

**ANA CAROLINA PINHEIRO DO AMARAL GURGEL**

**A IMPORTÂNCIA DO AQUECIMENTO E  
ALONGAMENTO COMO MÉTODOS PREVENTIVOS DE  
LESÕES MUSCULARES**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**- 2001 -**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
- FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA -**

**A IMPORTÂNCIA DO AQUECIMENTO E ALONGAMENTO  
COMO MÉTODOS PREVENTIVOS DE LESÕES  
MUSCULARES**

Trabalho apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física, na modalidade Treinamento Esportivo, na Faculdade de Educação Física da UNICAMP.

**CAMPINAS - 2001**

## SUMÁRIO

|     |                                                                                                                                  |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I-  | <b>Introdução</b> .....                                                                                                          | 6  |
| II- | <b>Metodologia</b> .....                                                                                                         | 8  |
|     | 2.1- Pesquisa Bibliográfica .....                                                                                                | 8  |
|     | 2.1.1- <i>Palavras-Chave</i> .....                                                                                               | 8  |
|     | 2.1.2- <i>Periodo de Levantamento Bibliográfico</i> .....                                                                        | 8  |
|     | 2.1.3- <i>Fontes Bibliográficas</i> .....                                                                                        | 8  |
|     | 2.1.4- <i>Aprofundamento dos Dados</i> .....                                                                                     | 9  |
|     | 2.2- <i>Pesquisa Direta Extensiva</i> .....                                                                                      | 9  |
|     | 2.3- <i>Hipótese</i> .....                                                                                                       | 11 |
|     | <b>Capítulo I- O Tecido Estriado Músculo-Esquelético</b> .....                                                                   | 12 |
|     | 1.1- A Estrutura do Tecido Músculo-Esquelético .....                                                                             | 12 |
|     | 1.1.1- <i>As Fibras Musculares</i> .....                                                                                         | 15 |
|     | 1.1.2- <i>O Sarcômero</i> .....                                                                                                  | 16 |
|     | 1.2- O Controle Funcional do Tecido Estriado Músculo Esquelético .....                                                           | 23 |
|     | 1.3- Lesão Muscular Induzida pelo Exercício Físico .....                                                                         | 25 |
|     | <b>Capítulo II - O Aquecimento e o Alongamento como Métodos Preventivos de Lesão Muscular</b> .....                              | 29 |
|     | 2.1- Aquecimento .....                                                                                                           | 31 |
|     | 2.2- Alongamento .....                                                                                                           | 33 |
|     | 2.2.1- <i>Alterações Morfológicas e Alongamento</i> .....                                                                        | 35 |
|     | 2.3- Estabelecendo a Ordem do Exercício na Sessão de Atividade Física .....                                                      | 38 |
|     | <b>Capítulo III- Questionando a Teoria e a Prática Sobre Aquecimento e Alongamento nas Aulas de Academias de Ginástica</b> ..... | 42 |

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>Considerações Finais .....</b> | <b>53</b> |
|-----------------------------------|-----------|

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| <b>Referências Bibliográficas .....</b> | <b>55</b> |
|-----------------------------------------|-----------|

## **RESUMO**

Nossa pesquisa procurou enfatizar a importância dos métodos de aquecimento e alongamento dentro de uma sessão de ginástica e de musculação. Para isso foi realizada uma pesquisa de revisão bibliográfica sobre os temas: estrutura do músculo esquelético, mecanismos de lesão muscular, fisiologia do aquecimento e do alongamento. Pressupomos uma hipótese inicial a qual sugere que o aquecimento deve preceder o alongamento no início da sessão de atividades físicas e que no final da aula deve-se realizar atividades de alongamento. O trabalho foi finalizado com a análise dos questionários aplicados aos profissionais de ginástica e musculação, onde observamos questões como estrutura de aula, compreensão conceitual sobre a temática “alongamento” e “aquecimento” e informações obtidas em cursos de atualização profissional.

## **I- INTRODUÇÃO**

A prática de atividades físicas bem orientadas pode trazer diversos benefícios as pessoas, proporcionando melhoria na qualidade de vida. A procura por atividades em academias, como ginástica e musculação, vem crescendo cada vez mais, o que exige do profissional de educação física constante busca de conhecimentos específicos de sua prática.

Neste estudo será levantado a importância do alongamento e aquecimento como métodos preventivos a lesões, dentro de uma sessão de aula de academia. O objetivo é buscar bases teórico-científicas para defender uma proposta de sequência lógica de sessão de aula, enfocando, sobretudo, o alongamento e aquecimento numa relação de ordem. A hipótese inicial é que no começo da aula o aquecimento deve preceder o alongamento, e no final da aula deve ocorrer outra sessão de alongamento. O aquecimento tem a importância de diminuir o estresse visco-elástico do tecido músculo-esquelético, enquanto que o alongamento, no início da aula, tem por objetivo evitar lesões musculares, aumentando a sensibilidade dos receptores sensitivos e preparando a musculatura para movimentos em amplitudes variadas. No final da aula, o alongamento deve ser utilizado como um método de relaxamento, aliviando a musculatura das tensões.

Para defender essa hipótese, abordaremos questões sobre estrutura do tecido músculo-esquelético, mecanismos de lesão muscular, efeitos fisiológicos do aquecimento, alterações morfológicas induzidas pelo alongamento e biomecânica tecidual.

Também foram aplicados questionários aos profissionais de educação física ligados a área de ginástica e musculação. O objetivo do questionário foi avaliar a importância que é dada por esses profissionais na questão da organização da sessão de atividades físicas, enfocando, de forma restrita, o aquecimento e o alongamento. Buscamos analisar, sobretudo, como os profissionais definem os termos aquecimento e alongamento e qual a ordem que eles trabalham tais atividades nas suas sessões de aula.

## II- METODOLOGIA

### 2.1- Pesquisa Bibliográfica

A fundamentação teórica de nossa discussão foi realizada por intermédio de *pesquisa bibliográfica*. A pesquisa bibliográfica tem como objetivo colocar o pesquisador em contato direto com tudo que foi escrito sobre determinado assunto (Marconi, Lakatos, 1995).

#### 2.1.1- Palavras-Chave

As principais *palavras-chave* de busca de material bibliográfico indexado foram: *warm-up* (aquecimento), *stretching* (alongamento), *eccentric exercise* (exercício excêntrico) e *damage muscle* (lesão muscular).

#### 2.1.2- Período do Levantamento Bibliográfico

O *levantamento bibliográfico* abrangeu o período correspondente aos últimos dez anos de pesquisa em relação as palavras-chave. Artigos considerados importantes, antecedentes ao período de dez anos, foram incorporados ao trabalho.

#### 2.1.3- Fontes Bibliográficas

As bases de dados pesquisadas foram:

- MEDLINE: referências e resumos da área de saúde;
- SPORTS DISCUS: referências e resumos da área de esporte;
- UNIBIBLI: acervos da USP, UNESP e UNICAMP;



- **PROBE:** site de referências e resumos mantido pela FAPESP.

#### **2.1.4- Aprofundamento dos Dados**

- **Fichamento:** constaram de palavras-chave, problemas, hipóteses, teorias, objetivos, resultados e conclusões.
- **Análise de dados:** permitiu construir evidências e relações existentes entre as atividades de alongamento e aquecimento dentro de uma sessão de atividades físicas. Foi constituída de *leitura de reconhecimento, leitura crítica e reflexiva e leitura interpretativa*.
- **Interpretação dos dados:** ocorreu a partir da análise dos dados obtidos na literatura, onde procuramos estabelecer relações entre os efeitos fisiológicos induzidos pelo alongamento e aquecimento. A partir deste ponto, buscamos solidificar teoricamente a nossa hipótese de pesquisa.

#### **2.2- Pesquisa Direta Extensiva**

A *pesquisa direta extensiva* teve como objetivo fundamental buscar questionar a prática dos profissionais e estagiários da área de Educação Física vinculados a academias de ginástica em relação aos subsídios teóricos que envolvem as atividades de aquecimento e alongamento como métodos participantes de uma sessão de atividades físicas.

Para tanto, utilizamos o *questionário* como instrumento de coleta de dados. Vinte profissionais e estagiários que ministram aulas em academias de ginástica participaram voluntariamente respondendo aos questionários. Obtivemos dez questionários respondidos por profissionais ligados a área de musculação e outros dez por profissionais que

desenvolvem atividades na área de ginástica. Os resultados estão apresentados na forma de média, sendo que utilizamos o programa Origin 5.0 (Microsoft, 1995). A forma de classificação das perguntas pertenceu a categoria das *perguntas abertas*, a qual permite ao informante responder livremente, usando linguagem própria, e emitir opiniões (Lakatos, Marconi, 1995). A seguir, apresentamos o questionário utilizado em nossa pesquisa:

---

**Este questionário busca subsídios de análise para a monografia de graduação, modalidade Bacharelado em Treinamento Esportivo, de Ana Carolina Pinheiro do Amaral Gurgel, aluna da Faculdade de Educação Física da UNICAMP, cujo título é “A importância do Aquecimento e Alongamento como Métodos Preventivos de Lesões Musculares”. O objetivo do trabalho é estabelecer correlações entre a teoria e prática de atividades de academias de ginástica, sendo o aquecimento e o alongamento o nosso objeto de estudo.**

### **Questionário**

1- Qual a importância do alongamento e do aquecimento nas suas aulas?

▪ Aquecimento:

---

---

---

▪ Alongamento:

---

---

---

2- Em quais momentos de sua aula você trabalha os itens da questão anterior? Qual deles você trabalha primeiro?

---

---

---

3- Você participa de cursos teórico/práticos sobre ginástica e/ou musculação? Tais cursos enfocam a importância do aquecimento e do alongamento nas aulas?

---

---

---

### **2.3- Hipótese**

A hipótese lançada foi a seguinte: *considerando os aspectos fisiológicos das atividades de aquecimento e alongamento, propomos que o aquecimento preceda o alongamento em sessões de atividades físicas, de forma que os objetivos da parte preparatória da sessão sejam melhores alcançados e que a incidência de lesões do tecido músculo-esquelético diminua. Consideramos, ainda, necessária a realização de alongamento no parte conclusiva da sessão de atividades físicas.*

## CAPÍTULO I

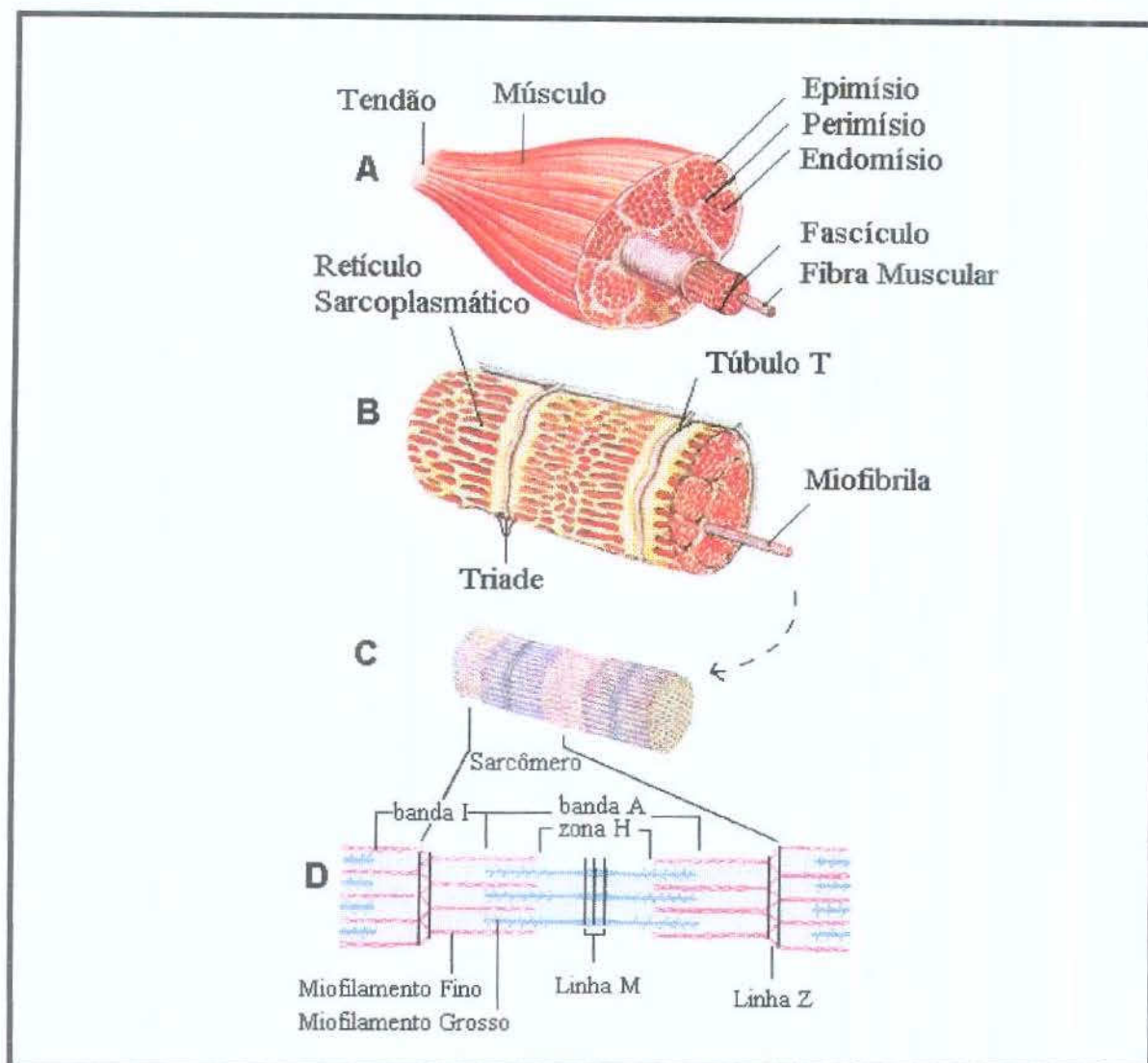
### O TECIDO ESTRIADO MÚSCULO-ESQUELÉTICO

O sistema muscular é formado por músculos esqueléticos, cardíacos e lisos e também por anexos, que são os tendões, as fâscias, os vasos sanguíneos e fibras nervosas. A musculatura responsável pelos movimentos de locomoção é denominada “**estriada esquelética**”, pois quando observada por microscopia eletrônica ela apresenta características morfológicas de estrias. Sua principal característica funcional é o fato de exercer contração voluntária.

#### 1.1- A Estrutura do Tecido Músculo-Esquelético

O tecido muscular estriado esquelético é composto por **fibras musculares**, que possuem um formato cilíndrico, dispostas paralelamente e estendendo-se por todo o comprimento do músculo, variando seu comprimento de 1mm a 30cm e sua espessura de 10mm a 100mm. A fibra muscular possui um funcionamento independente e cada uma é composta por **miofibrilas**, que por sua vez são compostas por subunidades ainda mais finas, que são os **miofilamentos protéicos** de actina e de miosina.

A *figura 1* apresenta a estrutura morfológica e funcional do tecido músculo-esquelético.



**Figura 1.** Estrutura do tecido músculo-esquelético e seus diferentes níveis de organização. A) músculo, fascículo e fibra muscular; B) retículo sarcoplasmático, túbulo T e miofibrila; C) sarcômero; D) miofilamentos: actina e miosina.

A porção de tecido conjuntivo que envolve a fibra muscular é denominada *endomísio*, contendo capilares e fibras nervosas responsáveis pelo suprimento das fibras musculares. Sob e preso ao endomísio, tem-se o *sarcolema*, que é a membrana da célula delimitante da unidade funcional do músculo (sarcômero). O sarcolema apresenta como característica a permeabilidade seletiva para eletrólitos e substâncias orgânicas e é formado por uma membrana plasmática e por uma membrana basal. Entre as duas existem as

células satélite, responsáveis pelo crescimento celular regenerativo. O sarcolema também contém no seu interior o *sarcoplasma*, que é uma substância aquosa onde também estão imersas as mitocôndrias e o retículo sarcoplasmático (Wilmore, Costill, 1994).

O agrupamento dos feixes musculares ou fascículos que formam as fibras musculares se dá por uma estrutura conjuntiva designada de *perimísio*, atuante como um separador entre as fibras, permitindo que vasos sanguíneos, vasos linfáticos e nervos tenham condições de se estenderem ao longo do músculo. O *epimísio* é a estrutura conjuntiva densa que envolve todos os feixes musculares, ou seja, todo o músculo (Wilmore, Costill, 1994).

Os *tendões* são constituídos 70% de massa seca, sendo formados por fibras de colágeno. O colágeno é uma proteína que atribui ao tendão a característica de resistência a tração e relativa inextensibilidade, devido ao arranjo tridimensional de suas moléculas que lhe configuram uma “formação em bloco” e devido as pontes cruzadas de proteoglicanas entre as fibras de colágeno. Os tendões também são constituídos, em sua minoria, de elementos como a elastina, os glicosaminoglicanos ácidos (GAGAs) e glicoproteínas estruturais, que em forma de gel conferem ao tendão a propriedade de elasticidade. De uma forma total, o músculo esquelético é constituído aproximadamente por 75% de água, 20% de proteínas e 5% de outras substâncias como sais minerais, glicogênio, glicose, lipídeos e outros.



### 1.1.1- As Fibras Musculares

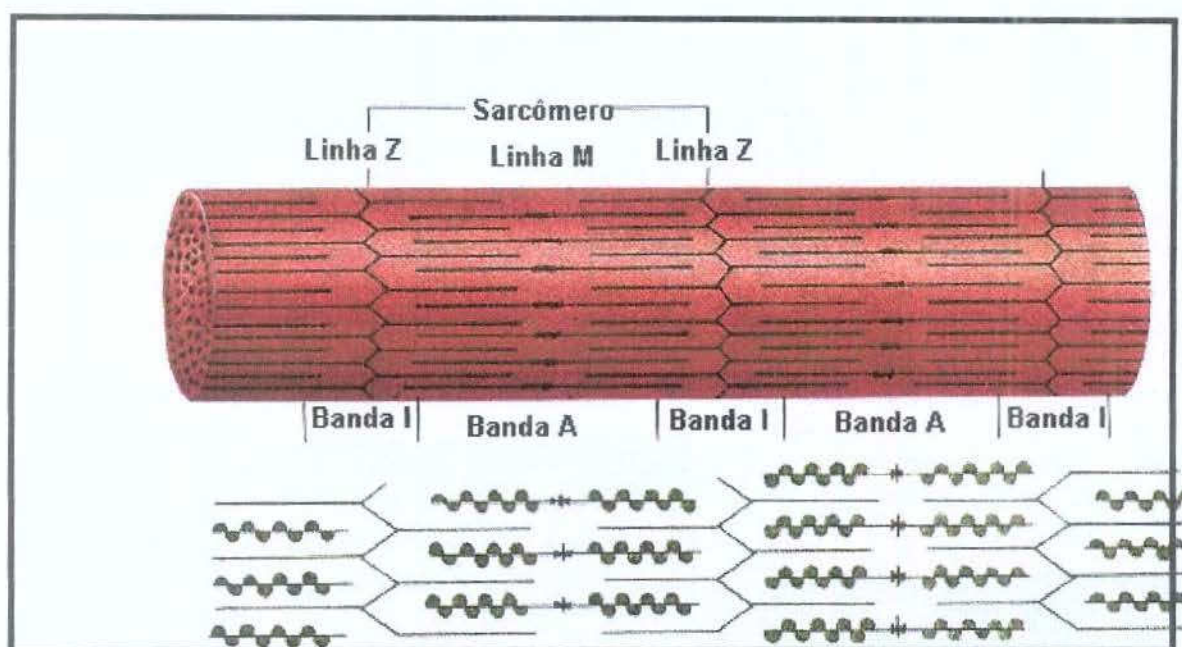
As *fibras musculares* contêm diversos núcleos, possuindo forma cilíndrica e com extremidades que se tornam delgadas progressivamente. A espessura varia de acordo com o grupo muscular ou até no mesmo músculo, podendo abranger de 10  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$ . Em relação ao comprimento, pode-se estender da origem à inserção de um músculo. Existem diferentes tipos de fibras, que podem ser delineados de acordo com suas propriedades histoquímicas, bioquímicas, morfológicas e fisiológicas. Baseando-se no tempo ao qual as fibras levam para alcançar o pico de tensão, o que também se relaciona com o tempo de relaxamento, identifica-se dois tipos principais de fibras: as fibras que possuem um tempo para pico de tensão relativamente logo, denominadas *fibras de contração lenta*, e as fibras com um curto tempo para atingir o pico de tensão, classificadas como *fibras de contração rápida*. O que parece delimitar a condição de velocidade contrátil da fibra muscular é a atividade da ATPase miofibrilar da miosina; assim, fibras de contração lenta têm baixa atividade da ATPase miofibrilar, enquanto que fibras de contração rápida possuem alta atividade da ATPase miofibrilar (Fleck, Kramer, 1997). A *tabela 1* apresenta as características dos tipos de fibra muscular (Powers, Howley, 2000):

|                                 | <b>Fibras Rápidas</b> |                 | <b>Fibras Lentas</b> |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Característica</b>           | <b>Tipo IIb</b>       | <b>Tipo IIa</b> | <b>Tipo I</b>        |
| Número de mitocôndrias          | Baixo                 | Alto/moderado   | Elevado              |
| Resistência à fadiga            | Baixa                 | Alta/moderada   | Elevada              |
| Sistema energético predominante | Anaeróbio             | Misto           | Aeróbio              |
| Atividade Atpásica              | A mais elevada        | Elevada         | Baixa                |
| Velocidade de encurtamento      | A mais elevada        | Intermediária   | Baixa                |
| Eficiência                      | Baixa                 | Moderada        | Elevada              |
| Tensão Específica               | Elevada               | Elevada         | Moderada             |

*Tabela 1. Características dos tipos de fibras musculares (Powers, Howley, 2000).*

### 1.1.2- O Sarcômero

O *sarcômero* (figura 2) é a unidade morfológica e funcional do tecido músculo-esquelético, sendo composto por miofilamentos protéicos finos de actina e miofilamentos protéicos espessos de miosina. Os miofilamentos são responsáveis pelo processo de *contração muscular*, que veremos mais adiante.



**Figura 2.** Representação esquemática das regiões que compõem o sarcômero. Adaptado de Wilmore, Costill, 1994.

Pode ser visualizado, por microscopia eletrônica, dois tipos de áreas na constituição do sarcômero: uma área escura, denominada *banda A* ou *anisotrópica*, e uma área mais clara, classificada como *Banda I* ou *isotrópica*. A Banda A contém tanto filamentos de actina quanto de miosina, sendo que na sua região central está inserida uma região



denominada *Zona H*, que se caracteriza por ser mais densa, já que nessa região não há miofilamentos de actina, mas somente miofilamentos espessos de miosina. A Zona H é dividida ao meio por uma linha denominada *Linha M*, cuja função é sustentar e orientar os miofilamentos de miosina. A Banda I contém apenas os miofilamentos de actina e é atravessada transversalmente por uma estrutura denominada *Linha Z*, onde estão fixados os filamentos de actina. O sarcômero é constituído por duas Linhas Z; portanto, todas as bandas, linhas e zonas que estão compreendidas entre duas linhas Z formam a unidade contrátil do músculo (Fox et al., 1991).

Os miofilamentos protéicos de actina e miosina possuem algumas características próprias. Os *miofilamentos finos* representam cerca de 30% do total das proteínas estruturais musculares e são constituído por três proteínas: a *actina*, a *troponina*, e a *tropomiosina*.

A *proteína actina* possui um formato em espiral e é formada por moléculas globulares de G-actina que se unem para formar uma dupla hélice. A *proteína troponina* é formada por três subunidades: a *troponina-C* tem a função de fixação do cálcio, participando efetivamente no processo de contração muscular; a *troponina-T* possui um sítio de ligação para a actina; e a *troponina-I* tem a função de inibir a interação actina – miosina, permitindo o relaxamento dos miofilamentos (será detalhado mais a seguir).

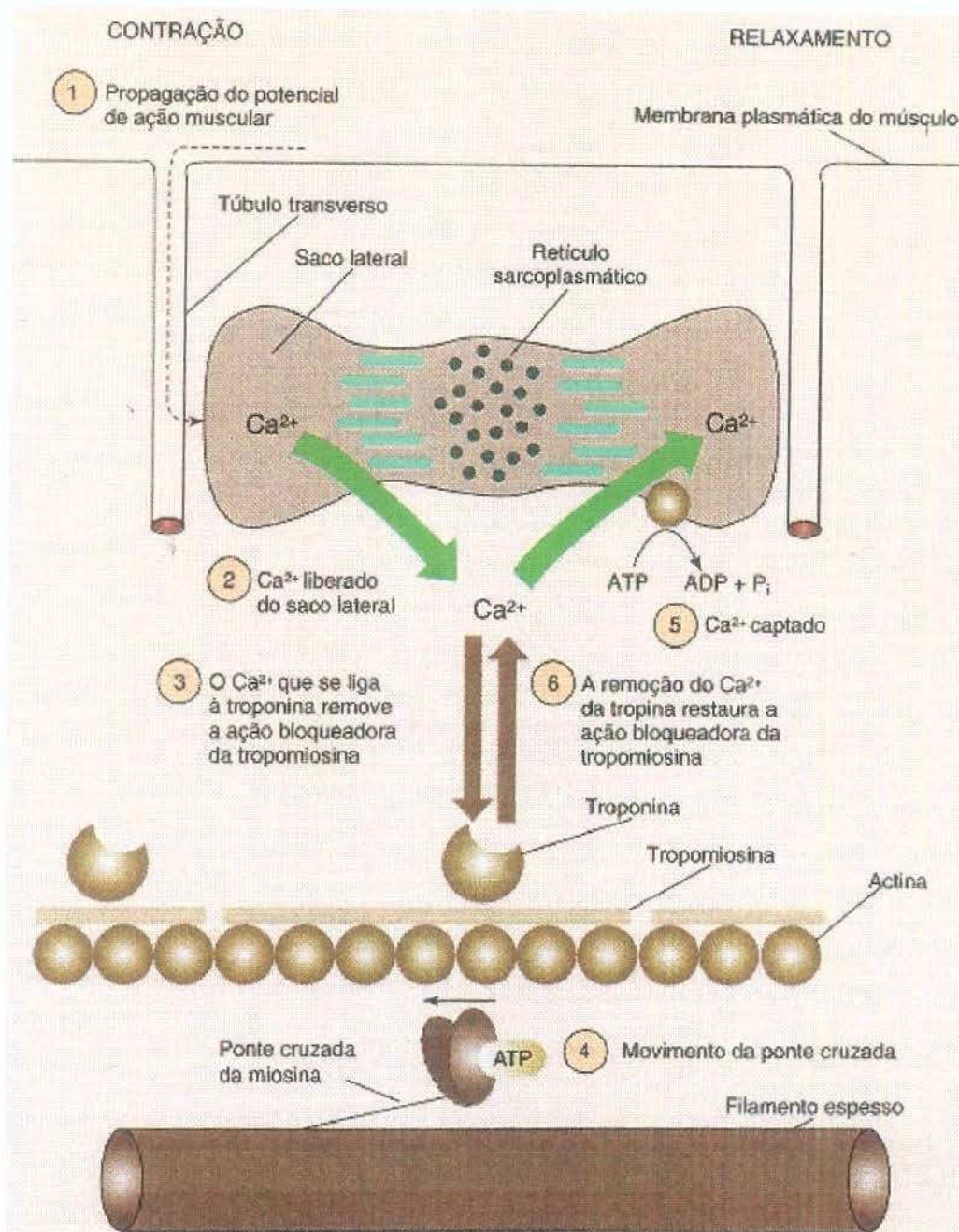
A última proteína do miofilamento de actina é a *tropomiosina*, que é caracterizada por suas moléculas fibrosas e alongadas, e estão localizadas nos sulcos dos filamentos de actina. Sua função está associada a capacidade de deslizar entre esses sulcos, o que

provoca uma série de eventos que irão contribuir para interação actina – miosina (Wilmore, Costill, 1994).

Os *miofilamentos espessos de miosina* representam cerca de 55% do total das proteínas estruturais musculares e são constituídos apenas de filamentos de miosina. Esses filamentos de miosina são compostos por subunidades: a *meromiosina leve* (MML) e a *meromiosina pesada* (MMP).

A *subunidade MML* é a base do filamento de miosina, constituídas por duas cadeias polipeptídica em formato cilíndrico. Na extremidade de cada filamento de miosina existem projeções protéicas que são denominadas pontes cruzadas e essa região corresponde a *subunidade MMP*. É nesta extremidade que se encontra a atividade ATPásica da miosina, responsável pelo fornecimento de energia para a contração muscular.

A *figura 3* apresenta os eventos indutores do processo de contração da célula muscular.



**Figura 3.** Os eventos da contração muscular. Adaptado de Powers, Howley, 2000.

O processo de contração muscular baseia-se na teoria do deslizamento dos filamentos do sarcômero. Cinco fases descrevem os eventos mecânicos e fisiológicos deste



processo: repouso, excitação-junção, contração, restauração e relaxamento (Fox et al., 1991):

**1- Repouso.** Neste momento, não há interação entre actina e miosina, pois o complexo ATP-ponte cruzada está desativado. O cálcio, elemento fundamental para a mudança da configuração troponina/tropomiosina (em repouso, as duas estruturas “cobrem” os sítios de ligação entre actina e miosina), encontra-se armazenado nas vesículas do retículo sarcoplasmático. Quando a membrana está em repouso ou numa condição de equilíbrio (sem condução de sinal), o potencial elétrico através da membrana permanece relativamente constante. O potencial de repouso da membrana é da ordem de 60-90 mV, com o lado interior da membrana sendo negativo em relação ao exterior. A distribuição iônica pela membrana representa o equilíbrio das forças elétricas entre os íons positivos e negativos e suas forças associadas de concentração. A *bomba sódio-potássio* (bomba  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ ) é responsável pela manutenção deste balanço iônico: no estado de repouso,  $\text{Na}^+$  é impedido de entrar na célula por meio da atividade da bomba, sendo transportado do fluido intracelular para o fluido extracelular; a concentração de  $\text{K}^+$  é mantida internamente pela atividade da bomba  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  e pela atração elétrica a vários ânions orgânicos.

**2- Excitação-Junção.** A ruptura da distribuição iônica através da membrana resulta em mudança do potencial de ação: por exemplo, o movimento de íons negativos para o exterior da membrana e positivos para o lado interno produzirá um decréscimo no potencial da membrana (despolarização), enquanto que o movimento de íons negativos internamente ou a deposição de íons positivos adicionais externamente causará uma hiperpolarização da membrana. Quando um impulso vindo de um nervo motor atinge a *placa motora terminal*

ou *junção neuromuscular* (ponto onde a fibra nervosa motora se invagina para dentro da fibra muscular), há a liberação de acetilcolina, tornando possível a transmissão do impulso neuronal através da fenda sináptica e também criando um *potencial pós-sináptico excitatório* na fibra muscular. O potencial pós -sináptico excitatório se dá em decorrência do aumento no potencial elétrico no neurônio pós-sináptico. A geração de potenciais de ação sofre propagação pelo sarcolema e túbulos transversos, tendo como evento final a estimulação das vesículas do retículo sarcoplasmático e a liberação de cálcio no meio intracelular. O aumento na concentração interna celular de cálcio propiciará a este ligar-se às moléculas de troponina, que cobrem os sítios de ligação da actina junto à miosina. A ligação do cálcio com a troponina desencadeará uma alteração na conformação do complexo troponina/tropomiosina, levando à ativação do ATP- ponte cruzada e a um acoplamento físico-química entre actina e miosina.

**3- Contração.** Com o acoplamento entre actina e miosina, tem-se a ativação da enzima *ATPase dependente de  $Mg^{2+}$*  e a subsequente hidrólise do ATP, permitindo a desintegração de ATP em ADP e  $P_i$ . A hidrólise permite a liberação de energia e a mudança de angulação das pontes cruzadas, acarretando na sobreposição dos filamentos de actina aos de miosina e gerando a *contração muscular*.

**4- Restauração.** A formação de uma nova ligação entre actina e miosina se dá através da ressíntese do ATP. A energia para a ocorrência da ressíntese deriva da decomposição de glicose, glicogênio, ácidos graxos livres ou da combinação de ADP (adenosina difosfato) com grupos fosfato da fosfocreatina. A restauração de alguns poucos moles de ATP pode ser obtida ainda pela via da glicólise anaeróbia, resultando na produção de ácido lático.

**5- Relaxamento.** Quando há o cessamento dos impulsos nervosos e a diminuição de estímulo sobre o nervo motor, os íons de cálcio ligados aos sítios da troponina são “seqüestrados” de volta às cisternas do retículo sarcoplasmático. Com a diminuição da concentração intracelular de cálcio, o complexo ATP-ponte cruzada é desativado e os miofilamentos de actina retornam à posição inicial para propiciarem a ocorrência de um novo ciclo contrátil.

Quando ocorre a contração muscular, há a diminuição do comprimento do sarcômero. A soma dos encurtamentos de vários sarcômeros de um grupo muscular provoca a diminuição ou encurtamento desse grupo muscular resultando em um tracionamento do osso em sua articulação, o que provoca uma tensão ou um movimento. O sarcômero, quando encurtado, diminui seu comprimento em cerca de 20% a 50%, e quando alongado pode aumentar seu comprimento em até 120% de seu comprimento em repouso (Powers, Howley, 2000).

Quando um músculo se encurta a Linha Z é “puxada” em relação a Banda A, não ocorrendo alterações na configuração da Banda A, somente na Banda I. Já quando um músculo é alongado, a Banda A permanece com o comprimento constante e a Banda I aumenta seu comprimento, os filamentos de actina são mobilizados para fora da Banda A e as Zonas H tornam-se mais longas.



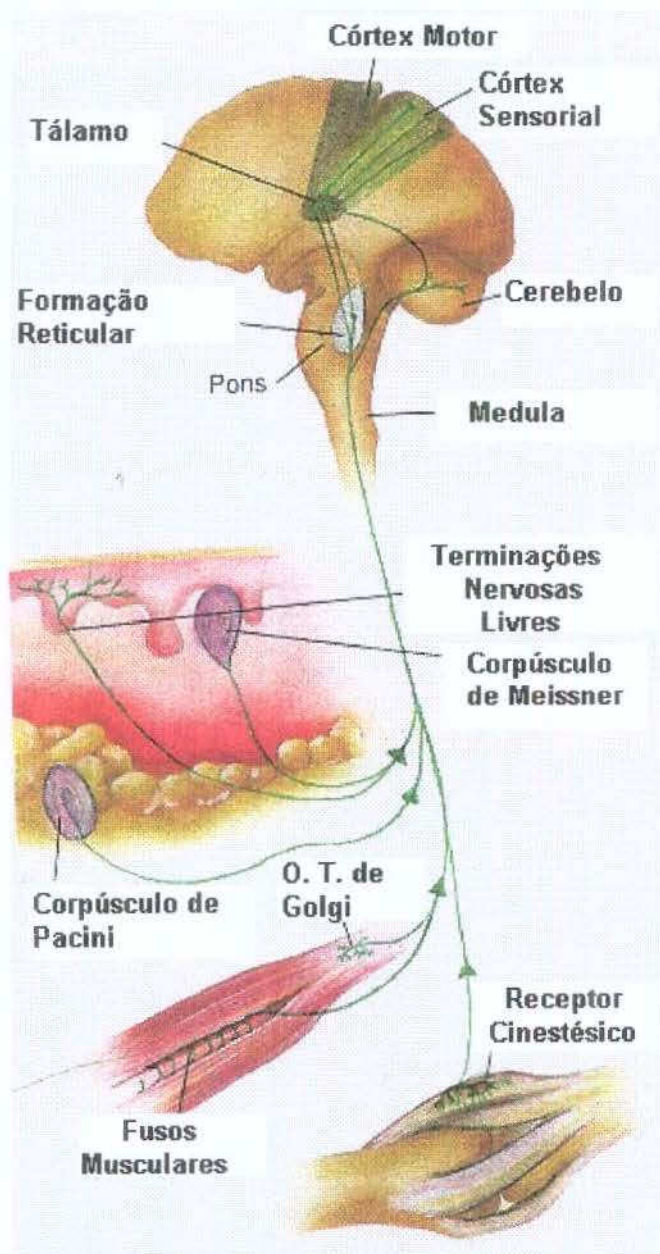
## 1.2- O Controle Funcional do Tecido Estriado Músculo-Esquelético

O controle da função muscular esquelética é feito pelos *proprioceptores*, órgãos terminais que retransmitem rapidamente informações sobre o músculo para as porções consciente e inconsciente do Sistema Nervoso Central (SNC). Esses receptores são sensíveis a distensão, tensão e a pressão.

Os *fusos musculares* são proprioceptores formados por fibras musculares modificadas envolvidas por uma bainha de tecido conjuntivo, chamadas de fibras intrafusais. Essas fibras estão alinhadas paralelamente as fibras extrafusais ou regulares. O fuso muscular fornece informações sensoriais captadas sobre alterações no comprimento e na tensão das fibras musculares. Quando o músculo é distendido o mesmo acontece com o fuso, que responde a distensão através de uma ação reflexa. Essa ação reflexa ocorre da seguinte maneira; o fuso estimulado envia a informação através do neurônio motor gama até o SNC, que inerva as fibras extrafusais; essas se contraem evitando um possível estiramento; quando o músculo é contraído os fusos também se contraem e são desativados (Alter, 1994).

Os *órgãos tendinosos de Golgi* também são proprioceptores que têm como função proteger o músculo de lesões causadas por possíveis sobrecarga. Esses órgãos estão conectados em série com as fibras extrafusais e se localizam dentro dos tendões. Sua função está relacionada mais com a tensão gerada pelo músculo do que com as mudanças no seu comprimento. Quando ativados, geralmente devido a uma contração muscular

vigorosa, enviam uma informação sensorial ao SNC que como resposta através do neurônio motor alfa promove o relaxamento muscular.



**Figura 4.** Representação dos proprioceptores do tecido estriado musculo-esquelético. Adaptado de Wilmore, Costill, 1994.

### 1.3- Lesão Muscular Induzida pelo Exercício Físico

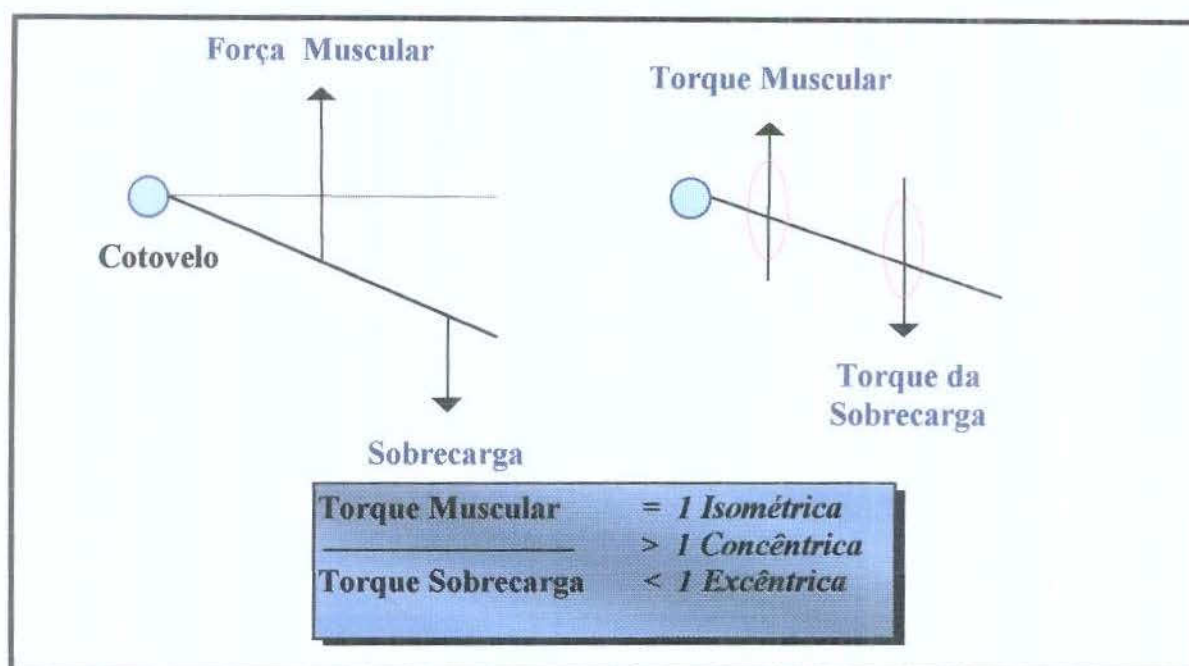
Apesar do risco de lesão muscular estar presente em qualquer tipo de atividade física rigorosa, existem algumas medidas preventivas que podem ser tomadas diminuindo esse risco de lesão. Segundo a hipótese inicial desse trabalho, respeitar uma seqüência lógica de sessão de aula seria uma medida preventiva.

A lesão muscular pode ser explicada por duas teorias, segundo Armstrong (1990):

- A lesão pode ser o resultado dos efeitos tóxicos de produtos metabólicos dissipados pela células. Segundo essa teoria, a lesão pode ser decorrente do acúmulo de ácido láctico e outros metabólitos, gerando um processo isquêmico o qual favorece a degradação das estruturas protéicas.
- A lesão pode ser induzida por efeitos de forças resultantes de contrações musculares excêntricas, com a ocorrência de rupturas das fibras musculares, onde as porções mais atingidas são a região músculo-tendínea devido ao maior acúmulo de tecido conjuntivo e, conseqüentemente, sua menor elasticidade. Esse processo provoca alterações morfo-funcionais na estrutura do sarcômero, principalmente a desconfiguração das Linhas Z e Bandas A.

Muitos estudos apontam que a fase excêntrica do movimento, durante a realização de exercícios físicos, é o fator determinante para a instalação de microlesões na célula muscular (Manfredi et al., 1991; Cleak, Eston, 1992b; Nosaka, Clarkson, 1992; Kuipers,

1994; Nosaka, Clarkson, 1994; Saxton et al., 1995). A contração muscular excêntrica caracteriza-se quando o torque de uma articulação excede aquele produzido pela tensão em um músculo, gerando alongamento dos sarcômeros e agindo como um “mecanismo de freio” (Hall, 1993). A *figura 5* apresenta as características biomecânicas da contração muscular excêntrica:

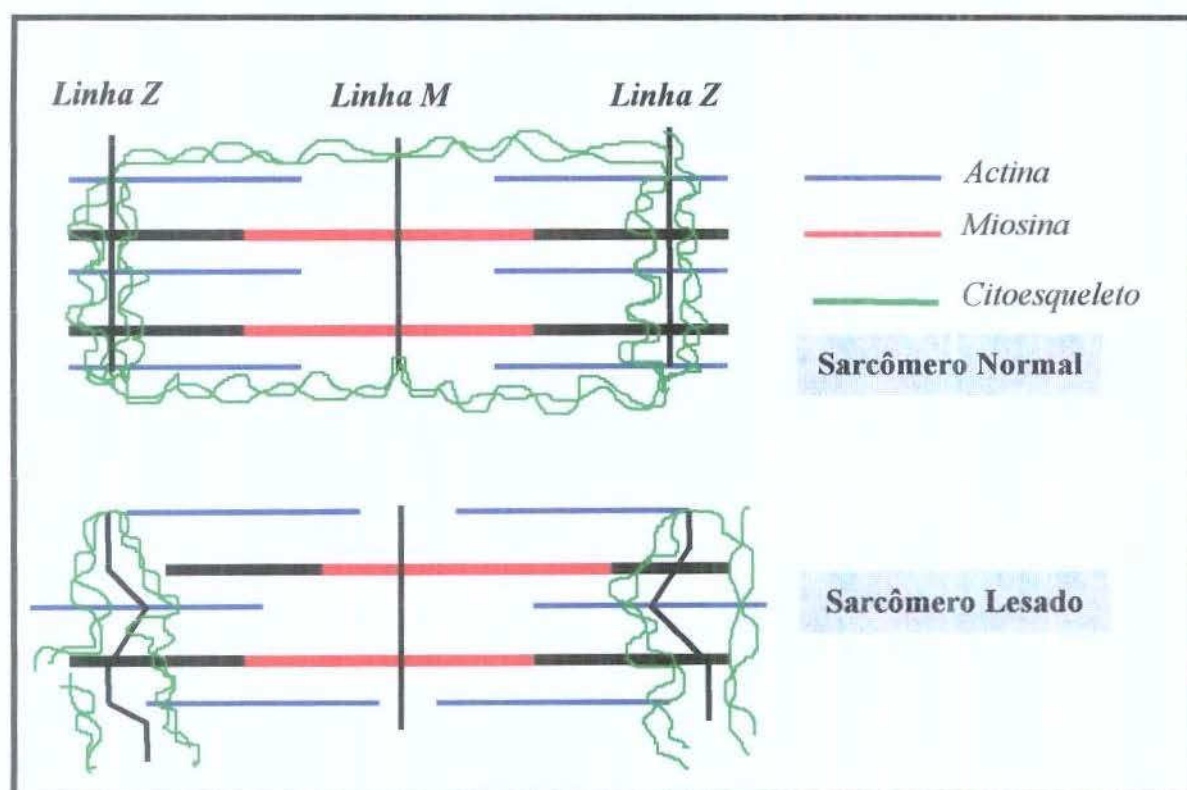


**Figura 5.** Relação entre torque muscular e torque da sobrecarga. Adaptado de Enoka, 1994.

O alongamento ativo dos sarcômeros pode ser considerado um fator decisivo para a ocorrência de ruptura mecânica de elementos ultraestruturais das fibras músculo-esqueléticas, em uma proporção muito maior do que quando se compara com contrações concêntricas (Faulkner et al., 1989). Isto se dá ao fato do alto grau de tensão miofibrilar desenvolvido durante o recrutamento das fibras musculares durante a contração excêntrica, o que pode até resultar em alterações morfológicas lesivas em estruturas específicas do



sarcômero (Fridén et al., 1981). As contrações excêntricas produzem uma maior tensão por meio dos elementos passivos e conjuntivos do músculo, sendo a região próxima à unidade músculo-tendão a mais atingida pelas mudanças histológicas degenerativas (Garrett, 1990). A região músculo-tendão torna-se mais suscetível a lesões pelo fato dela oferecer maior resistência e inflexibilidade, devido ao acúmulo elevado de tecido conjuntivo. Thompson e Riley (1996) apontam como marcadores mais evidentes de lesão no sarcômero a desconfiguração das Bandas A e Linhas Z; outros focos de distúrbios, como os localizados na mitocôndria, retículo sarcoplasmático, componentes citoesqueléticos e matriz extracelular também são relatados em estudos envolvendo contrações excêntricas (Gibala et al., 1995).



**Figura 6.** Alterações induzidas pela contração muscular excêntrica nos sarcômeros. Adaptado de Waterman-Storer (1991).

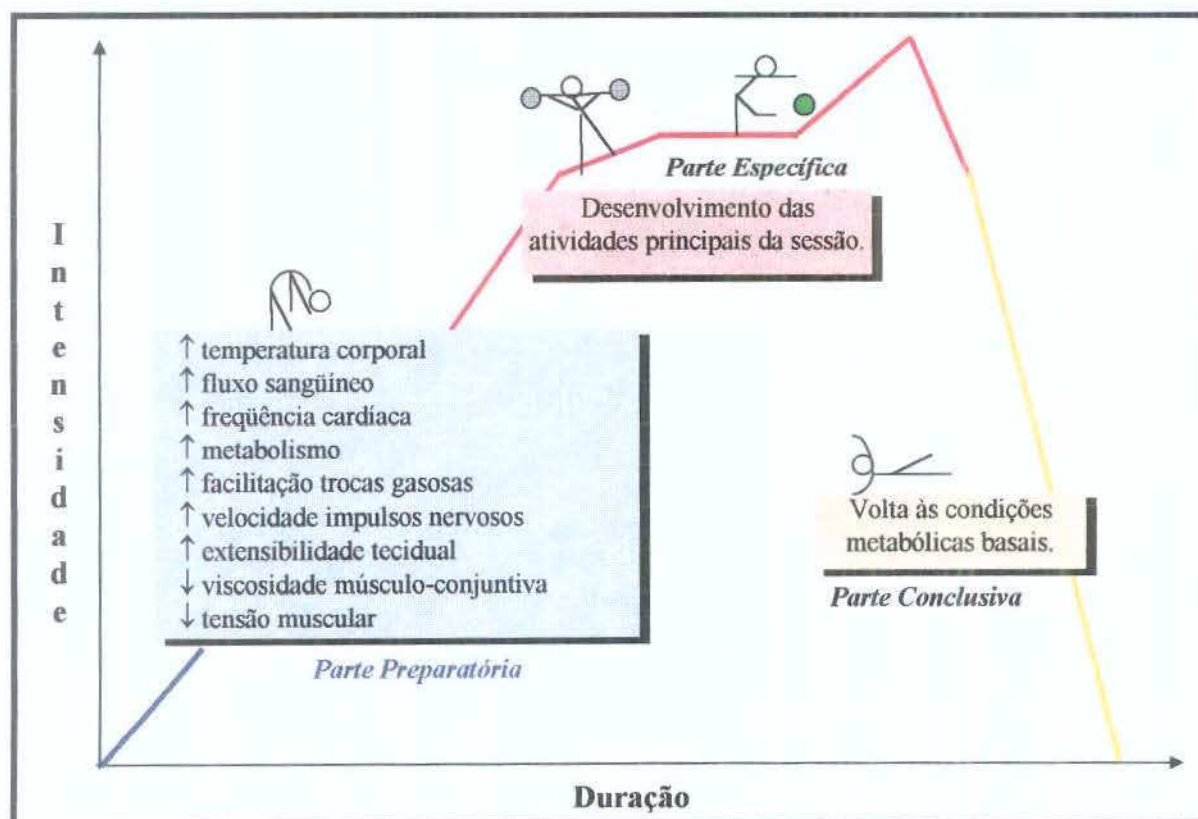
Um dos sintomas mais conhecidos em decorrência das microlesões induzidas pela contração excêntrica é a **dor muscular tardia**. O processo inicial de indução da dor muscular tardia são as próprias lesões dos sarcômeros. Num segundo momento, há o acúmulo de fluidos intracelulares entre as fascias do músculo, dentro de um período entre 24 - 48 horas, resultante das rupturas ultraestruturais do músculo. Esse período tem correlação com o pico de percepção da dor muscular tardia. O inchaço observado provoca pressão mecânica intramuscular e a instalação de um processo inflamatório, o qual parece determinar a intensidade da sensibilidade de dor muscular (Stauber et al., 1990; Howell et al., 1993; Bobbert et al., 1986; Saxton et al., 1995).



## CAPÍTULO II

### O AQUECIMENTO E O ALONGAMENTO COMO MÉTODOS PREVENTIVOS DE LESÕES MUSCULARES

Antes do início de uma sessão de ginástica ou musculação, há a necessidade da realização de vários exercícios preparatórios para melhorar a transição do estado de repouso ou normal da homeostasia para o de exercício vigoroso. Tais exercícios compreendem, basicamente, as atividades de aquecimento e alongamento. Abaixo, temos uma representação das atividades envolvidas em uma sessão de atividades físicas:



**Figura 7.** Relação duração x intensidade das partes constituintes da unidade de treinamento.

Quando buscamos na literatura a conceituação de **aquecimento** e **alongamento**, percebemos que muitos autores consideram o termo *aquecimento* como todas as atividades que fazem parte do momento introdutório da sessão de atividades físicas. Podemos citar Weineck (1999, p. 617), que descreve aquecimento da seguinte forma:

*“Sob o termo aquecimento pode-se entender todas as medidas que servem como preparação para o esporte (seja para o treinamento ou para competições). O aquecimento visa a obtenção do estado ideal psíquico, a preparação cinética e a prevenção de lesões.”*

Desta forma, torna-se difícil estabelecer diferenciação entre aquecimento e alongamento. Considerando a citação acima, o aquecimento engloba também os exercícios de alongamento. Isso nos remete, portanto, a um problema conceitual: será que alongamento pode ser considerado aquecimento? Será que podemos apenas ministrar o alongamento na parte preparatória de uma sessão de atividades físicas, sem ao menos realizar outra atividade de adaptação do sistema músculo-esquelético? A seguir, vamos tratar os termos aquecimento e alongamento de forma separada, buscando compreender as alterações fisiológicas induzidas por estes ao sistema músculo-esquelético

## 2.1- O Aquecimento

A importância do aquecimento está relacionada a fatores psíquicos e fisiológicos, como podemos observar. Porém, neste trabalho, apresentaremos o aquecimento como método de prevenção de lesões, e não enquanto fator de desempenho atlético. Entendemos como aquecimento, exercícios físicos realizados em baixa intensidade e frequência de movimentos, tais como corridas leves (trote) e movimentos balísticos sem grandes amplitudes, por exemplo. Duchas e banhos quentes também podem preparar a musculatura considerando o fator “aumento de temperatura”.

O aquecimento tem por objetivo principal aumentar a temperatura corporal e desencadear algumas alterações como (McArdle et al., 1997):

- estimular a vasodilatação;
- aumentar o fluxo sanguíneo para os músculos ativados;
- aumentar a elasticidade de músculos, tendões e ligamentos;
- diminuir a viscosidade sanguínea;
- aumentar a economia dos movimentos e melhorar a eficiência e velocidade da contração e relaxamento dos músculos.
- fornecimento facilitado de oxigênio para os músculos ativados devido a ação acelerada das hemoglobinas.

O aumento da temperatura também resulta em uma redução da resistência ao atrito, com aumento na produção de líquido sinovial (líquido que lubrifica as articulações). Além

disso, o aumento da temperatura aumenta a sensibilidade dos receptores sensitivos, e a velocidade de condução dos impulsos nervosos. Estes receptores desenvolvem um papel muito importante de proteção da musculatura, enviando informações ao Sistema Nervoso Central, o qual responde reflexamente via neurônio motor até o músculo, com a intenção de manter a integridade deste. Como já abordamos anteriormente, os receptores musculares são sensíveis à distensão, tensão e pressão.

De acordo com McArdle e colaboradores (1997), o aquecimento pode ser dividido em **aquecimento geral** e **aquecimento específico**. O *aquecimento geral* envolve atividades não relacionadas com as ações neuromusculares específicas da atividade física principal da sessão de treino. Neste caso, podemos exemplificar as corridas de baixa intensidade. O aquecimento específico caracteriza-se por exercícios que providenciam uma preparação antecipada aos movimentos que serão mais utilizados durante a parte principal da sessão de treino. Por exemplo, podemos citar movimentos de saltos de baixa altura sobre plintos, no caso do voleibol.

Weineck (1999) coloca que o objetivo principal do aquecimento geral ativo encontra-se, principalmente, no aumento da temperatura corporal e na preparação do sistema cardiovascular para a atividade física e para o desempenho. Ressalta que, ao atingir a temperatura corporal ideal, as reações fisiológicas importantes para o desempenho motor ocorrem nas proporções adequadas para uma determinada atividade física específica. Já o aquecimento específico provoca a redistribuição do sangue, que se encontra retido em grande porcentagem no trato gastro-intestinal, de modo que a musculatura que será mais

trabalhada na sessão de treino seja irrigada, suprida com oxigênio e atinja, portanto, a temperatura ideal.

## 2.2- O Alongamento

O alongamento pode ser descrito como a modalidade de exercícios destinada para o desenvolvimento da melhoria da flexibilidade. A flexibilidade é a capacidade física que permite ao sistema músculo-esquelético obtenção de grande amplitude de movimento. Zakharov (1992) descreve que a flexibilidade pode ser classificada em *ativa* e *passiva*. A *flexibilidade ativa* ocorre em movimentos de grandes amplitudes executados pelo controle total do indivíduo, enquanto que a *flexibilidade passiva* é aquela onde há a necessidade da influência de forças externas, tal como pelo auxílio de outra pessoa.

Fox e colaboradores (1989) descrevem os limites estruturais que determinam a flexibilidade de um indivíduo:

- ossos;
- músculos;
- ligamentos e estruturas associadas com a cápsula articular;
- tendões e demais tecidos de origem conjuntiva;
- pele.

A cápsula articular e os tecidos conjuntivos associados a ela e ao músculo são os principais responsáveis pela geração de resistência a flexibilidade. O quadro a seguir



ilustra a participação, em porcentagem, das estruturas moles quanto a resistência limitante a amplitude do movimento articular.

| <b>Estruturas</b> | <b>Resistência a Flexibilidade<br/>(percentual do valor total)</b> |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Cápsula Articular | 47                                                                 |
| Músculo           | 41                                                                 |
| Tendão            | 10                                                                 |
| Pele              | 2                                                                  |

**Tabela 2.** Contribuição relativa das estruturas de tecidos moles para a resistência articular. Adaptado de Fox et al. (1991).

A literatura encontrada sobre alongamento, relacionado-o a lesão e dor muscular, é escassa. Contudo, consideramos que um programa de alongamento pode prevenir lesões musculares a medida que induz o aumento da extensibilidade dos músculos e tendões, diminuindo a tensão e os riscos de rupturas das fibras musculares e do tecido conjuntivo.

Existem muitas divergências em relação ao efeito do alongamento em musculaturas onde a lesão e a dor musculares foram instaladas. Algumas teorias afirmam que se deve alongar para diminuir ou inibir a dor, entretanto outras teorias afirmam que o alongamento é desnecessário quando a dor já está instalada, alegando que o músculo lesionado com ruptura de fibras musculares não deve ser alongado para não aumentar as lesões e,

consequentemente, a dor muscular. As lesões causam inflexibilidade e fraqueza muscular, provocando um déficit biomecânico funcional. Para suprir esse déficit, o organismo passa a requerer mais das estruturas não lesionadas, dando origem ao processo de adaptação funcional. Para evitar um ciclo vicioso, as estruturas lesionadas devem ser ativadas em um momento adequado da recuperação, sendo recomendado o alongamento, realizado sem excessos e no limite do desconforto, sem causar dor. Desta forma, o alongamento poderá diminuir a atrofia muscular e estimular a reorganização dos sarcômeros (Kibler, 1990).

### **2.2.1- Alterações Morfológicas e Alongamento**

Para que sejam estudadas as adaptações do tecido músculo-esquelético em decorrência do alongamento, os pesquisadores lançam mão de modelos experimentais distintos. Uma das formas mais vistas para o estudo das alterações morfológicas induzidas pelo alongamento é a utilização de animais de laboratório em condição de imobilização por alongamento.

Weeks (1989) observou que em situação de imobilização nas posições de alongamento e encurtamento, há a ocorrência de mudanças no número de sarcômeros das fibras musculares. Este processo de adaptação ocorre para que se estabeleça uma sobreposição ótima entre os filamentos de actina e miosina, com o intuito de manter as capacidades do músculo normais.

Em condição de imobilização por moldes de gesso, a posição em alongamento muscular parece trazer maiores ganhos em termos estruturais em comparação à posição em

encurtamento muscular. Quando fibras musculares de animais adultos são imobilizadas em alongamento, ocorre o surgimento de uma maior quantidade de sarcômeros em série e também a redução no comprimento destes como efeito da ação postural. Parece que, como durante o crescimento normal, os sarcômeros séricos são adicionados, principalmente, nas localidades distais do músculo, situação esta explicada se considerarmos o rico suprimento sanguíneo existente nesta região e a necessidade de proteção para o desenvolvimento de uma maior tensão por área de secção transversal (Alter, 1988; Williams, 1988). Em relação às mudanças ocorrentes na posição imobilizada em encurtamento, nota-se que há uma redução em comprimento das fibras musculares, devido à perdas séricas de sarcômeros, e uma remodelação da conexão dos tecidos conjuntivos intramusculares, propiciando um aumento na rigidez muscular (Williams, 1990). A redução no comprimento das fibras segue-se com diminuição de capacidade do músculo, em decorrência da nova configuração tecidual conjuntiva que favorece um aumento na proporção de colágeno.

Esta redução de comprimento não é exclusiva somente quando os músculos são imobilizados numa posição encurtada: um trabalho excessivo em amplitude limitada também poderá levar a uma diminuição do número total de sarcômeros séricos (Williams et al., 1988). A capacidade de produzir tensão máxima sofrerá, desta forma, uma alteração, haja visto que esta é uma adaptação para modificar o comprimento funcional do músculo: numa posição completamente contraída, pouca tensão ativa pode ser desenvolvida (Williams, Goldspink, 1984). Podemos exemplificar este quadro através de indivíduos que treinam musculação sem um acompanhamento adequado. Muitas vezes, percebemos que, apesar da hipertrofia muscular excessiva apresentada, há grande déficit biomecânico

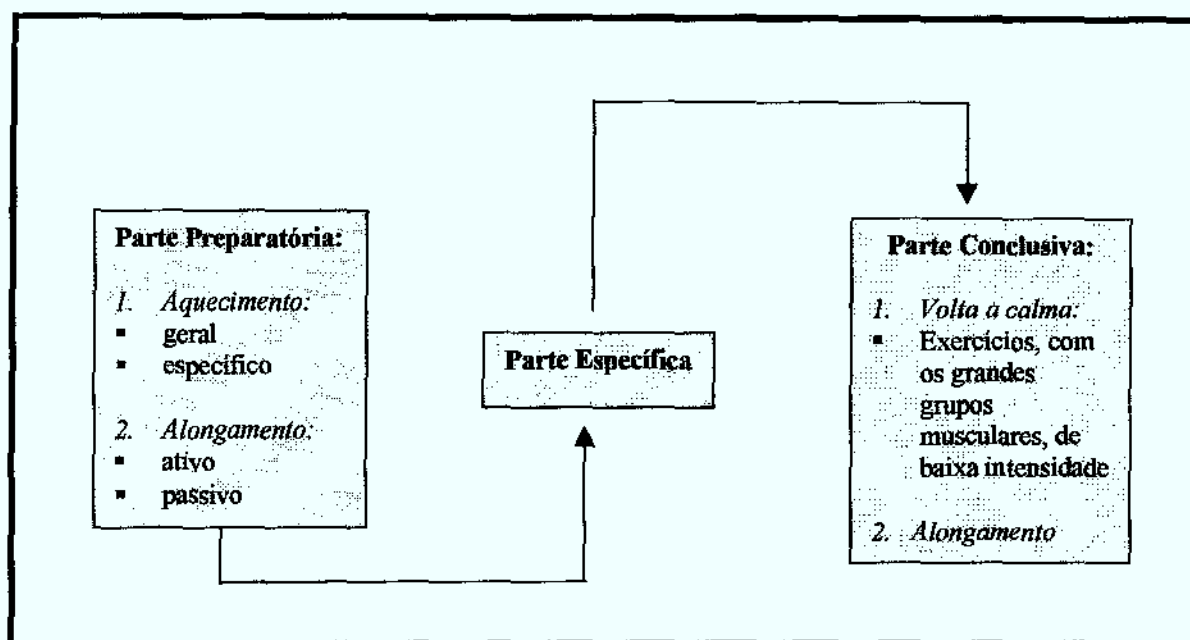
funcional desta musculatura para a realização de movimentos de grandes amplitudes que exijam força aliada a flexibilidade.

Assim, observa-se que o tecido muscular é muito adaptável e se ajusta a novas situações biomecânicas como uma forma de proteção. Nesta perspectiva, o alongamento pode ser visto como um método de prevenção de lesões, regulando a perda e o restabelecimento do número ideal de sarcômeros e mantendo normal os níveis de tecido conjuntivo nos músculos.

Portanto, o alongamento deve receber sua devida importância dentro das aulas de ginástica e musculação. Na parte preparatória de uma sessão de atividades físicas, o alongamento estimula os receptores sensitivos como, por exemplo, os fusos musculares, que são responsáveis pela proteção do músculo, evitando os estiramento excessivos; além disso, prepara a musculatura para movimentos em amplitudes variadas. O alongamento, no final da sessão de atividades físicas, também tem como objetivo prevenir lesões, diminuindo as tensões dos músculos e restabelecendo o seu comprimento normal. Também pode ser utilizado como um excelente método de relaxamento, finalizando a aula de uma forma gradual e promovendo a volta a calma. É importante ressaltar que esse alongamento deve ser realizado ainda quando os músculos estão aquecidos para evitar lesões posteriores.

### 2.3- Estabelecendo a Ordem dos Exercícios na Sessão de Atividades Físicas

Após a apresentação das principais respostas fisiológicas induzidas pelo aquecimento e pelo alongamento, buscaremos estabelecer a ordem destes dentro de uma sessão de atividades físicas. Nossa proposta de estruturação da sessão é a seguinte:



**Figura 8.** Proposta de estruturação de uma sessão de atividades físicas.

Das respostas fisiológicas mais importantes induzidas pelo aquecimento, a que nos permite justificar uma sequência lógica de atividades na parte preparatória da sessão é o *aumento de temperatura interna muscular*. Esta lógica tem a ver com a capacidade do aquecimento em reduzir o potencial de tensão ocasionado pelas *propriedades viscoelásticas* dos tecidos conjuntivo e muscular (McHugh et al., 1992; Sullivan et al., 1992), além de

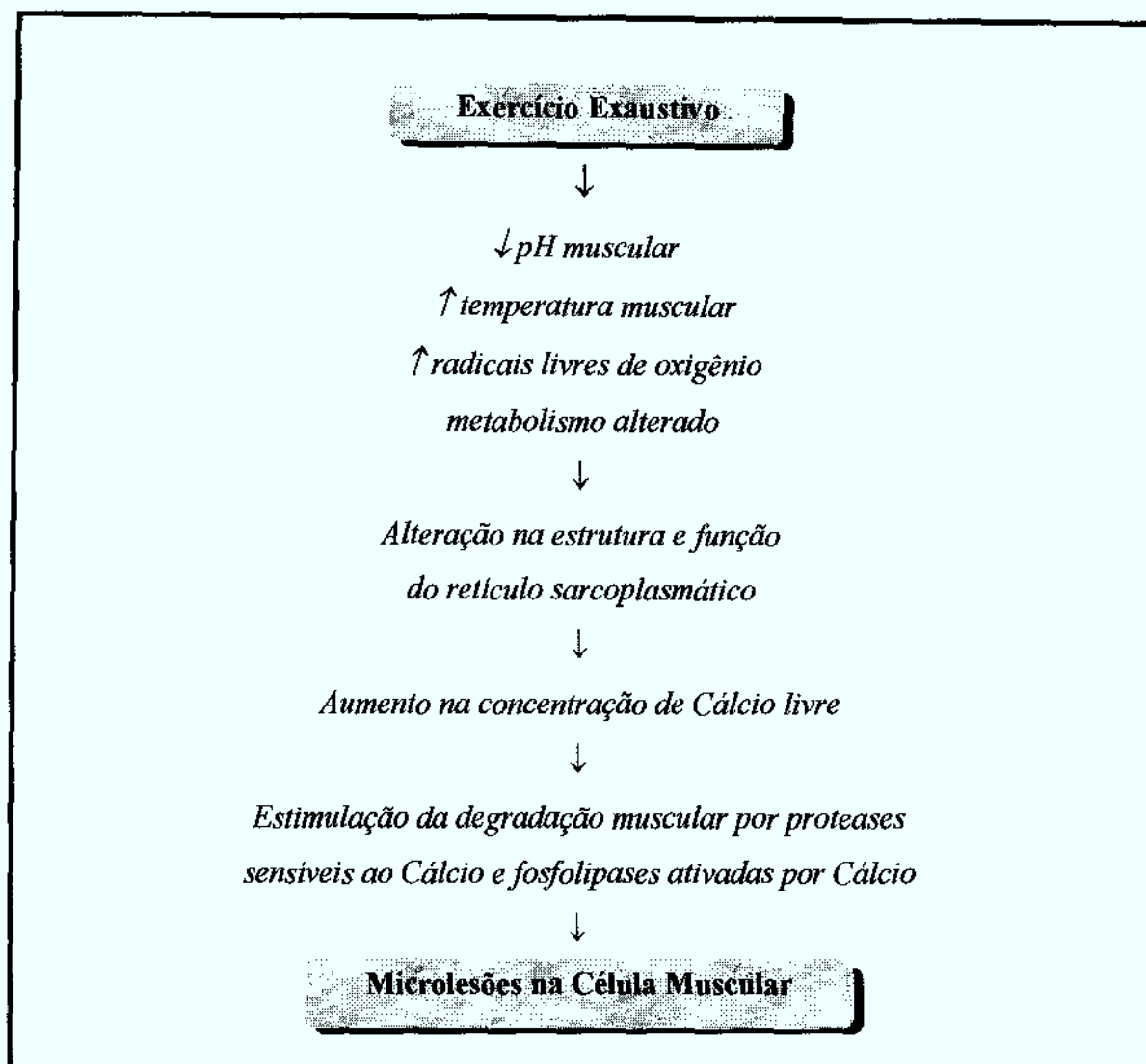


assegurar uma temperatura ideal para a mobilização da sobrecarga e aumentar o abastecimento de oxigênio e nutrientes (Alter, 1988).

De acordo com Weineck (1999), o aumento da temperatura corporal, induzido pelo *aquecimento* ativo geral, possui efeitos preventivos a lesões do sistema músculo-esquelético. A redução da resistência elástica das estruturas de tecido conjuntivo do músculo (epimísio, perimísio e endomísio), bem como dos ligamentos e tendões, permite que a musculatura desenvolva movimentos com maiores amplitudes. Se considerarmos que o *alongamento* já é a própria carga tensional provocada pelo aumento da amplitude funcional do sistema músculo-esquelético, fica compreensível entender por que o aquecimento deve ser realizado anterior ao alongamento. Vale ressaltar ainda o potencial da fase excêntrica do movimento (que é uma ação de alongamento ativo da musculatura) para induzir lesão muscular. Caso a musculatura não esteja devidamente aquecida para realizar um movimento de estiramento, a probabilidade de ocorrer alguma ruptura nas fibras musculares passa ser maior.

A justificativa para a realização de exercícios de “volta a calma” e alongamento na parte conclusiva da sessão de atividades físicas encontra-se no fato de que a atividade física vigorosa e exaustiva altera demasiadamente a homeostasia da célula muscular.

O esquema a seguir apresenta as maiores alterações homeostáticas:



*Esquema 1. Processo de lesão induzido pelo exercício exhaustivo. Adaptado de Byrd (1992).*

Weineck (1999) coloca que a queda dos níveis de ATP após cargas exaustivas de exercícios físicos induz uma redução nos níveis de flexibilidade. O ATP tem a função de desfazer as pontes cruzadas formadas entre a actina e a miosina durante o evento de contração muscular. Quando há baixos níveis de ATP, o que ocorre numa situação de fadiga muscular, torna-se mais difícil o “desligamento” das pontes cruzadas, induzindo uma condição maior de enrijecimento das fibras musculares.

Portanto, a atividade de “volta a calma”, principalmente no caso onde a sessão de treino foi de alta intensidade, servirá para induzir uma possível metabolização de resíduos acumulados na célula, tal como o ácido láctico. O alongamento, na parte conclusiva da sessão de atividades físicas, permitirá que o comprimento do sarcômero, que se encontra hipercontraído após exercícios de alta intensidade, retorne ao seu estado normal e não induza lesões de contratura muscular. Porém, deve ser ressaltado que o alongamento só deve ser realizado nos finais das sessões de atividades físicas caso tenha sido desenvolvido a atividade de “volta a calma”. A importância da “volta a calma” visando o alongamento encontra-se na condução do comprimento do sarcômero de um estado hipercontraído para um estado semi-contraído. Desta forma, o músculo estará mais apto a desenvolver maiores amplitudes de movimento durante a sessão final de alongamento.

### **CAPÍTULO III**

#### **QUESTIONANDO A TEORIA E PRÁTICA SOBRE AQUECIMENTO E ALONGAMENTO NAS AULAS DE ACADEMIAS DE GINÁSTICA**

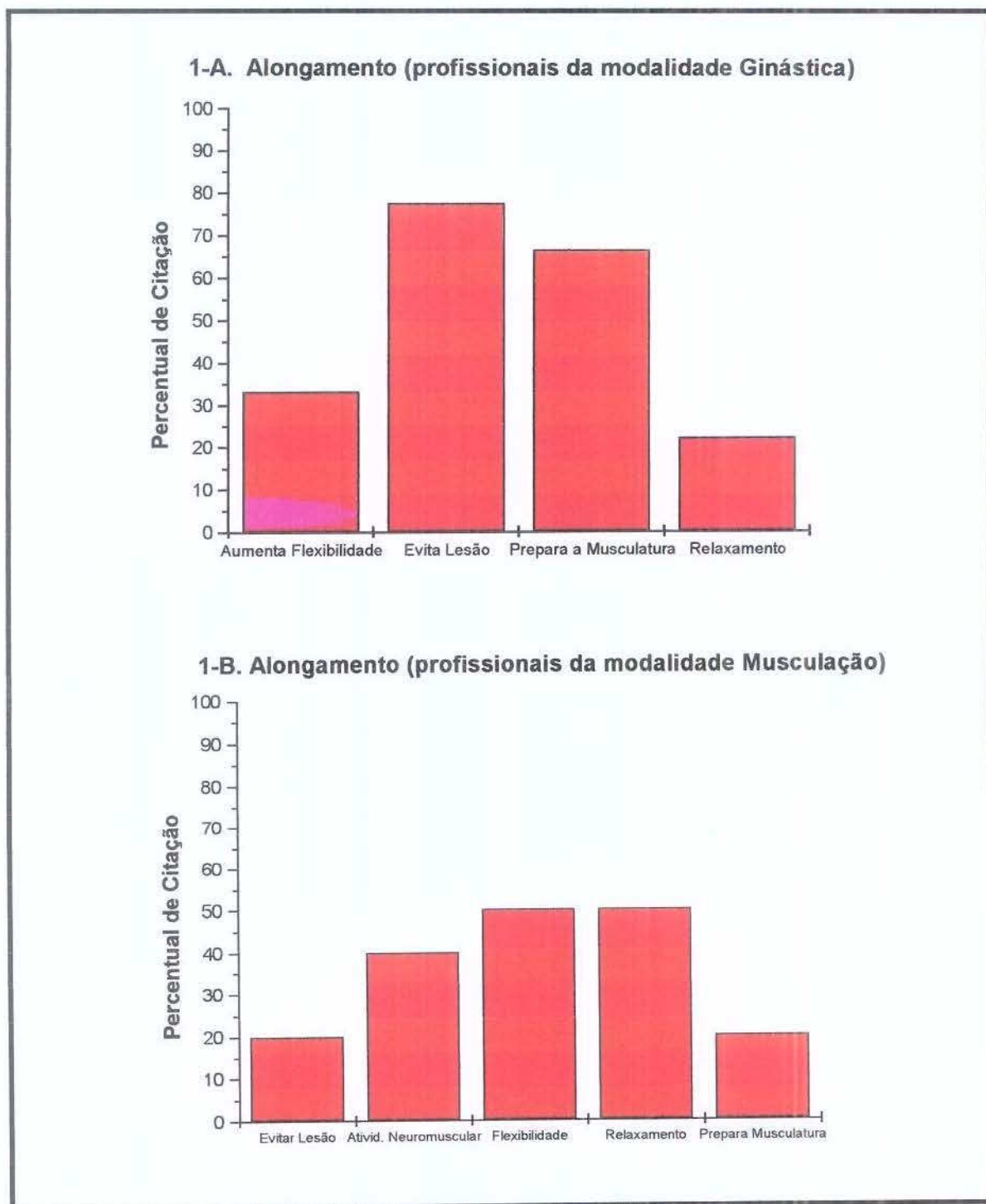
Como já abordado na Metodologia, o intuito do questionário foi buscar compreender a prática de profissionais ligados a academias de ginástica, nas especialidades ginástica e musculação, na perspectiva do conhecimento científico. O questionamento maior girou em torno do problema: *será que os profissionais de academias de ginástica atuam conforme a nossa hipótese inicial de trabalho, a qual pareceu de acordo com os pressupostos teóricos apresentados pela literatura?*

##### **Primeira Questão**

**Qual a importância do alongamento e do aquecimento nas suas aulas?**

Para a realização das análises dos argumentos, buscamos compreender os atributos relevantes conceituais das respostas. Entendemos como os atributos relevantes os pontos abordados na resposta que distinguem um conceito do outro. Seria a essência da organização conceitual.

O *gráfico 1* apresenta os resultados dos questionários dos profissionais das áreas de ginástica e musculação sobre a importância do alongamento nas suas aulas:



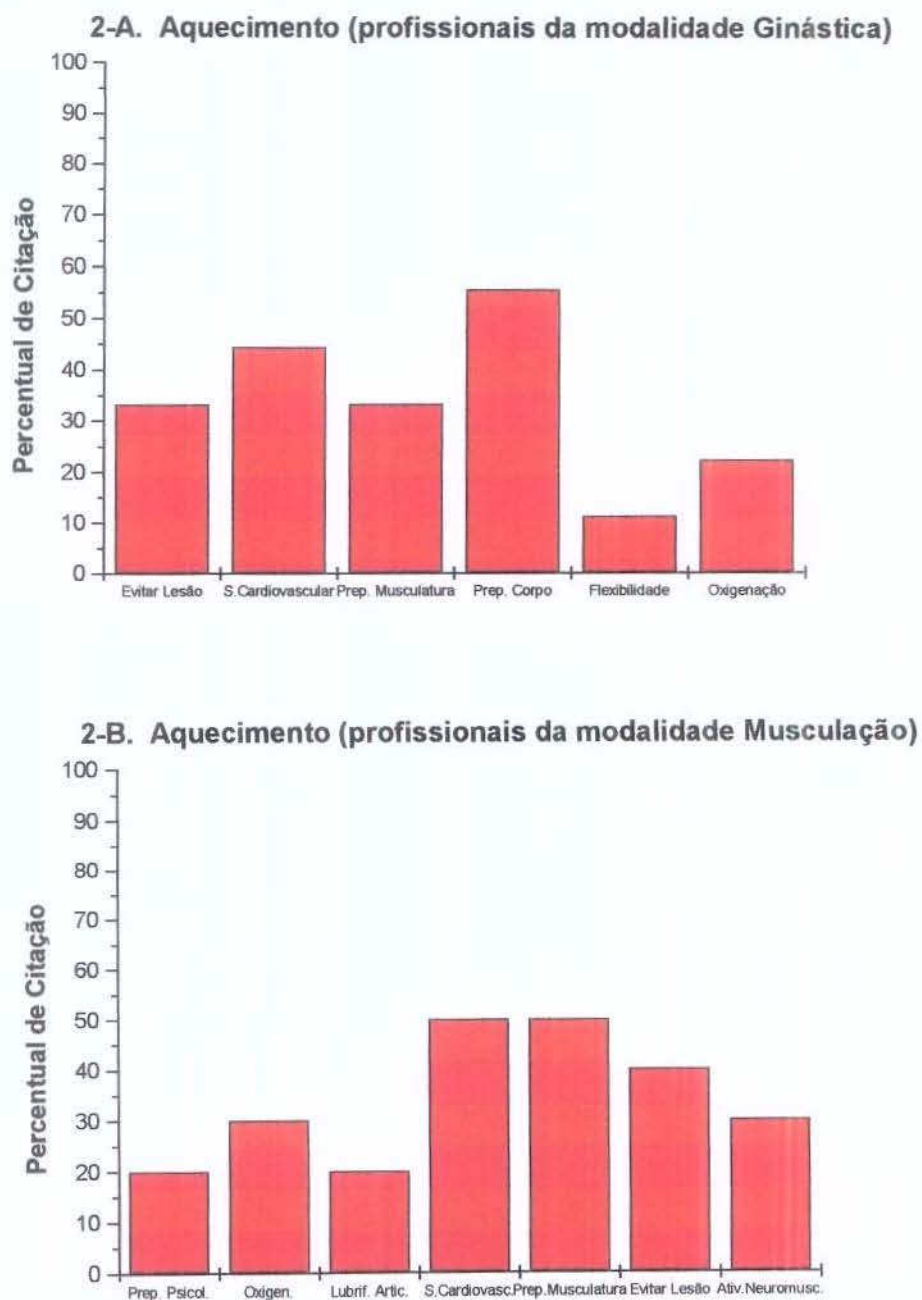
*Gráfico 1. Percentual de citações dos atributos relevantes sobre o conceito alongamento.*

Analisando o *gráfico 1 - A*, podemos notar que a principal resposta fisiológica do alongamento, que é o aumento da flexibilidade, é citada por apenas 33,3% dos profissionais da área de Ginástica. De forma mais preponderante, tais profissionais concordam em 77,7% que o alongamento pode ser um útil método para evitar a instalação de lesões do tecido músculo-esquelético. 22,2% também citam o alongamento como um meio para induzir relaxamento na parte conclusiva da aula. Uma resposta freqüente, que se mostrou sem explicação fundamentada, foi o fato dos profissionais da área e Ginástica considerarem o alongamento como um método de preparação da musculatura (66,6%). Tal fato parece pertinente com algumas definições de "aquecimento" observadas em livros básicos sobre fisiologia do exercício, onde os autores englobam o alongamento como parte integrante do aquecimento geral.

Considerando os profissionais da área de Musculação (*gráfico 1-B*), 50% consideram o alongamento como um método de indução do aumento em flexibilidade. Da mesma forma, 50% relatam que o alongamento pode ser utilizado no final das sessões de atividades físicas na perspectiva de condicionar relaxamento para a musculatura. Diferentemente dos profissionais envolvidos com Ginástica, 40% dos profissionais da área de Musculação citam o alongamento como um meio de ativar receptores neuromusculares para facilitar as atividades subsequentes. Também relatam (20%) que o alongamento pode ser um método eficaz na prevenção de lesões.

O *gráfico 2* apresenta os resultados sobre o aquecimento:





*Gráfico 2. Percentual de citações dos atributos relevantes sobre o conceito aquecimento.*

Para os profissionais da área de Ginástica (*gráfico 2-A*), o aumento de atividade do sistema cardiovascular tem 44,4% de relevância durante o aquecimento. Citam também que o aquecimento pode ser útil em 33,3% tanto para evitar lesões quanto para "preparar a musculatura". 22,2% consideram que o aquecimento pode melhorar a oxigenação da musculatura, enquanto que para 11,1% o alongamento também serve para melhorar a flexibilidade. De forma semelhante aos resultados apresentados no *gráfico 1-A*, os profissionais da área de Ginástica abordam, vagamente, em 55,5%, que o aquecimento serve para "preparar o corpo".

O *gráfico 2-B* apresenta que os profissionais da área de Musculação consideram o aumento da atividade cardiovascular e a "preparação da musculatura" as alterações mais importantes induzidas pelo aquecimento (50%). Logo em seguida, citam que o aquecimento é importante como método de prevenção de lesão (40%). 30% abordam que o aquecimento aumenta a atividade neuromuscular e a oxigenação do tecido muscular. Por fim, 20% citam que o aquecimento pode facilitar a lubrificação das estruturas articulares e atuar como um meio de preparação psicológica para a realização da atividade subsequente.

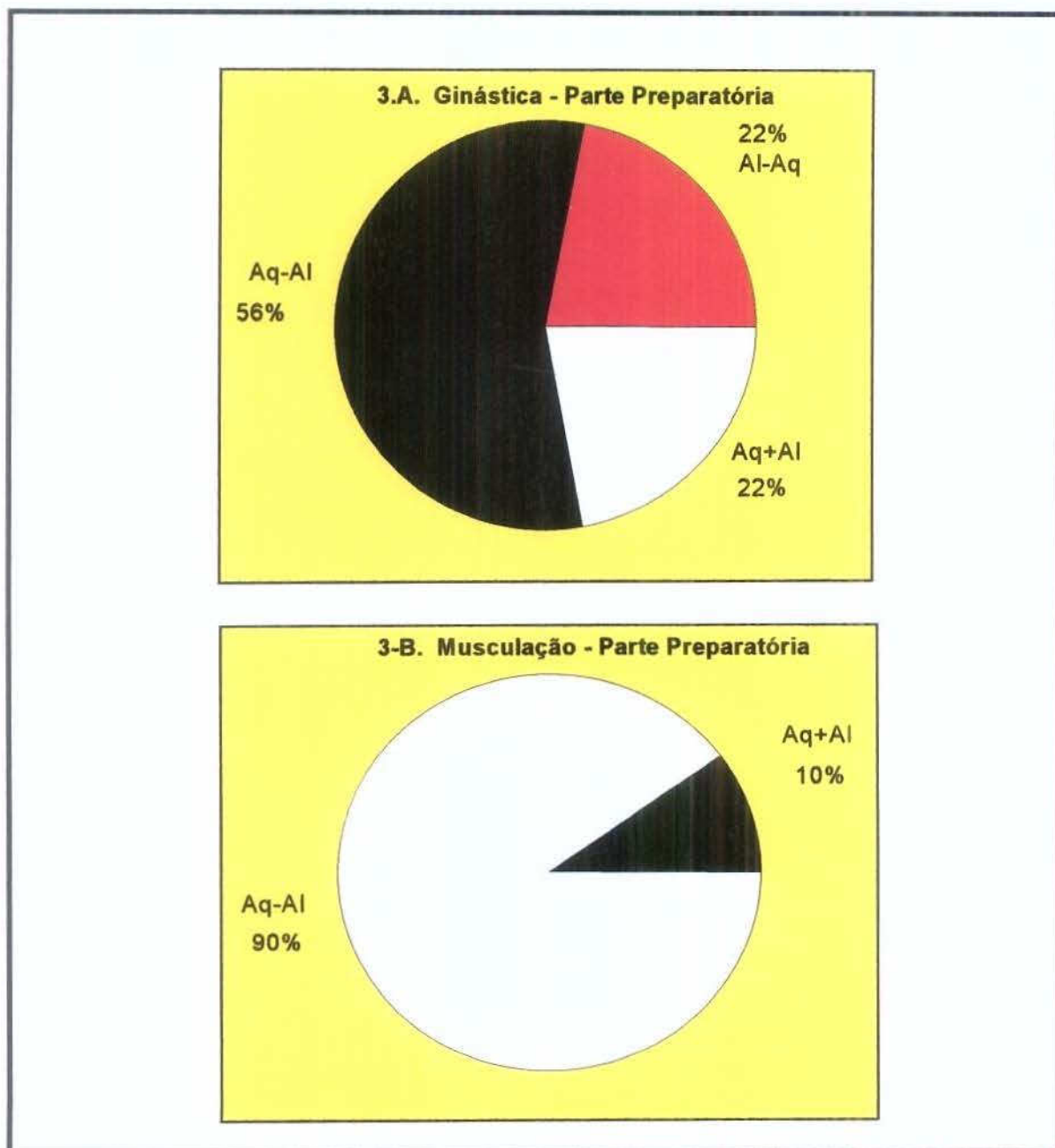
Analisando as respostas dos profissionais das duas áreas respectivas, Ginástica e Musculação, podemos realizar algumas suposições. Os profissionais da área de Musculação parecem ter mais claros os atributos relevantes do conceito "alongamento" (flexibilidade e relaxamento muscular) em comparação com os professores de Ginástica, mesmo apesar do índice de respostas ser baixo (50%). O fato da atividade de musculação oferecer modalidades de exercícios físicos que podem apresentar incidência de lesões muito mais evidente que exercícios de ginástica, este pode ser um fator que induza o profissional

de musculação obter maiores informações sobre os métodos preventivos de lesão. O percentual de citação mais elevado da resposta "prepara a musculatura" dos profissionais da Ginástica (66%), nos dá a entender que estes apresentam uma visão mais generalizada do conceito alongamento, o que reflete sensivelmente na baixa incidência de respostas abordando os seus atributos relevantes.

Sobre a temática "aquecimento", os dois grupos deixam de citar atributos importantes, tais como redução da viscosidade de tecidos cartilaginosos e aumento da temperatura muscular. A falta de clareza conceitual sobre o tema é evidente quando observamos um percentual de citação elevado de expressões como "prepara o corpo" e "prepara a musculatura". Novamente destacamos que o próprio conceito generalizado de aquecimento apresentado por literaturas específicas de fisiologia do exercício (vide Weineck, 1999) pode vir a contribuir com esta condição.

### Segunda Questão

Em quais momentos de sua aula você trabalha as atividades de aquecimento e alongamento? Qual delas você trabalha primeiro?



**Gráfico 3.** A seqüência das atividades de aquecimento e alongamento nas sessões de aula. Onde: Aq-Al = aquecimento seguido de alongamento; Al-Aq = alongamento seguido de aquecimento; Aq+Al = “aquecimento geral”.



O *gráfico 3-A* apresenta os valores sobre a forma como os profissionais da área de Ginástica estruturam a parte introdutória de suas aulas. Notamos que 56% dos entrevistados respondem que iniciam suas aulas com o aquecimento, sendo este seguido por alongamento. 22% argumentam que iniciam a aula com o alongamento, realizando em seguida o aquecimento. Da mesma forma, 22% consideraram que o alongamento é uma estratégia integrante do método de aquecimento, não havendo uma certa sequência de organização das atividades introdutórias.

O *gráfico 3-B* ilustra a organização das aulas dos profissionais de Musculação. Nele podemos observar que 90% dos entrevistados trabalham o aquecimento seguido do alongamento, enquanto 10% não estabelecem uma ordem de atividades na parte introdutória da aula. Não houve citação da realização da sequência alongamento seguido por aquecimento.

Percebemos que os profissionais da área de Musculação correspondem a nossa hipótese de monografia, onde a literatura nos dá subsídios de acreditar que as atividades de aquecimento devem preceder os exercícios de alongamento. Acompanhando o raciocínio da primeira questão, acreditamos que esta tendência seja devido ao maior potencial das atividades de musculação em induzir processos lesivos a musculatura.

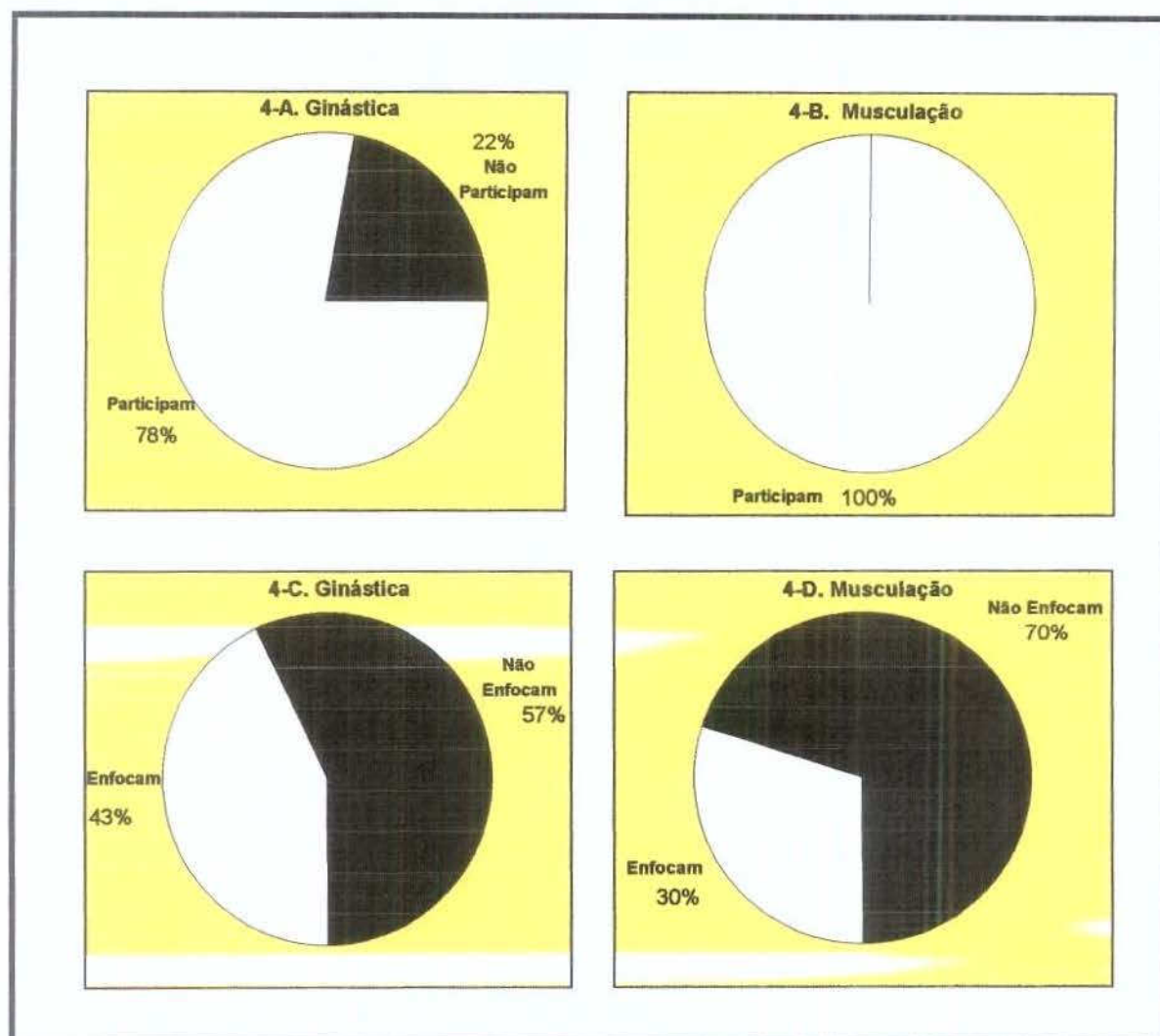
Apesar de não termos apresentado em forma de gráfico os valores relativos ao alongamento na parte conclusiva das aulas, 100% dos profissionais da área de Ginástica utilizam deste método como meio para proporcionar relaxamento muscular. Em contrapartida, 30% dos profissionais de Musculação não consideram importante a

realização do alongamento na parte conclusiva da aula. Esta tendência, dos professores de Musculação, pode ter relação direta com um princípio muito difundido entre os profissionais: o fato de uma sessão de musculação trabalhar integralmente com atividades de hipercontração da musculatura, o alongamento, no final de todas as atividades de aula, pode ser um fator vigoroso para instalar um quadro de lesão, pois ocorrerá uma outra condição extrema de trabalho a qual a musculatura não está preparada para realizar. Apesar disso, acreditamos que o alongamento, no final das sessões de musculação, deve ser realizado. O objetivo aqui é conduzir o sarcômero para seu comprimento normal, pois ao término das atividades de musculação o sarcômero estará em um estado de hiper-encurtamento. Esta condição de alto enrijecimento pode provocar lesões de contratura muscular. Para tanto, o professor deverá reduzir a intensidade dos exercícios gradativamente no final da sessão, bem como desenvolver atividades de “volta a calma” adaptadas às condições de sua aula.



### Terceira Questão

Você participa de cursos teórico/práticos sobre ginástica e/ou musculação? Tais cursos enfocam a importância do aquecimento e do alongamento nas aulas?



**Gráfico 4.** Participação dos profissionais entrevistados (gráficos 4-A e 4-B) em cursos extra-graduação e o enfoque destes (gráficos 4-C e 4-D) sobre a temática alongamento e aquecimento.

Os *gráficos 4-A e 4-B* apresentam a participação dos profissionais entrevistados em cursos especializados da área de Ginástica e Musculação. Os resultados mostram que 100% dos profissionais da área de Musculação e 78% da área de Ginástica participam dos cursos específicos de suas respectivas modalidades de atuação nas academias. Porém, o que fica evidente é que tais cursos não possuem uma organização teórica que se preocupa com os aspectos introdutórios e conclusivos de uma aula, conforme apresentado pelos *gráficos 4-C e 4-D*. A preocupação maior parece estar dirigida aos conteúdos específicos de aplicação das modalidades de Ginástica e Musculação, ficando a consideração sobre as temáticas alongamento e aquecimento num segundo plano.

Levando-se em consideração que os profissionais buscam informações específicas e diferenciadas sobre as suas práticas profissionais, torna-se compreensível o fato do menor enfoque sobre os métodos de aquecimento e alongamento. O que precisa ser ressaltado é que, muitas vezes, a própria dinâmica do conteúdo específico de aula necessita de uma organização diferenciada das atividades de aquecimento e alongamento. Assim, consideramos que tópicos sobre os métodos de aquecimento e alongamento devam ser direcionados, em cursos de aprofundamento teórico-prático voltados as atividades de academias, também de uma forma específica e de acordo com as necessidades da parte principal da aula.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em consideração todos os argumentos de nossa monografia, realizamos os seguintes apontamentos:

- Na perspectiva da fisiologia do exercício, a nossa hipótese inicial de estudo parece adequada. Consideramos, num primeiro momento, que as atividades de aquecimento devam preceder aos exercícios de alongamento. Este direcionamento foi defendido através de estudos científicos que abordam as respostas de regulação do organismo frente aos exercícios de aquecimento e alongamento. As respostas regulatórias são aquelas que ocorrem durante a prática da atividade física, induzindo alterações rápidas e momentâneas aos sistemas biológicos.
- Em um segundo momento, procuramos abordar o método de alongamento na parte conclusiva das aulas. Apesar de grande diversidade de opiniões sobre essa temática, nossa hipótese respeita o princípio básico da homeostasia, o qual considera que todo sistema biológico possui uma condição ótima de funcionamento. Partimos do princípio que o método de alongamento é adequado ao término de uma sessão de exercícios físicos pelo fato da musculatura se encontrar, neste momento, em condição muito diferenciada daquela vista em situação de repouso ou de antes da prática da aula. O alongamento no final da aula, portanto, seria um método que restabeleceria o comprimento do sarcômero para a sua condição normal.

- As análises dos questionários apresentam pontos importantes sobre conhecimento e atitude profissional. Apesar dos entrevistados, na sua maior parte, terem uma atitude profissional que vai de acordo com nossa hipótese de pesquisa, pareceu evidente que tais não possuem os conceitos sobre "aquecimento" e "alongamento" de forma clara e distinta.
- A nossa sugestão é que os cursos de graduação venham a estabelecer uma relação muito mais consistente entre conteúdos básicos e aplicados da área de fisiologia e outras áreas afins. Apesar de nossa pesquisa não abordar sobre formação e atuação profissional, a minha vivência de trabalho permite apontar que grande parte dos formandos encontram nas academias de ginástica um grande segmento profissional. Portanto, disciplinas voltadas para as práticas de academias de ginástica, durante os cursos de graduação, seriam de fundamental importância para a formação do aluno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTER, M. J.** Science of stretching. Champaign: Human Kinetics Books, 1996.
- ARMSTRONG, R. B.** Initial events in exercise-induced muscular injury. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 22, n. 04, p. 429-435, 1990.
- BOBBERT, M. F., HOLLANDER, A. P., HUIJING, P. A.** Factors in delayed onset muscular soreness. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 18, n. 01, p. 75-81, 1986.
- BYRD, S. K.** Alterations in the sarcoplasmic reticulum: a possible link to exercise-induced muscle damage. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 24, n. 05, p. 531-536, 1992.
- CLEAK, M. J., ESTON, R. G.** Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. British Journal of Sports Medicine, v. 26, n. 04, p. 267-272, 1992.
- ENOKA, R. M.** Neuromechanical basis of kinesiology. Champaign: Human Kinetics, 1994.
- FAULKNER, J. A., JONES, D. A., ROUND, J. M.** Injury to skeletal muscles of mice by forced lengthening during contractions. Quarterly Journal of Experimental Physiology, v. 74, p. 661-670, 1989.
- FOX, E. L., BOWERS, R. W., FOSS, M. L.** Bases fisiológicas da educação física e dos desportos. Rio de Janeiro: Guanabara, 4a. edição, 1991.
- FRIDÉN, J., SJÖSTRÖM, M., EKBLÖM, B.** A morphological study of delayed muscle soreness. Experientia, v. 37, p. 506-507, 1981.



- GARRETT, W. E., JR.** Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 22, n. 04, p. 436-443, 1990.
- GIBALA, M. J., MACDOUGALL, J. D., TARNOPOLSKY, M. A. et al.** Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise. Journal of Applied Physiology, v. 78, n. 02, p. 702-708, 1995.
- HALL, S.** Biomecânica básica. Rio de Janeiro: Guanabara, 1993.
- HOWELL, J. N., CHLEBOUN, G., CONATSER, R.** Muscle stiffness, strength loss, swelling and soreness following exercise-induced injury in humans. Journal of Physiology, v. 464, p. 183-196, 1993.
- KIBLER, W. B.** Clinical aspects of muscle injury. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 22, n. 04, p. 450-452, 1990.
- KIBLER, W. B., CHANDLER, T. J., STRACENER, E. S.** Musculokeletal adaptations and injuries due to overtraining. Exercise and Sports Sciences Reviews, v. 20, p. 99-127, 1992.
- KUIPERS, H.** Exercise-induced muscle damage. International Journal of Sports Medicine, v. 15, n. 03, p. 132-135, 1994.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.** Metodologia Científica. São Paulo: Atlas, 1995.
- MANFREDI, T. G., FIELDING, R. A., O'REILLY, K. P. et al.** Plasma creatine kinase activity and exercise-induced muscle damage in older men. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 23, n. 09, p. 1028-1034, 1991.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L.** Exercise Physiology. São Paulo: Manole, 1997.

- MCHUGH, M. P., MAGNUSSON, S. P., GLEIM, G. W. et al.** Viscoelastic stress relaxation in human skeletal muscle. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 24, n. 12, p. 1375-1382, 1992.
- NOSAKA K., CLARKSON, P. M.** Relationship between post-exercise plasma CK elevation and muscle mass involved in the exercise. International Journal of Sports Exercise, v. 13, n. 06, p. 471-475, 1992.
- NOSAKA K., CLARKSON, P. M.** Effect of eccentric exercise on plasma enzyme activities previously elevated by eccentric exercise. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, v. 69, n. 06, p. 492-497, 1994.
- POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T.** Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e desempenho. São Paulo: Manole, 2000.
- SAXTON, J. M., CLARKSON, P. M., JAMES, R. et al.** Neuromuscular dysfunction following eccentric exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 27, n. 08, p. 1185-1193, 1995.
- STAUBER, W. T., CLARKSON, P. M., FRITZ, V. K. et al.** Extracellular matrix disruption and pain after eccentric muscle action. Journal of Applied Physiology, v. 69, n. 03, p. 868-874, 1990.
- SULLIVAN, M. K., DEJULIA, J. J., WORRELL, T. W.** Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 24, n. 12, p. 1383-1388, 1992.
- THOMPSON, J. L., RILEY, D. A.** Ultrastructure of muscle eccentric lesions. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 28, n. 05 (supplement), p. S113, 1996.

**VAN DER MEULEN, J. H., KUIPERS, H., DRUKKER, J.** Relationship between exercise-induced muscle damage and enzyme release in rats. Journal of Applied Physiology, v. 71, n. 03, p. 999-1004, 1991.

**WATERMAN-STORER, C. M.** The cytoskeleton of skeletal muscle: is it affected by exercise? A brief review. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 23, n. 11, p. 1240-1249, 1991.

**WEEKS, O. I.** Vertebrate skeletal muscle: power source for locomotion. Biosciencie, v. 39, n. 11, p. 791-799, 1989.

**WEINECK, J.** Treinamento ideal. São Paulo: Manole, 1999.

**WILLIAMS, P. E.** Effect of intermittent stretch in immobilised muscle. Annals of the Rheumatic Diseases, v. 47, p. 1014-1016, 1988.

**WILLIAMS, P. E.** Use of intermittent stretch in the prevention of serial sarcomere loss in immobilised muscle. Annals of the Rheumatic Diseases, v.49, p. 316-317, 1990.

**WILLIAMS, P. E., GOLDSPINK, G.** Connective tissue changes in immobilised muscle. Journal of Anatomy, v. 138, n. 2, p. 343-350, 1984.

**WILMORE, J. H., COSTILL, D. L.** Physiology of sport and exercise. Champaign: Human Kinetics, 1994.

**ZAKHAROV, A.** Ciência do Treinamento Desportivo. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1992.