, sendo que existem seis filamentos de actina dispostos hexagonalmente em torno do filamento de miosina. As extremidades dos filamentos de actina e miosina sobrepõem umas as outras e, em presença de íons e cálcio, interagem entre si, fazendo com que um as extremidades dos filamentos de actina sejam puxadas em direção em direção às extremidades dos filamentos de miosina. (GUYTON, 1988)

De acordo com Pollack, citado por Alter (1999), um sarcômero, quando alongado passivamente, pode estender-se até aproximadamente 120 % do seu comprimento normal e quando contraído ao máximo, encurta de 20% a 50% de seu comprimento em repouso. Assim, verificou-se cuidadosamente as medidas do comprimento das bandas A e bandas I de um músculo intacto nos estados contraído, relaxado e alongado, onde foi possível verificar que as bandas A, os filamentos grossos, permanecem sempre com seu comprimento constante. Também é constante a distância entre a linha Z e a margem da zona H em todos os estágios de uma contração normal, indicando que os filamentos finos de actina também não mudam seu

comprimento. Com base nesses estudos, os pesquisadores concluíram que a mudança no comprimento muscular se deve ao deslizamento dos filamentos grossos e finos, uns com os outros.

Justamente por este deslizamento dos filamentos de actina e miosina, o comprimento do sarcômero encurta, acontecendo a contração muscular e, por isso, diz-se que o sarcômero é a unidade contrátil do músculo esquelético.

### 2.1.2 Tecido conjuntivo

O tecido conjuntivo é o tecido mais abundante do organismo unindo, preenchendo, protegendo, transportando e sustentando diversas estruturas do corpo. (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 1999)

Para o estudo da flexibilidade, dois tipos de tecido conjuntivo merecem destaque: o tecido conjuntivo colágeno e o tecido conjuntivo elástico. O primeiro trata-se de um tecido menos flexível e muito mais resistente a trações que o segundo. Os tendões e as fâscias, bainhas (endomísio, perimísio, e epimísio) representam exemplos típicos desse tecido. Devido à sua riqueza de fibras colágenas, são brancos e inextensíveis. Já o tecido elástico é formado por feixes paralelos de fibras elásticas grossas, conferindo um grande grau de elasticidade ao tecido. (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 1999)

Estas estruturas contribuem de forma significativa na resistência articular. De acordo com Dantas (1995), a cápsula articular é responsável por 47 % da rigidez articular, sendo seguida pela fâscia muscular (41%), pelos tendões (10 %) e pela pele (2%).

Porém, para o ganho de flexibilidade através de exercícios de alongamento, deve-se direcionar a maioria dos esforços para a fâscia muscular. Conforme Achour Jr (1996), o enfoque às bainhas deve-se a quantidade de tecido elástico do músculo e de sua fâscia, de modo que são mais passíveis de modificação em termos de reduzir a resistência ao alongamento. Como também, é uma forma de preservar os ligamentos, uma vez que muita lassidão nestas estruturas podem diminuir a integridade das articulações.

### 2.1.3 A contração muscular

A explicação mais aceita para a contração muscular é o deslizamento dos filamentos de actina sobre os filamentos de miosina, produzindo assim, tensão e encurtamento do músculo. Esta explicação para o fenômeno é denominada de Teoria do Filamento Deslizante. (GUYTON, 1988)

Se o fenômeno for analisado mais especificamente, nota-se que a quebra do componente adenosina trifosfato (ATP), iniciada pelos impulsos nervosos, é a fonte de energia para a contração muscular. Assim que esses impulsos chegam em uma fibra muscular esquelética, eles espelham-se sobre seu sarcolema e move-se para dentro por meio de seus túbulos-T, aumentando a permeabilidade e iniciando a liberação de íons cálcio ( $\text{Ca}^{+}$ ) a partir dos sacos do retículo sarcoplasmático no sarcoplasma. Assim que são liberados, os íons de cálcio unem-se às moléculas de troponina no filamento de actina. Junto a isso, o complexo da ponte cruzada de ATP descarregada é carregada, fazendo com que a actina e a miosina interajam. Após isso, um componente de enzima do filamento de miosina, chamado ATPase, é ativado. Ela decompõe a ATP em ADP e Pi (fosfato inorgânico) com liberação de energia, permitindo com que as pontes cruzadas articulem-se com um novo ângulo e deslizem sobre o filamento de miosina em direção ao centro do sarcômero. Em consequência disso, o músculo se encurta e desenvolve uma tensão. (POLLACK citado por ALTER, 1999)

Essa movimentação das pontes cruzadas de miosina se assemelha à ação de remos na água. Porém, diferente dos remos, as pontes cruzadas não se movimentam todas de modo sincrônico. Durante o encurtamento muscular, cada ponte cruzada sofre ciclos repetidos, porém independentes. “Caso fosse sincronizado, a ação muscular resultante consistiria em uma série de movimentos espasmódicos em vez de movimentos e rendimentos de força magistralmente progressivos.” (MCARDLE, KATCH, KATCH, 1998)



#### 2.1.4 Teoria do relaxamento

Como já foi citado anteriormente, após um estímulo nervoso, haverá a liberação de cálcio que, se unirá a troponina, causando o deslocamento da molécula de tropomiosina. Dessa forma, a ligação da molécula de tropomiosina com os sítios ativos do filamento de actina será permitida, ocorrendo a contração muscular.

Quando um músculo não é mais estimulado, o fluxo de cálcio cessa e a troponina fica livre para inibir a interação actina-miosina novamente. O cálcio por sua vez é bombeado ativamente do sarcoplasma de volta para o retículo sarcoplasmático, onde é armazenado. Essa desativação de acordo com os autores McArdle, Katch, Katch, (1998) concretiza dois fatos. O primeiro é a prevenção de qualquer elo mecânico entre os filamentos de actina e as pontes cruzadas de miosina. O segundo é a inibição da atividade da miosina ATPase, enzima responsável pela quebra de ATP para a liberação de energia, de forma a reduzir o fracionamento do ATP.

Ou seja, o relaxamento muscular é produzido pelo retorno dos filamentos de actina e miosina ao seu estado original. Porém, cabe ressaltar que tanto para o processo da fase de ação, quanto para o relaxamento, há a exigência de energia (ATP). (WILMORE E COSTILL, 2001)

#### 2.1.5 Inervação do músculo esquelético

A unidade funcional do movimento humano é denominada unidade motora. Esta consiste em um motoneurônio anterior e fibras musculares específicas que inerva. (MCARDLE, KATCH, KATCH, 1998)

Esta unidade motora é responsável pela conexão entre o sistema nervoso e o muscular, possibilitando assim a contração da musculatura. Para que este processo de contração muscular ocorra é necessário, primeiramente, um impulso do sistema nervoso central, originário do cérebro ou da medula.

“Este impulso neural chega nessas terminações nervosas, denominados terminais axônicos, os quais estão localizados muito próximos do sarcolema. Quando o impulso chega, essas terminações nervosas secretam uma substância neurotransmissora denominada acetilcolina, que se liga a receptores localizados sobre o sarcolema.” (WILMORE E COSTILL, 2001, p.34)

Para que este impulso que irá gerar a contração muscular continue a ser transmitido, é necessário que uma quantidade suficiente de acetilcolina se ligue a receptores. Acontecendo isso, a carga elétrica será transmitida em toda a extensão da fibra, enquanto os canais iônicos se abrem, possibilitando a entrada de sódio. Esse processo é chamado de despolarização e resulta no disparo ou geração de um potencial de ação. (WILMORE E COSTILL, 2001) Este potencial de ação gerado deve ser suficientemente forte para ultrapassar um limiar e, finalmente estimular as fibras musculares que compõem a unidade motora a se contraírem sincronamente. (MCARDLE, KATCH, KATCH, 1998)

De acordo com Weineck (1999), essa capacidade de ativar simultaneamente mais unidades motoras de um músculo, é adquirida com treinamento, sendo chamada de uma melhora na coordenação intramuscular.

#### 2.1.6 Propriocepção

Após descrever como um estímulo é transmitido e retransmitido, torna-se necessário a compreensão dos órgãos sensoriais musculares, que possuem importante função no desenvolvimento da flexibilidade.

Os receptores sensoriais especializados nos músculos e tendões são sensíveis à distensão, à tensão e à pressão. Esses órgãos terminais, conhecidos como proprioceptores, informam o cérebro sobre o estado físico do corpo incluindo sensações tais como: (1) comprimento dos músculos; (2) tensão nos tendões; (3) angulação das articulações e (4) pressão profunda da sola dos pés. Deve ser notado que a pressão pode ser considerada como sensação proprioceptiva como exteroceptiva. (GUYTON, 1988, p. 116)

Na propriocepção, os movimentos das articulações em determinados movimentos são capazes de avaliar com exatidão a resistência que se opõe a determinado movimento. O conjunto destas capacidades é conhecido como propriocepção em função da origem na própria intimidade do organismo. Os receptores são classificados como proprioceptores pelo fato de receberem seus estímulos a partir do próprio corpo e não do ambiente. (ACHOUR JR, 1996)

Estes órgãos possuem sensibilidade para os movimentos, para a postura e para a força, justamente por estarem presentes nas articulações, nos músculos e nos tendões. Por trabalharem de forma bastante peculiar, pode-se estudá-los subdividindo-se em apenas dois grupos: proprioceptores articulares e proprioceptores musculares, incluindo neste último os tendões. (DANTAS, 1995)

Os proprioceptores articulares servem, então, apenas para tornar consciente a posição dos segmentos corporais. De acordo com Foss (2000) bulbos terminais de Krause, corpúsculos de Pacini e órgãos terminais de Ruffini são os nomes de alguns receptores articulares, responsáveis por remeterem ao sistema nervoso central acerca do ângulo articular, do grau de deformação produzida pela pressão e da aceleração da articulação, porém não possuem muita influência na flexibilidade. Já os proprioceptores musculares interferem, uma vez que são responsáveis por informar o sistema nervoso central as alterações na extensão e da contração muscular. A maior parte dessa informação é fornecida por dois tipos de receptores: o fuso muscular e o órgão tendinoso de Golgi (ONG). (DANTAS, 1995)

O fuso muscular fornece informação sensorial sobre alterações no comprimento e na tensão das fibras musculares. “Sua principal função consiste em responder à distensão de um músculo e, através de uma ação reflexa, iniciar uma contração mais vigorosa para reduzir essa distensão.” (MCARDLE, KATCH, KATCH, 1998, p.33). Está localizado entre as fibras musculares esqueléticas regulares (extrafusais), e é formado por fibras musculares modificadas (intrafusais), com um nervo espiralado ao redor do centro da cápsula que o envolve. O centro do órgão não é capaz de contrair-se por conter poucos filamentos de actina e miosina. Porém nas suas extremidades, que são inervadas por nervos motores do tipo gama, e, contém fibras contráteis a contração é possível. Portanto, quando suas extremidades são estimuladas a contraírem-se, gera uma distensão da região central do fuso. Já as fibras extrafusais são inervadas por nervos motores alfa e quando estes são estimulados, os músculos se contraem habitualmente, como já foi explicado. (FOSS, 1998)

Para entender a interferência do fuso muscular no ganho da flexibilidade deve-se compreender seu funcionamento. Quando há o estiramento de um músculo

esquelético o nervo sensorial (nervo anuloespiralado) passa a enviar impulsos para o SNC, informando o comprimento do músculo. O neurônio sensorial, por sua vez, irá ativar os motoneurônios alfa que inervam as fibras musculares extrafusais, contraindo o músculo. O músculo se encurtando, o fuso também se encurta, interrompendo dessa forma o fluxo de impulsos sensoriais, e relaxando o músculo.

O fuso muscular apresenta grande sensibilidade, tanto a velocidade de mudança de comprimento, quanto ao comprimento final alcançado pelas fibras musculares. (FOSS, 2000). Este fato deve-se aos motoneurônios gama, responsáveis por excitarem as fibras intrafusais, alongando-as previamente de maneira discreta. Esse alongamento prévio é que torna o fuso muscular altamente sensível mesmo aos graus mínimos de alongamento. (WILMORE E COSTILL, 2001)

Há ainda a contribuição do fuso na ação muscular normal. Ao estimular os motoneurônios alfa, os motoneurônios gama também são ativados, contraindo as extremidades das fibras intrafusais. Isso alonga o fuso na sua região central, o que irá desencadear o processo já citado para a contração muscular. Assim, a contração muscular neural, por meio dessa função dos fusos musculares, é melhorada. (WILMORE E COSTILL, 2001)

Sendo assim, a resposta dos fusos inclui a ativação do reflexo de alongamento, que é uma resposta muscular a um aumento repentino e inesperado de seu comprimento, o que resulta na elaboração imediata de tensão muscular.

O outro órgão sensorial bastante importante é o órgão tendinoso de Golgi (ONG), que se localiza no ponto de ligação entre a fibra muscular e o tendão, sendo, por isso, considerado em série com a fibra muscular. Assim como os fusos musculares, também são sensíveis ao estiramento, mas é necessário um poderoso alongamento para serem ativados. Porém, sua principal função é informar instantaneamente o sistema nervoso central sobre o grau de tensão em cada pequeno segmento de cada músculo. (FOX, 1991)

Segundo Guyton (1988, p. 135):

“O ONG detecta a tensão aplicada sobre o tendão, transmitindo essa informação, por meio da medula espinhal para o cerebelo. Essa informação, por sua vez, é usada pelo mecanismo neural para o ajuste da tensão que é necessária para a realização da função muscular em curso”

A função dos ONGs é a de proteger o próprio músculo a ser distendido em excesso. Dantas (1995) ressaltava o chamado reflexo miotático inverso, que nada mais é do que o relaxamento da musculatura. Esse reflexo acontece da seguinte forma: quando a intensidade de uma contração muscular ou alongamento sobre um tendão excede um ponto crítico, ocorre um reflexo imediato para inibir a contração muscular. Em decorrência disso, o músculo relaxa e o excesso de tensão é removido. Essa reação só é possível porque os impulsos do ONGs são poderosos o suficiente para superar os impulsos excitatórios dos fusos musculares. Esse relaxamento é um mecanismo protetor, um dispositivo de segurança para evitar que os tendões e músculos sofram lesões.

## 2.2 ALONGAMENTO VERSUS FLEXIBILIDADE

Para o autor Achour Jr, (1996), assim como para outros autores como Alter (1999) e Weineck (1999), a flexibilidade é uma capacidade física adquirida através de exercícios de alongamento.

As diferenças fisiológicas na execução do alongamento e da flexibilidade começam no componente que será deformado. Enquanto o primeiro deforma principalmente componentes plásticos, o segundo age sobre os mecanismos elásticos. Ou seja, os componentes elásticos são aqueles que retornam as suas formas originais após o relaxamento da musculatura, sem influência de forças externas. São basicamente os miofilamentos e o tecido conjuntivo. Já os componentes plásticos são os que não retornam a forma original depois de cessada a contração, se não houver a influência de força externa. Conforme Dantas (1995) são, basicamente, mitocôndria, retículas e sistema tubular e ligamentos e discos intervertebrais.

Sendo assim, quando o músculo é alongado passivamente, o alongamento inicial acontece no componente elástico. Após um certo tempo já ocorre um comprometimento dos sarcômeros, havendo um deslizamento dos filamentos que o constituem. Quando a força de alongamento é liberada, cada sarcômero retorna ao seu comprimento de repouso.

“Os princípios da deformação plástica e elástica do tecido conjuntivo estão relacionados diretamente com seus elementos constituintes. Este tecido é constituído de dois tipos de fibra e uma substância não fibrosa de sustentação. As fibras de colágeno estão presentes nos envoltórios musculares e tendões, apresentando forte resistência à deformação. A elastina é muito flexível e permite grande quantidade de alongamento. O comportamento mecânico do tecido conjuntivo, portanto, é determinado pela proporção de fibras de colágenos e elastinas e pela orientação estrutural destas fibras. No início do alongamento, as fibras colágenas encontram-se onduladas com o músculo ainda em repouso e retificam suas ondulações à medida que a sobrecarga é aplicada. Ultrapassando-se a amplitude de movimento normal e aplicando uma leve força de alongamento, o tecido se distende além do comprimento de repouso, porém ainda dentro da amplitude elástica. Nesta fase, as fibras de colágenas se alinham com a força aplicada, as pontes entre as fibras e a matriz ao redor são tensionadas, e a partir daí, continuando a sobrecarga, atinge-se o ponto de rendição e o alongamento entra na amplitude plástica, ou seja, o tecido distendido sofrerá deformação plástica ou permanente.” (KISNER e COLBY, 1998)

Para o ganho de flexibilidade os exercícios de alongamento devem, então, alcançar a deformação dos componentes plásticos da estrutura muscular.

Para Dantas (1995), a maior diferença entre alongamento e flexibilidade reside na intensidade do estímulo. O autor defende que exercícios realizados com intensidade sub-máxima são denominados de alongamento e os exercícios realizados com intensidade máxima são denominados de flexionamento, e resume no quadro abaixo as principais diferenças:

## QUADRO 1 – DIFERENÇAS ENTRE ALONGAMENTO E FLEXIONAMENTO

Estrutura	Alongamento	Flexibilidade
Articulação	Trabalha sem ser forçada	É forçada ao limite máximo
Componentes plásticos	São deformados pelo trabalho	Já se encontram quase totalmente deformados
Componentes elásticos	Estirados a nível submáximo	Estirados até o limite máximo
Mecanismos de propriocepção	Não são estimulados	São estimulados
Terminais nervosos da dor	Não são estimulados	Podem ser estimulados nos limites máximos

Fonte: DANTAS (1995, p. 66)

De acordo com o mesmo autor, uma vez enfocadas as diferenças entre o alongamento e a flexibilidade a nível metodológico, pode-se destacar que o primeiro pode ser utilizado como aquecimento antes da competição e após exercícios de força, enquanto que o segundo não. Porém a flexibilidade, apesar de apresentar um risco maior de distensão, ocasionará o aumento da mobilidade articular, evitando a formação de nodosidade muscular, sendo possível em seu treinamento a aplicação do princípio da sobrecarga.

### 2.3 ALONGAMENTO

O alongamento é a “forma de trabalho que visa a manutenção dos níveis de flexibilidade obtidos e a realização dos movimentos de amplitude normal com o mínimo de restrição física possível.” (DANTAS, 1995, p. 65)

Bagrichevesky (2001), complementa afirmando que os alongamentos são solicitações de aumento da extensibilidade do músculo e de outras estruturas, mantidas por um determinado tempo. Estes exercícios baseiam-se no princípio de ativação de fusos musculares e órgãos tendinosos, sensíveis respectivamente às alterações no comprimento e na tensão dos músculos, possibilitando assim, ganho de mobilidade.

Esses exercícios, além de desenvolver a flexibilidade que é o enfoque desse trabalho, vêm sendo recomendados com os propósitos de evitar alguns tipos de lesões na unidade músculo-tendínea, evitar rigidez e espasmo muscular, dor por compressão nervosa, além de disfunções posturais, possibilitando a independência de movimentos. (ACHOUR JR, 2002)

### 2.3.1 Tipos de alongamento

As principais técnicas de alongamento abordados na literatura são: passivo, ativo e propriocepção neuromuscular. Alguns autores como Bompa (2002), dividem o método ativo em estático e balístico. Outros como Achour Jr (2002) e Alter (1999) os colocam como métodos paralelos. Achour Jr (1996) e Weineck (1991), além da classificação em alongamento estático, passivo, ativo, balístico, e facilitação muscular neuro-proprioceptiva, apresentam ainda técnicas variadas do método por facilitação proprioceptiva neuromuscular.

Para efeito de definição, serão considerados cinco técnicas de execução dos exercícios de alongamentos: estática, ativa, passiva, balística e a facilitação proprioceptiva neuromuscular.

- Alongamento estático: é o alongamento até o ponto mais distante e sua manutenção. Ou seja, o membro é movido lentamente até alcançar a tensão muscular logo acima da amplitude do movimento habitual. (ACHOUR JR, 1995)
- Alongamento balístico ou dinâmico: este tipo de alongamento envolve movimentos pendulares, saltos, movimentos insistidos e rítmicos, na tentativa de maior alcance do movimento. (ALTER, 1999)
- Alongamento passivo: é a técnica na qual a pessoa está relaxada e não contribui para a amplitude do movimento. Uma força é criada por um agente externo manual ou mecânico. Um companheiro normalmente ajuda na execução dos movimentos e cabe a ele alcançar a amplitude máxima de flexionamento e conservar o movimento com tensão moderada. (ALTER, 1999)
- Alongamento ativo: o exercício de alongamento ativo é feito até o maior alcance do movimento voluntário, usando seus próprios músculos, sem ajuda de uma força externa. (ACHOUR JR, 1996)
- Facilitação neuromuscular proprioceptiva: a técnica impede a contração dos músculos alongados pela inibição dos fusos e pela ativação do fuso tendinoso de Golgi. Pelo fato de a contração isométrica inibir o sistema muscular, alguns



autores preferem chamá-la inibição, ao invés de facilitação. Em geral, os métodos de estimulação neuro-proprioceptiva combinam contração e relaxamento alternados dos músculos agonistas e antagonistas. (ACHOUR JR, 1996)

## 2.4 FLEXIBILIDADE

Flexibilidade pode ser definida pela máxima amplitude de movimento em uma ou mais articulações sem lesioná-las. (ACHOUR JR, 1996)

Em consenso com o autor, Dantas (1995, p.33) afirma que flexibilidade:

“é a qualidade física responsável pela execução voluntária de um movimento de amplitude angular máxima, por uma articulação ou conjunto de articulações, dentro dos limites morfológicos, sem o risco de provocar lesões.”

De acordo com Zakharov e Gomes (2003), a flexibilidade é uma capacidade física do organismo humano que condiciona a obtenção de grande amplitude durante a execução dos movimentos. Distingue-se nas formas ativa e passiva, sendo que a primeira seria a obtenção de grandes amplitudes de movimento devido a ação dos próprios grupos musculares. Já a passiva é conseguida por meio de influências externas: pesos, força de outros grupos musculares, esforço do parceiro, ou até o próprio peso do indivíduo. Ambas estariam relacionadas, uma vez que o índice da flexibilidade passiva será maior que o da flexibilidade ativa.

Neste estudo, tanto os métodos de desenvolvimento da flexibilidade ativa quanto da flexibilidade passiva serão abordados e analisados, embora a flexibilidade ativa seja exigida e aperfeiçoada em grande parte para as modalidades esportivas.

### 2.4.1 Fatores que influenciam a flexibilidade

A capacidade de realizar movimentos com grande amplitude é condicionada por uma série de fatores que devem ser considerados durante a prescrição do treinamento da flexibilidade.

A cápsula articular (47%), a fáscia muscular (41%), tendões (10%) e a pele (2%) contribuem de forma significativa para a resistência articular. Além destas estruturas, fatores endógenos e exógenos afetam diretamente o aperfeiçoamento da flexibilidade. (ACHOUR JR, 1996)

A hora do dia é um dos fatores exógenos que interferem na amplitude articular. Weineck (1986), explica que de manhã a flexibilidade é reduzida devido a maior sensibilidade dos fusos musculares, sendo que qualquer estiramento da musculatura disparará o reflexo miotático. Por esta razão, é fundamental praticar um aquecimento de duração e intensidade maiores antes do treinamento da flexibilidade neste período. Próximo ao meio-dia estes fatores já estão amenizados e os índices superiores de flexibilidade podem ser alcançados entre 10 e 17 horas.

Tanto a temperatura corporal geral quanto a temperatura muscular específica influenciam a amplitude de movimento. Wear (1963), citado por Bompa (2002), destaca que a flexibilidade aumenta cerca de 20 % após um aquecimento local a 40° Celsius, como também diminui cerca de 10 a 20 % pelo resfriamento do músculo a 18° Celsius. O fato ocorre porque a atividade física progressiva intensifica a irrigação sanguínea do músculo, possibilitando uma elasticidade maior das fibras. Possuem efeitos semelhantes sobre o organismo as diferenças de temperatura ambiente, pois além de alterar a temperatura corporal, o frio atua sobre os motoneurônios gama, aumentando o tônus muscular, e o calor tem efeito inibitório, conseqüentemente relaxando a musculatura.

Dentre os fatores endógenos, a idade exerce forte influência na amplitude articular. Conforme Weineck (1986), os valores mais altos do nível de flexibilidade é alcançado na idade de 9 a 14 anos. Hupprich e Sigersest (1950), citado por Achour Jr (1996), avaliaram 300 meninas de 6 a 18 anos. Os resultados demonstraram que a flexibilidade aumentou até os 12 anos e reduziu posteriormente. Considera-se ainda a idade de 15 a 17 anos a mais tardia, quando ainda se podem conseguir consideráveis êxitos no treinamento da flexibilidade. Já na idade avançada a capacidade hidrofílica é reduzida, provocando uma maior rigidez do tecido colágeno, além da amplitude dos movimentos também serem menores, favorecendo o encurtamento muscular. No

entanto, é sabido que exercícios especiais possam contribuir para a prevenção e amenizar essa perda de flexibilidade.

Os estudos referentes as diferenças de sexo no nível de mobilidade articular, conforme Zakharov e Gomes (2003), apontam que as mulheres possuem flexibilidade maior que os homens em todas idades de 20 a 30 %. Weineck (1991, p.368) explica que a diferença dá-se pelas diferenças hormonais: “a taxa superior de estrógeno produz uma retenção de água um pouco superior e uma percentagem mais elevada de tecido adiposo e menos elevada de massa muscular.” Achour Jr (1996) aponta também questões culturais para esta diferença, como a exigência de força dos meninos e de flexibilidade das meninas nas sociedades contemporâneas. Um outro argumento do autor é que o sexo feminino é adaptado a gravidez, possuindo os quadris mais largos para o suporte da criança, possibilitando maiores índices de flexibilidade nessa região.

A individualidade biológica permite que pessoas do mesmo sexo e idade possuam graus de flexibilidade totalmente diversos entre si, mesmo mantendo estáveis todas as demais variáveis. Isso se deve ao genótipo e ao fenótipo de cada indivíduo. Ou seja, pelo fato da flexibilidade depender da estrutura óssea, da elasticidade dos músculos e dos tendões, pode variar nas diversas articulações. A transmissibilidade genética na flexibilidade pode ainda aparecer com amplitudes diferentes em articulações bilaterais de um mesmo membro da mesma pessoa. (DANTAS, 1995)

O somatotipo também traz diferenças poderosas na flexibilidade. A gordura corporal apresenta uma correlação negativa com o grau de mobilidade articular. Já a influência ou não da altura ou da massa muscular é ainda bastante discutida, mas é consenso entre autores como Dantas (1995) e Achour Jr (1996), e fica óbvio, de que uma grande massa muscular poderá impedir fisicamente a finalização de diversos movimentos.

A elasticidade do tecido conjuntivo e muscular é reduzida com a inatividade física, portanto o estado de condicionamento físico também interfere na flexibilidade. Além deste fator, a inatividade favorece ao acúmulo de gordura, que como já foi dito, reduz a amplitude de movimento.

Quando a musculatura está com acidez excessiva, devido a cargas anaeróbias fortes, a mobilidade nas articulações fica também prejudicada. Este acúmulo de ácido láctico na musculatura faz com que haja uma absorção de água elevada nas células a fim de restabelecer a osmolaridade normal. As células tornam-se inchadas, levando a um enrijecimento geral dos músculos e, conseqüentemente, reduzindo a flexibilidade. (WEINECK, 1991)

A concentração e a respiração também são destacadas como fatores influentes na flexibilidade. Dantas (1995) afirma que uma respiração profunda e total, como é realizada por praticantes do Yoga, por si só não melhora a flexibilidade, mas serve como meio para se alcançar a concentração. Já a concentração mental é defendida pelo autor por propiciar a relaxação da musculatura envolvida, possibilitando assim, alcançar níveis superiores desta qualidade física.

A flexibilidade é, com freqüência, limitada devido a deficiências de coordenação entre contração do agonista (contração do músculo que age ativamente) e relaxamento do antagonista (BOMPA, 2002). Zakharov e Gomes (2003) destacam ainda o fator estado de cansaço do praticante devido a esta falta de força do músculo agonista. Sob influencia do cansaço local, os autores afirmam que a flexibilidade ativa diminui em média 11,6%, justamente pela diminuição da força dos músculos. Já a passiva aumenta 9,5%, explicada pela melhora da elasticidade dos músculos que limitam o movimento.

## 2.5 DESENVOLVIMENTO DA FLEXIBILIDADE

Como afirmam Chan, Hong e Robinson (2001), há ainda muita discussão sobre a eficiência dos protocolos do treinamento da flexibilidade. Justamente por esta razão, o presente trabalho busca reunir dados presentes na literatura sobre a prescrição dos exercícios de alongamento que visam ampliar a flexibilidade, nas diferentes metodologias.

No entanto, é consenso que a escolha da composição dos meios e dos métodos de desenvolvimento da flexibilidade é determinada, antes de tudo, pelo nível individual

de desenvolvimento desta capacidade do indivíduo que será submetido ao treinamento, e se for o caso, das exigências de determinada modalidade esportiva. (ZAKHAROV E GOMES, 2003) E, conseqüentemente, a prescrição do número de séries, o número de repetições bem como o intervalo entre os exercícios irá depender da metodologia que será empregada.

### 2.5.1 Volume de treinamento

O volume do treinamento de uma valência física dá-se pela duração do trabalho, pelo número de sessões do treinamento por semana, pelo número de repetições, exercícios ou elementos técnicos por unidade de treinamento, ou ainda pela duração da repetição de um exercício. (BOMPA, 2003) Para este estudo sobre o desenvolvimento da flexibilidade, o treinamento será analisado de acordo com os métodos apresentados por Dantas (1995). O volume de treinamento será diferenciado para o método estático e dinâmico, podendo os exercícios serem realizados na forma ativa ou passiva, além do método que se utiliza da facilitação neuro-proprioceptiva.

Para o início de um programa que visa o desenvolvimento da flexibilidade, o exercício de alongamento deve ser feito de forma prazerosa. Sendo assim, o método estático e, preferencialmente na forma ativa para que haja a percepção da dor, é o mais indicado para esta situação, justamente por ser fácil e seguro. Dantas (1995) ressalta que a postura deve ser adotada de forma lenta e relaxada, buscando atingir a maior amplitude de movimento e mantê-la até o limiar da dor.

O tempo de permanência nos exercícios para o desenvolvimento da flexibilidade apresentado na literatura para esta metodologia varia de alguns segundos a alguns minutos. Achour Jr defende o tempo de 30 a 60 segundos, com duas ou mais séries, para deformar os componentes plásticos. Zakharov e Gomes (2003) indicam o tempo de 5-6 segundos, nas etapas iniciais, até 30-40 segundos de manutenção dos músculos no estado de extensão, mas sem mencionar o número de séries. Já Dantas (1995) sugere o tempo de 8 a 20 segundos e Weineck por sua vez indica de 10 a 60 segundos de manutenção na postura. Bompa (2002) por sua vez, propõe um total máximo de 100 a 120 segundos por sessão de treinamento para cada articulação

escolhida, porém divididos de 6 a 10 séries, permanecendo na posição de 6 a 12 segundos.

Porém Borms (1987), citado por Achour Jr (2002), em seus estudos não verificou diferenças de resultados de flexibilidade com exercícios de alongamento com duração de 10, 20 e 30 segundos dos músculos isquiotibiais, em mulheres de 20 e 30 anos que se submeteram ao programa de 50 minutos, duas vezes por semana, durante 2,5 meses. Madding (1987), citado pelo mesmo autor, também não encontrou diferenças de resultados de flexibilidade em abdução do quadril em 72 homens analisados, submetidos a exercícios com duração de 15, 30 e 60 segundos. Ao mesmo tempo Bady e Irion (1994) citado por Chan, Hong, e Robinson, (2001) conduziram um estudo que não verificou diferenças significativas no ganho de amplitude articular no programa de 15 segundos. Já nos grupos que se submeteram a exercícios com duração de 30 e 60 segundos houve ganho de flexibilidade.

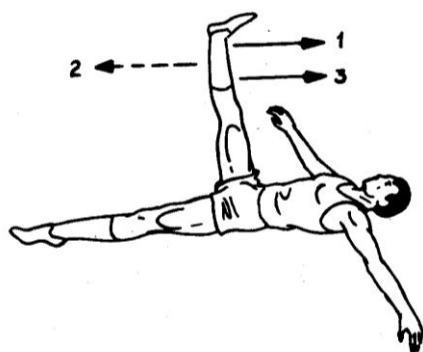
Já para o método dinâmico ou balístico, que procura aproveitar a inércia do segmento corporal em movimento e forçar amplitudes maiores que as normais, Bompa (2002) sugere a prática de 3 a 6 séries de 1 a 15 repetições, ou até um máximo de 60 a 90 repetições por sessão. Ressalta ainda que no início os exercícios devem ser numa amplitude menor, sendo progressivamente aumentada até os limites. Zakharov e Gomes (2003) indicam para as primeiras sessões de exercícios dinâmicos, para cada membro, em média, 10-15 repetições em 2-3 vezes. Dantas (1995), afirma que realizar 3-4 séries com 10 a 20 repetições em cada um dos movimentos escolhidos são suficientes para o aumento da amplitude articular.

Em geral, os métodos de flexibilidade por estimulação neuro-proprioceptiva combinam contração e relaxamento alternados dos músculos agonistas e antagonistas. Deste princípio é que surgem as várias técnicas, com diferentes variantes e combinações. Para a aplicação da maioria destas técnicas, o exercitante precisa de um companheiro, pois grande parte dos exercícios é realizada de forma passiva. Este terá uma importante função, sendo fundamental que este esteja bem orientado quanto à técnica e a intensidade dos alongamentos para que não ocorram lesões. (ACHOUR JR, 1996)

Uma das técnicas que se utiliza o processo de estimulação neuro-proprioceptiva, é denominada de *distensão passiva ou estiramento resistente*. Ela é subdividida em dois momentos e Weineck (1991) os denominam de *strech* leve e intensivo, respectivamente. No primeiro instante, o indivíduo deve permanecer na posição extrema de alongamento por 10 a 30 segundos, onde se deve sentir a diminuição da tensão. Após este momento alonga-se ainda mais, permanecendo no *strech* intensivo por mais 20 a 30 segundos.

Uma outra técnica desenvolvida por HOLTZ é denominada *Scientific Stretching for Sport (3S)*. O processo é desenvolvido em três etapas. Na primeira há a mobilização do segmento corporal até sua amplitude máxima. Após, há uma contração isométrica máxima (contra a resistência do parceiro) durante 8 segundos do músculo que está sendo alongado e finalmente o forçamento do movimento além do limite anterior. (DANTAS, 1995) Weineck (1991) apresenta um outro método, denominado *Contract-Relax-Method*, que também utiliza a facilitação neuro-proprioceptiva. Nesta técnica o músculo a ser estirado é tensionado ao máximo imediatamente antes do alongamento. Logo em seguida há a contração isométrica por cerca de 10-30 segundos, porém antes de um novo alongamento o autor sugere um relaxamento completo da musculatura. Somente após 2-3 segundos de descontração do músculo há um novo alongamento com duração de 10-30 segundos.

FIGURA 02 – TÉCNICA SCIENTIFIC STRECHING FOR SPORTS

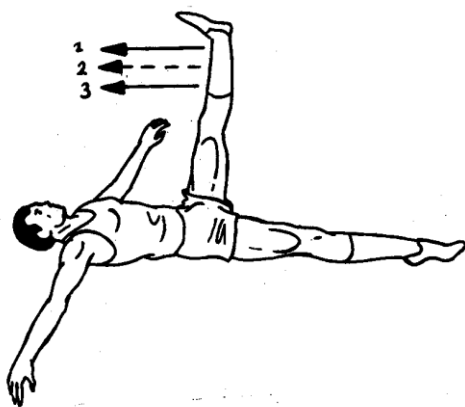


Fonte: Dantas (1995, p. 77)

O fato de contrair o máximo a musculatura antes do alongamento faz com que o fuso seja inibido, inibindo assim o reflexo de alongamento, permitindo alcances maiores na amplitude articular. O mesmo autor reforça ainda que quanto mais forte for a contração anterior ao exercício de alongamento, mais forte é o relaxamento e portanto mais efetivo o trabalho de alongamento a seguir.

Há ainda o método *Hold Relax*. Desenvolvido nos Estados Unidos o método é bastante conhecido e apresentado na maioria das literaturas sobre o assunto. O processo inicia-se com o relaxamento da musculatura que será alongada, que é estirada de forma passiva até o limite de amplitude articular como as demais técnicas. Em seguida o músculo agonista (na direção do movimento de amplitude articular) é contraído ao máximo de forma isométrica por 8 segundos. Ao término deste tempo, o sujeito relaxa o grupo muscular e tem seu segmento conduzido passivamente até um novo limite. Achour Jr (1995), para a mesma técnica, propõe um tempo de contração da musculatura de 6 segundos.

FIGURA 03 – TÉCNICA HOLD RELAX



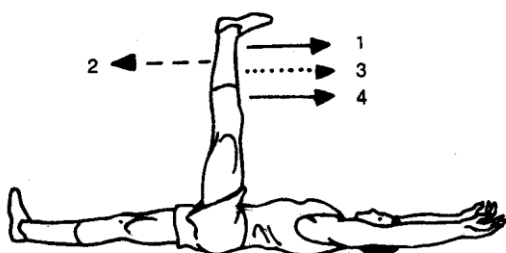
Fonte: Dantas (1995, p. 78)

Variando e combinando contração e relaxamento, surge o método *Contract Relax*, baseado no princípio da indução sucessiva. É constituído de quatro passos: no primeiro o segmento a ser trabalhado é levado passivamente até ao limiar de flexionamento. Em seguida o indivíduo realiza uma contração sub-máxima,



concêntrica, do músculo antagonista por 8 segundos, relaxando outros 3 na seqüência. No terceiro passo o sujeito realiza de 8 a 10 contrações isotônicas do músculo agonista, a fim de aumentar o arco articular, durante mais 8 segundos. E finalmente, ao cessar a contração, o companheiro leva o segmento de forma passiva buscando atingir um novo limiar nos próximos 3 segundos. (DANTAS, 1995)

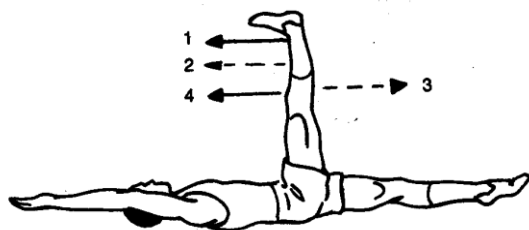
FIGURA 04 – TÉCNICA CONTRACT RELAX



Fonte: Dantas (1995, p. 79)

O processo de *Reversão Lenta ou Slow-Reversal-Hold*, assim denominado por Dantas (1995) ou a técnica de *Contração Relaxamento Contração Agonista*, como prefere chamar Achour Jr (1996), baseia-se nos princípios de indução sucessiva e inervação recíproca. Da mesma forma que nos anteriores, o segmento é levado passivamente ao arco articular máximo. Partindo desta posição, há uma contração isométrica do músculo agonista (o movimento é impedido pelo ajudante) por 8 segundos. Não sendo possível o movimento devido a força do companheiro, o sujeito realiza agora uma contração isométrica máxima do antagonista, também durante 8 segundos. O ajudante deve, portanto, inverter o ponto de apoio para que a força continue sendo isométrica. Ao final do tempo, a musculatura é relaxada e conduzida passivamente até a um arco articular mais amplo. Todo este processo deve ser repetido 3 vezes.

FIGURA 05 – TÉCNICA SLOW-REVERSAL-HOLD



Fonte: Dantas (1995, p. 80)

Há ainda outras técnicas que combinam outras variações de contração e relaxamento dos músculos agonistas e antagonistas, como a *Prolonged Stretch*, proposta por Soelvelborn (1983) citado por Weineck (1991), que mantém o alongamento passivo por aproximadamente por 1 minuto ou ainda o *Processo Completo*, descrito por Dantas (1995), que reúne todos os processos anteriores aqui citados. Mas, de uma maneira geral, o volume de treinamento recomendado por Achour Jr (1996) utilizando as técnicas de facilitação neuro-proprioceptiva é composto por uma contração isométrica de 3 a 10 segundos, com duas ou três repetições durante a aplicação e com duas a três repetições por grupo muscular. Bompa (2002), indica o tempo de contração isométrica igual a 4-6 segundos, com tantas repetições quantas o indivíduo puder fisicamente tolerar.

As sessões de treinamento podem oscilar de 15 a 60 minutos, ou ainda ser fracionada em duas sessões de 30 minutos. De acordo com Zakharov (1992) citado por Achour Jr (1996), a plasticidade seria aumentada em uma sessão contínua ao invés de duas, pela estabilidade da temperatura. Em contrapartida, Bompa (2002) defende que o treinamento duas vezes ao dia traz melhores resultados no ganho de amplitude articular. O tempo de trabalho para o desenvolvimento da flexibilidade sugerido é de 6 a 10 semanas, podendo ser prolongado. Mas é consenso que os maiores ganhos na amplitude articular serão no início do treinamento.

Vale lembrar que a intenção deste trabalho não é achar um único método, com um volume determinado, que irá desenvolver a flexibilidade em todos os indivíduos da mesma forma. Tanto o método empregado, quanto o volume prescrito irá depender

do nível inicial de flexibilidade do indivíduo envolvido, do arco articular que se pretende alcançar, do grupo muscular em questão e da especificidade da modalidade esportiva, se for o caso. Achour Jr (2002, p. 458) confirma:

“O tempo, tensão e as séries de alongamento poderiam ser uma prática generalizada, se não houvesse variabilidade inicial e final nos índices de flexibilidade em diferentes grupos musculares propostos pelos diferentes programas de flexibilidade, o que depende da avaliação e interpretação do quanto de flexibilidade os atletas têm e quanto é preciso.”

#### 2.5.2. Tensão nos exercícios de alongamento para o desenvolvimento da flexibilidade

A tensão muscular durante o exercício de alongamento recomendada pelos estudiosos está entre baixa e moderada. Deve-se evitar sentir dor na execução dos exercícios, pois o risco de lesão em alongamentos com forte tensão é maior. Caso a intensidade ultrapassar o limite de extensibilidade do músculo, pode haver rompimento das estruturas músculo-tendíneas, causando microlesões.

Porém, muitas vezes esta tensão é de difícil definição, pois a percepção de dor varia de pessoas para pessoa. Principalmente na execução de exercícios na forma passiva, algumas suportam grandes intensidades antes de esboçarem qualquer reação, já outras são mais sensíveis. Para tentar alcançar a tensão correta de alongamento, Achour Jr (2002), propõe observar os seguintes aspectos individuais:

- Considerar a experiência do praticante em relaxar a musculatura;
- Observar a expressão facial do praticante (é comum contrair o músculo, prócero e/ou morder o lábio inferior)
- Considerar a experiência do profissional em aplicar os exercícios de alongamento;
- Atender ao índice de flexibilidade necessário às funções do indivíduo em treinamento;
- Quando perceber a tensão de alongamento, relaxar e utilizar de forma adequada a respiração, sem contrair músculos compensatórios;

A ausência da dor é defendida pelo fato da flexibilidade não ser desenvolvida somente como consequência da forte tensão imposta durante os exercícios. O tempo de

permanência moderado, com pouca força imposta nos exercícios traz resultados iguais, senão maiores no aprimoramento da flexibilidade. (SAPEGA, 1981 citado por ACHOUR JR, 1996)

Mcclure (1993) citado por Achour Jr (2002, p. 455) também prefere permanecer um tempo maior no exercício a tensionar fortemente a musculatura.

“ A baixa tensão no alongamento requer mais tempo para produzir a mesma quantidade de alongamento que o tempo requerido pela forte tensão; contudo, a baixa tensão e o longo tempo no alongamento produz deformação plástica nos tecido musculares”

Esta deformação plástica é que causará o ganho de flexibilidade, o que não ocorre no treinamento com intensidades altas. Isto porque o rompimento das fibras traz uma flexibilidade transitória, uma vez que, a lesão que foi causada trará cicatrizes não elásticas e amorfas, sendo mais um fator limitante na amplitude articular. (ACHOUR JR, 1996)

### 2.5.3. Intervalo entre as séries

Quando os alongamentos são divididos em séries e repetições é recomendado que exercícios de soltura sejam realizados nos intervalos. Nestes movimentos de soltura, os músculos são sacudidos e soltos, podendo ser realizados pelo próprio indivíduo ou por outra pessoa. (BOMPA, 2002)

Os movimentos de balanceamentos dos membros têm o objetivo de provocar o relaxamento da musculatura. A soltura faz com que as ligações de actina e miosina remanescentes sejam desconectadas por facilitar o contato destas conexões com moléculas de ATP e por provocar uma desativação do fuso muscular. (DANTAS, 1995)

Achour Jr (1996) sugere que o tempo de repouso entre as séries, descontraindo o músculo alongado deve equivaler, no mínimo, ao tempo de posição em alongamento. Já Zakharov e Gomes (2003) recomendam que os intervalos entre as séries sejam de 2-2,5 minutos. Neste período os autores indicam que no primeiro minuto o músculo seja

relaxado passivamente, executando depois 3-5 movimentos para o lado oposto, para estimular os músculos antagonistas, e logo em seguida executar de 3-5 movimentos de balanços livres por conta do trabalho do grupo muscular em treinamento. Nos últimos 20-40 segundos os músculos devem ser relaxados.

### 3. DISCUSSÃO

Há muita discussão sobre qual o método ou processo de desenvolvimento da flexibilidade é o mais adequado e eficaz. Porém, o que realmente é válido, e vem de encontro com a proposta deste trabalho, é a escolha da técnica mais adequada, de acordo com cada caso.

Não sendo a proposta do presente trabalho eleger um único método para ser utilizado em todas as situações, a seguir serão apresentadas vantagens e desvantagens das técnicas já descritas aqui de aprimoramento da flexibilidade encontradas na literatura. Dessa forma, a escolha da técnica mais apropriada pode ser facilitada.

A aplicação da técnica ativa, na qual não há ajuda de forças externas, além do ganho de flexibilidade, os exercícios trazem uma grande vantagem que é o fortalecimento muscular dos antagonistas. Por outro lado a falta de força dos músculos antagonistas e a dificuldade de relaxamento dos músculos que estão sendo estirados, podem ser fatores limitantes no ganho da flexibilidade. (ACHOUR JR, 1996)

Já o método dinâmico ou balístico, devido aos constantes estiramentos musculares, possui algumas desvantagens, como tornar o trabalho mais difícil e doloroso. Os estímulos abruptos de alongamento desencadeiam o reflexo de alongamento muscular via fusos musculares, fazendo com que quanto maior for este estiramento, mais fibras musculares são levadas a contração e maior é a força contra o movimento. No que se refere a duração do aumento de mobilidade articular, o método é menos eficaz, uma vez que ocorre mais influência dos componentes elásticos do que os plásticos, não gerando uma alteração prolongada no arco articular. (WEINECK, 1991) No meio esportivo é bastante utilizado por desenvolver a flexibilidade dinâmica, fundamental em algumas modalidades, porém, a aplicação do método com pessoas não-atletas tem sido evitada. (THEACKER, GILCHRIST, STROUP, KIMSEY JR, 2004)

Das metodologias apresentadas neste trabalho, a forma estática é defendida na literatura (Dantas, 1995; Achour Jr, 1996, Bagrichevsky, 2001; Alter, 1999) como sendo a mais segura e fácil, por isso é recomendado no início do trabalho de

flexibilidade. O método proporciona o tempo adequado para reajustar a sensibilidade do reflexo do alongamento, permite uma mudança semipermanente no comprimento e, pode induzir ao relaxamento pelo disparo do órgão neurotendíneo se o alongamento for suficientemente intenso. (ALTER, 1999) Fox e Matheus (1991), Manno e Nicolini (1987), Blair et al (1994), citados por Bagrichevsky (2001) ressaltam ainda que o alongamento estático aumenta o número de sarcômeros em série e, conseqüentemente, o comprimento muscular devido ao tempo de exposição às tensões geradas no grau específico de estiramento.

O tempo de permanência nos exercícios de alongamento no método estático é bastante discutido pela ação dos órgãos tendinosos de Golgi. “A ativação destes órgãos vão provocando um relaxamento da musculatura que progressivamente irá possibilitando a tomada de posições em arcos articulares maiores.” (DANTAS, 1995). É justamente buscando esta adaptação que tempos de permanência maiores, como 90 a 120 segundos são indicados, visando a deformação das fibras musculares. Assim, quanto maior o tempo de permanência no exercício de alongamento, maior é a possibilidade de desenvolvimento da flexibilidade. Fica óbvio então que para pessoas com encurtamento muscular, sessões com um tempo maior de permanência são indicadas.

No entanto, não é fácil que um indivíduo com acentuado encurtamento muscular permaneça na posição por um longo tempo. Para situações como esta é que se pode dividir o tempo total em séries com durações menores. A intenção é procurar amenizar a tensão subjetiva da tensão muscular e somente após um determinado tempo, aumentar a permanência e diminuir as séries de alongamento.

Parece ser consenso que o treinamento na forma passiva, quando executado de forma correta é útil e efetivo. É o que afirmam Weineck (1991), Achour Jr (1996) e Dantas (1995). O método que utiliza forças externas para aumentar a mobilidade articular merece destaque por reduzir a possibilidade de dano tecidual, por apresentar um gasto energético menor e por ser capaz de reduzir e/ou prevenir a dor muscular residual. É indicado para músculos e tecidos submetidos à reabilitação. (ALTER, 1999)

Um estudo realizado por Chan, Hong e Robinson (2000), na University Worcester, em Hong Kong, buscou verificar diferenças no ganho de flexibilidade utilizando o método passivo estático de alongamento, porém com protocolos diferentes. Quarenta indivíduos saudáveis, sendo (24 homens e 16 mulheres) foram divididos em quatro grupos: os grupos um e dois se submeteram ao treinamento de flexibilidade para a musculatura de isquiotibiais, sendo um com duração de quatro semanas e outro com duração de oito semanas. Os dois outros serviram de grupos controle para os grupos um e dois respectivamente.

Os exercícios de alongamento foram realizados no lado dominante do indivíduo, após cinco minutos de aquecimento feito com movimento local. Os avaliados submeteram-se ao alongamento passivo da musculatura isquiotibial até um limite máximo sem dor. Os exercícios de alongamento para o grupo um eram compostos por cinco séries, de 30 segundos de permanência, com 30 segundos de intervalo para grupo, três vezes por semana, durante oito semanas. Para o grupo dois os exercícios eram também com duração de 30 segundos, porém compostos de três séries com um minuto de intervalo entre elas, durante quatro semanas.

O estudo mostrou que ambos os grupos alcançaram melhoras significativas nos índices de flexibilidade da musculatura de isquiotibiais. Porém, comparando os dois protocolos, não houve diferença significativa, demonstrando que os dois protocolos são eficazes para o desenvolvimento da flexibilidade desta musculatura. No entanto, os pesquisadores questionam a necessidade de usar um tempo maior para o treinamento da flexibilidade, já que o tempo de exercício em segundos foi o mesmo nos dois protocolos. Logo, se o resultado foi similar em quatro e oito semanas, pode-se concluir que o programa de quatro semanas alcançou resultados melhores, já que necessitou de uma duração total menor. Entretanto, se o enfoque fosse a resistência passiva da musculatura, o regime de oito semanas seria o mais indicado.

As técnicas que se utilizam da facilitação neuro-proprioceptiva (FNP) em comparação com os métodos passivo estático e balístico apresentou ganhos maiores de flexibilidade após uma pesquisa que durou seis semanas. (SADY, 1982 citado por DANTAS, 1995). Theacker, Gilchrist, Stroup e Kimsey Jr (2004) reuniram 321 artigos



da literatura referentes ao treinamento da flexibilidade e organizaram um grande trabalho sobre a valência, abordando entre outros assuntos, os métodos de desenvolvimento da flexibilidade. Os estudiosos também verificaram evidências que técnicas de FNP proporcionam melhores resultados de flexibilidade, porém afirmam que o resultado pode estar relacionado com outras variáveis, como o modo que foi feito o exercício, por exemplo. Achour Jr (1995), em consenso com os autores citados anteriormente, também ressalta a eficácia das técnicas de FNP, porém alerta para o grande risco de lesão que as técnicas podem ocasionar, justamente pela grande tensão muscular.

Ferber, Osternig e Gravelle (2002), buscaram analisar o efeito das técnicas neuromuscular proprioceptivas de estiramento em adultos mais velhos na musculatura flexora do joelho. Três técnicas de estiramento foram aplicadas em 24 adultos, com idade de 50-75 anos: *alongamento estático (SS)*, *contração-relaxamento (CR)*, onde há um estiramento passivo da musculatura, sendo seguido de uma contração isométrica, e *contração do agonista-relaxamento (ACR)*, na qual o quadríceps é contraído de forma isométrica. Os resultados demonstraram que a técnica ACR produziu 29-34% mais flexibilidade do que a CR e o SS, respectivamente. Porém, através de um questionário aplicado no grupo pesquisado, 88% dos participantes afirmou que as técnicas de estiramento passivas eram as mais confortáveis.

Sendo assim, pode-se concluir que, apesar de conseguir maiores índices de amplitude articular com a técnica ACR, de acordo com os estudiosos, para populações com idades avançadas as técnicas de estiramento passivas são as mais indicadas. Não só pelo conforto dos indivíduos na realização dos exercícios, mas também pela possível falta de coordenação neuromuscular e força muscular para a aplicação de outras técnicas que exijam contrações musculares mais vigorosas. (FERBER, OSTERNIG, GRAVELLE, 2002)

## **4. CONCLUSÃO**

Este estudo procurou informar sobre o desenvolvimento da flexibilidade através da prática de exercícios de alongamento. Para tal, foram utilizadas literaturas especializadas na fisiologia humana e do exercício como também livros e artigos da área do treinamento esportivo de diversos autores sobre o aprimoramento desta valência. A pesquisa apresentou toda a estrutura envolvida no processo de desenvolvimento da flexibilidade, podendo ser destacados pontos como a estrutura muscular, a teoria da contração e do relaxamento, conceitos de flexibilidade e alongamento, bem como suas diferenças e os fatores que interferem em seu aprimoramento. Enfocando o treinamento atlético, questões como o volume, a tensão nos exercícios, o reconhecimento e a comparação das metodologias que podem ser empregadas para ganhar amplitude articular, também foram apresentadas e discutidas de acordo com vários especialistas e estudiosos do assunto.

Concluiu-se então que não há uma única metodologia que pode ser aplicada em todos os casos, uma vez que o método empregado e o volume prescrito irão depender do nível inicial de flexibilidade do indivíduo envolvido, do arco articular que se pretende alcançar, do grupo muscular em questão e da especificidade da modalidade esportiva, se for o caso.

A flexibilidade deve ser desenvolvida de forma particular, sendo este trabalho mais uma fonte de informação para os profissionais de Educação Física, possibilitando assim, uma prescrição mais adequada do programa visando seu aprimoramento.

## REFERÊNCIAS

- ACHOUR JUNIOR, A. **Bases para exercícios de alongamento relacionado com a saúde e no desempenho atlético.** Londrina: Midiograf, 1996.
- \_\_\_\_\_. **Exercícios de alongamento: anatomia e fisiologia.** Manole: 2002.
- ALTER, M. **Ciência da Flexibilidade.** 2.ed. São Paulo, SP. Editora Artmed, 1999.
- BAGRICHEVSKY, M. Os efeitos dos exercícios de alongamento mediados pela propriocepção: discussão conceitual sobre os processos adaptativos. **Revista Unicastelo**, 2001; n. 6, 54-61.
- BOMPA, T.O., **Periodização: teoria e metodologia do treinamento.** São Paulo: Phorte Editora, 2002.
- CHAN, S.P., HONG, Y., ROBINSON, P.D. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. **Scandinavian Journal of Medicine e Science in Sports**, 2001; (11): 81-86.
- DANGELO, J.G., FATTINI, C.A. **Anatomia Básica dos Sistemas Orgânicos.** 5 ed. São Paulo: Atheneu, 1997
- DANTAS, E. H. M. **Flexibilidade: alongamento e flexionamento.** 3. ed. Rio de Janeiro: Shape, 1995.
- FERBER, R., OSTERNIG, L.R., GRAVELLE, D.C. Effect of PNF stretch techniques on knee flexor muscle EMG activity in older adults. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 2002; (12):391- 397.
- FOX, B.F. **Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos.** 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1991.
- FOSS, M.L **Physiological Bases.** Foexercise and Storp. Poston: Mc Graw-Hill, 1998.
- GUYTON, A. C. **Fisiologia Humana.** 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1988.
- JUNQUEIRA, L.C., CARNEIRO, J. **Histologia Básica.** 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1999.

- KISNER, C., COLBY, L. **Exercícios Terapêuticos: fundamentos e técnicas**. 3.ed São Paulo: Manole, 1998.
- LEITE, P.F. **Aptidão física, esporte e saúde**. 3. ed. São Paulo: Robe Editorial, 2000.
- MCARDLE, W.D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício**. Energia, Nutrição e Desempenho Humano. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1998.
- THACKER, S.B.; GILCHRIST, J.; STROUP, D. F., KIMSEY JR, D. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. **Journal of the American College of Sports Medicine**. v 36. n 3. p. 371-378, 2004.
- TRICOLI, V.; PAULO A.C. Efeito agudo dos exercícios de alongamento sobre o desempenho de força máxima. **Atividade física e saúde**, 2002; 7(1): 6-13.
- WEINECK, J. **Biologia do Esporte**. São Paulo:Manole, 1991.
- \_\_\_\_\_. **Treinamento ideal**. 9 ed. São Paulo: Manole, 1999.
- WILLMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. 2. ed. Tradução de: Marcos Ikeda. São Paulo: Manole, 2001.