

UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

**ANÁLISE DA EFICÁCIA DE UM EXERCÍCIO ABDOMINAL  
(FITNESSGRAM®) ATRAVÉS DE ANÁLISE  
ELECTROMIOGRÁFICA**

---



*Ricardo Jorge Frade de Jesus*

Coimbra – 2006

UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DO DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA

**ANÁLISE DA EFICÁCIA DE UM EXERCÍCIO ABDOMINAL  
(FITNESSGRAM®) ATRAVÉS DE ANÁLISE  
ELECTROMIOGRÁFICA**

---

*Ricardo Jorge Frade de Jesus*

Junho – 2006

**Monografia da Licenciatura em Ciências do Desporto e Educação Física, realizada no âmbito do Seminário: “Análise da Eficácia de um Exercício abdominal (FITNESSGRAM®) através de Análise Electromiográfica”**

**Coordenador:** Professor Doutor Fontes Ribeiro

**Orientador:** Professora Doutora Paula Tavares

## ÍNDICE

<b>ABREVIATURAS</b>	6
<b>AGRADECIMENTOS</b>	7
<b>RESUMO</b>	9
<b>ABSTRACT</b>	10
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO</b>	11
<b>1.1 BASE DO TRABALHO</b>	13
<b>1.2 MÚSCULO ESQUELÉTICO</b>	13
<b>1.2.1 ESTRUTURA DO MÚSCULO ESQUELÉTICO</b>	13
<b>1.2.2 ACTINA E MIOSINA</b>	15
<b>1.2.3 SEQUÊNCIA DE EVENTOS NA CONTRACÇÃO MUSCULAR</b>	17
<b>1.3 SISTEMA NERVOSO E A ELECTROMIOGRAFIA</b>	19
<b>1.4 UNIDADE MOTORA –COMUNICAÇÃO ENTRE O MÚSCULO E O SNC</b>	
<b>1.5 RECRUTAMENTO DAS UNIDADES MOTORAS</b>	22
<b>1.6 FREQUÊNCIA DA ACTIVAÇÃO DAS UNIDADES MOTORAS</b>	23
<b>1.7 SINCRONIZAÇÃO DAS UNIDADES MOTORAS</b>	23
<b>1.8 TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES</b>	24
<b>1.8.1 FIBRAS DE CONTRACÇÃO RÁPIDA</b>	24
<b>1.8.2 FIBRAS DE CONTRACÇÃO LENTA</b>	24
<b>1.9 ELECTOMIOGRAFIA</b>	25
<b>CAPÍTULO II – OBJECTIVOS</b>	27
<b>1. OBJECTIVOS GERAIS</b>	27
<b>2. OBJECTIVOS ESPECÍFICOS</b>	27
<b>CAPÍTULO III – METODOLOGIA</b>	28
<b>1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA</b>	28
<b>2. CRITÉRIOS DE SELECÇÃO DA AMOSTRA</b>	28
<b>3. PROTOCOLO</b>	29
<b>4. CARACTERIZAÇÃO ANTROPOMÉTRICA</b>	30

<b>4.1</b>	<b>ESTATURA</b>	<b>30</b>
<b>4.2</b>	<b>MASSA CORPORAL</b>	<b>30</b>
<b>4.3</b>	<b>PREGAS DE GORDURA CUTÂNEA</b>	<b>31</b>
<b>4.4</b>	<b>CIRCUNFERÊNCIA MUSCULAR</b>	<b>32</b>
<b>5.</b>	<b>COMPOSIÇÃO CORPORAL</b>	<b>32</b>
<b>6.</b>	<b>TESTE DE FORÇA E RESISTÊNCIA ABDOMINAL, SEGUNDO O</b>	
	<b>PROTOCOLO DO <i>FITNESSGRAM</i></b>	<b>33</b>
<b>6.1</b>	<b>PROCEDIMENTO</b>	<b>33</b>
<b>7.</b>	<b>ELECTROMIOGRAFIA (EMG)</b>	<b>35</b>
<b>7.1</b>	<b>PREPARAÇÃO</b>	<b>35</b>
<b>7.2</b>	<b>PREPARAÇÃO DO ATLETA</b>	<b>36</b>
<b>7.3</b>	<b>PROCEDIMENTOS DURANTE O TESTE</b>	<b>37</b>
<b>7.4</b>	<b>PROCEDIMENTOS APÓS O TESTE</b>	<b>38</b>
	<b>CAPÍTULO IV – RESULTADOS</b>	<b>39</b>
<b>1.</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA</b>	<b>39</b>
<b>2.</b>	<b>ELECTROMIOGRAFIA</b>	<b>40</b>
	<b>CAPÍTULO V – DISCUSSÃO</b>	<b>44</b>
	<b>CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES</b>	<b>47</b>
	<b>CAPÍTULO VII – BIBLIOGRAFIA</b>	<b>48</b>

## **Abreviaturas**

**Acetil CoA** – Acetil Coenzima A

**ADP** – Difosfato de Adenosina

**AEMG** – *Average* EMG

**ATP** – Trifosfato de Adenosina

**CD** – *Compact Disc*

**EMG** – Electromiografia

**IMC** – Índice de Massa Corporal

**CMRR** – Razão de Rejeição de Modo Comum

**SNC** – Sistema Nervoso Central

**MPF** – *Mean Power Frequency*

## **Agradecimentos**

À Prof. Doutora Paula Tavares por todo o apoio que me prestou, durante todo este trabalho e pela disponibilidade que demonstrou em todas as alturas.

Ao Prof. Doutor Fontes Ribeiro pela coordenação deste estudo e pela disponibilidade que sempre demonstrou.

À Doutora Fátima por todas as horas que se disponibilizou para me ajudar em tudo o que fosse necessário.

Ao meu colega Bruno Pires, por todas as horas de trabalho que tivemos na realização dos testes.

Aos meus amigos por todo o apoio que me prestaram e pela ajuda no trabalho estatístico.

A todos que estiveram presentes ao longo deste ano e que possibilitaram que este trabalho chegasse a um fim.





## Resumo

Ao longo dos Anos, esta temática tem vindo a suscitar muitas questões, nomeadamente sobre os benefícios deste exercício. Deste modo tentamos esclarecer do melhor modo estas duvidas, realçando os benefícios e prejuízos deste exercício.

Este trabalho tem como objectivo verificar se o exercício testado, e também dos mais utilizados, (fitnessGram®) interfere na musculatura lombar de forma positiva ou negativa, bem como a sua eficácia no abdominal inferior durante um treino de seis semanas.

Neste estudo, foram utilizados indivíduos do sexo masculino com prática regular de actividade física regular, com idades compreendidas entre os 19 e 21 anos. Estes tinha de realizar exercícios abdominais, de acordo com o *FitnessGram*®, sendo a velocidade determinada por uma cadência sonora do *FitnessGram*® . Neste exercício, tanto o *Rectus Abdominis* como o *Erector Spinal* foram monitorizados pelo sistema de electromiografia.

Os dados recolhidos foram analisados e tratados, apresentando os valores de *Mean Power Frequency (MPF)*, e do *RMS*. Depois terem sido tratados, os dados foram colocados em gráficos, em que era comparados a primeira semana, com a terceira semana e com a sexta semana. Esta comparação era feita também ao longo do tempo da sessão.

Os resultados obtidos a nível do *Rectus Abdominis*, indicam que deverá haver mais tempo de prática para poder haver uma melhoria da condição muscular. Relativamente ao *Erector spinal*, verificamos que este exercício poderá levar a possíveis lesões a nível deste músculo, visto que a à medida que as semanas passam, o músculo vai recrutando cada vez menos fibras, mesmo a frequência do estímulo sendo constante.

## Abstract

All over the years, this subject has been creating many questions about the benefits of this exercise. So, we try to explain this questions about the benefits of this exercise.

The objective of this work, is verify if the exercise (*FitnessGram®*), cause any changes in the lombra muscle, in a positive or negative way, and if this exercise have any effects on the lower Rectus abdominis during the six weeks of training.

During the study, the sample was male individuals, with regular practice and with ages between the 19 and 21 years old. The exercise was the *FitneesGram*, and they perform the moviment in a controlled speed, that was given by a CD of FitnessGram. The activity of *Rectus abdominis* and the *Erector spinal*, was been recorded by the electromiografic sistem in all time.

The data was trated and presented in 2 ways, the *Mean Power Frequence (MPF)* and the *RMS*. Than, this data created grafics that compare the first week, with the third and with the 3 week. The grafics show the variation along the time.

In the *Rectus abdominis*, the data show us that, we need more time of pratice to improved the muscle condition. The data of the *Erector spinal* show that, this exercise can cause some damage, because all over tha time, the muscle work with less fibres, with the frequence been the same.

## CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

### 1.1 Base do Trabalho

Os abdominais são músculos fundamentais para manter o equilíbrio ósteo-articular. Para além de outras coisas, tanto os músculos abdominais como os músculos lombares, permitem minimizar lombalgias associadas a estes grupos musculares. Neste estudo, os músculos que vão ser analisados vão ser o *Rectus abdominis* e o *Erector spinal*. Deste modo, é necessário antes de mais, descrever a sua forma abordando de forma sucinta a sua função anatómica.

O músculo *rectus abdominis* localiza-se na face anterior do abdómen e forma duas bandas musculares, separadas sobre a linha mediana por um espaço, chamada de linha branca. Os seus feixes, têm como inserção distal a apêndice xifoideu e as costelas inferiores. Estes feixes estendem-se paralelamente de forma descendente, tendo como inserção proximal a crista púbica e a sínfise púbica. Depois de realizada a sua descrição anatómica, é importante realçar a sua função, tendo este músculo funções muito importantes. Assim, tanto a flexão do tronco como a compressão do abdómen, são funções desempenhadas por este músculo, revelando-se muito importante, na prevenção de alguns problemas a nível lombar que poderão surgir.

No que diz ao *erector spinal*, localiza-se na face posterior do tronco. Os seus feixes têm como inserção distal as seis costelas superiores, dirigindo-se de forma oblíqua de forma descendente, tendo a sua inserção proximal, tanto no sacro, como no íliaco, podendo também inserir-se nas vértebras lombares. Este músculo também tem uma função importante, que por sua vez, sendo antagonista do músculo anteriormente referido. Assim, o *erector spinal*, tem a função de extensão, flexão lateral e rotação da coluna. A combinação de boa forma dos dois músculos, possibilita a melhoria tanto da postura, como previne o aparecimento de dores lombares.

Vendo estes músculos de uma vista mais geral, observa-se que ambos se encontram na zona do centro de gravidade. Deste modo, é de grande importância ter um conhecimento de como se deve trabalhar estes músculos, possibilitando uma maior estabilidade, não só a praticantes, mas como a pessoas não praticantes. Tendo

os músculos que rodeiam a zona do centro de gravidade bem trabalhados e tonificados, torna-se mais fácil a obtenção do equilíbrio e de boa postura. Mas estes músculos já vêm a ser analisados ao longos dos anos, apesar de não existirem muitos estudos, envolvendo estes dois grupos musculares isoladamente. Segundo Hildenbrand e Noble (2004), o publico em geral está interessado no trabalho de força abdominal não só pelos benefícios a nível da coluna lombar, mas principalmente pela imagem corporal que este grupo abdominal transmite.

Para além de todas as vantagens referidas anteriormente, este grupo necessita de maior empenho, mas sim, ser complementado com exercícios aeróbios, algo que não constamos na população. Esta mesma população acredita que o trabalho abdominal independente, reduz o perímetro abdominal assim como a percentagem de gordura, não se tratando isto de uma verdade científica.

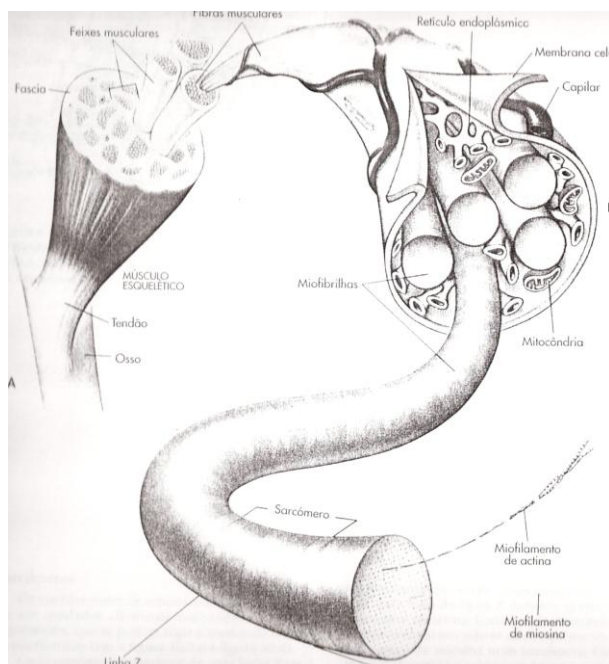
Deste modo, com a realização deste trabalho, tentamos esclarecer algumas dúvidas, tentando que o trabalho destes grupos musculares seja feito de uma forma mais segura.

## 1.2 MÚSCULO ESQUELÉTICO

O músculo é composto por milhares de células musculares cilíndricas denominadas fibras. Estas fibras, estão posicionadas paralelamente umas às outras, sendo a força de contracção dirigida ao longo do eixo longitudinal.

### 1.2.1 ESTRUTURA DO MÚSCULO ESQUELÉTICO

Cada fibra muscular é composta por unidades funcionais menores chamadas de miofibrilhas. Estas miofibrilhas, são compostas por substâncias ainda mais pequenas, também localizadas paralelamente ao eixo longitudinal, chamadas de miofilamentos. Este miofilamentos são constituídos principalmente por duas proteínas, actina e miosina. Para além destas, foram encontradas outras 2 proteínas que desempenham um papel estrutural, ou afectam de maneira significativa a interacção dos filamentos proteicos durante a contracção. Estas proteínas são: tropomiosina e troponina



**Fig. 1** – Estrutura de um músculo esquelético, estando visível os feixes musculares, as fibras musculares e as miofibrilhas.

É neste local chamado sarcómero que se encontram estes miofilamentos, que alternando faixas claras e escuras, ao longo de todo o comprimento da fibra muscular, lhe confere um aspecto estriado. Este aspecto é característico do sarcómero. Dentro desta estrutura, a área mais clara é designada pela “banda I” e a área mais escura, é designada por “banda A”. A “banda I” é dividida em duas partes iguais pela “linha Z”, proporcionando assim estabilidade à estrutura. A zona entre duas linhas Z é considerado o sarcómero. Dentro deste, encontram-se a actina e miosina que participam no mecanismo de contracção.

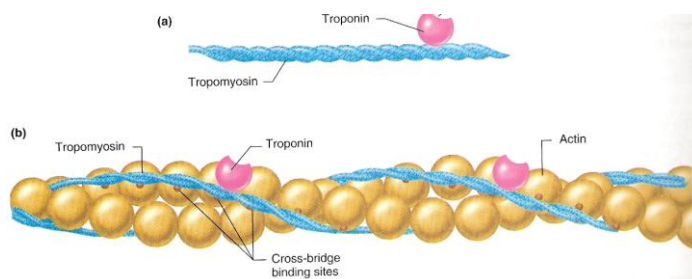
Tudo isto existe dentro de uma fibra muscular. Estas fibras, variam em relação ao eixo longitudinal do músculo. Esta diferença no alinhamento das fibras, e por sua vez dos sarcómeros, é importante na capacidade global geradora de força de um músculo. Assim, existem dois tipos de fibras, sendo elas as fusiformes, fibras paralelas ao eixo longitudinal do músculo, e as fibras peniformes, fibras que contêm feixes que estão localizados num ângulo de separação.

## 1.2.2 ACTINA E MIOSINA

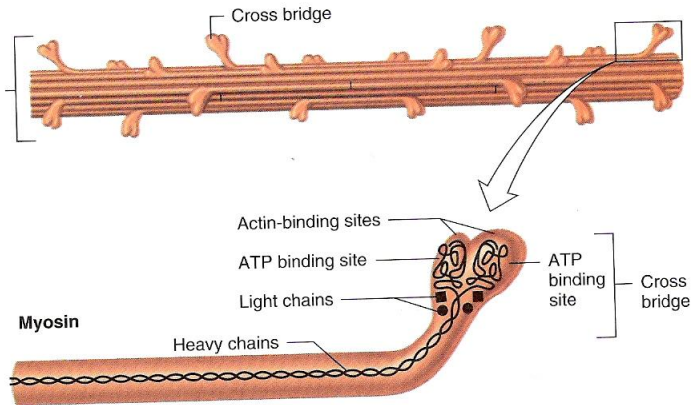
Cada filamento de actina é composto por duas cadeias de actina fibrosa (actina F), uma série de moléculas de tropomiosina e uma série de moléculas de troponina. As duas cadeias de actina F enrolam-se em dupla hélice, estendendo-se em todo o comprimento do filamento de actina. Esta actina F é um polímero de unidades globulares que se chamam monómeros de actina globular (actina G). Cada um destes monómeros contém um local específico para que as moléculas de miosina se liguem durante a contração. Por sua vez, a troponina, é dividida em três sub unidades, uma que se liga à actina, a segunda que se liga à tropomiosina e a terceira que se liga aos iões de cálcio. O complexo tropomiosina e troponina, regulam a interacção entre os locais activos da actina G e a miosina.

Os filamentos de miosina são compostos por duas partes. As porções cilíndricas estão juntas e dispõem-se paralelamente. A sua dupla cabeça estende-se lateralmente. A cabeça liga-se à porção cilíndrica da molécula de miosina por uma zona encurvada que se pode dobrar e estreitar durante a contração. Estas cabeças das moléculas de miosina contêm ATPase, enzima que desdobra o ATP.

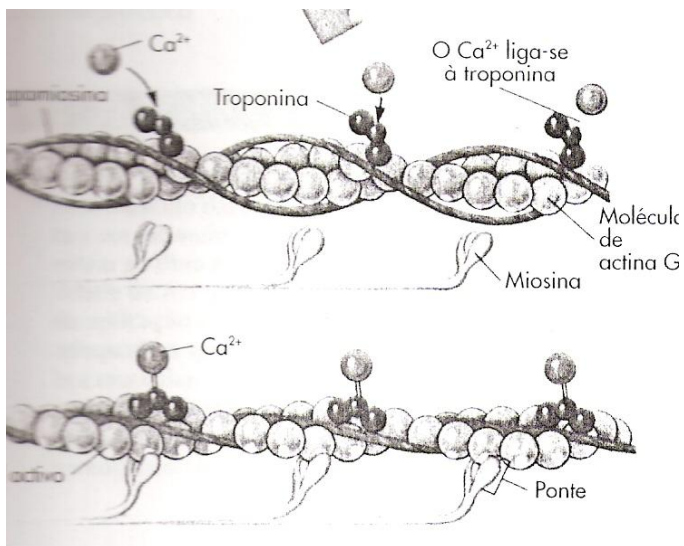
Pra além deste filamentos estarem separados, existem momentos, quando o músculo se contrai, que estes filamentos se sobrepõem. Esta sobreposição, é realizada com base nas pontes cruzadas. As cabeças da miosina, estendem-se perpendicularmente, de modo a atingirem a actina nos locais de ligação. Assim, é constituído o elo entre os dois miofilamentos. Mas para tal ligação se realizar, o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), é importante. Na actina, a troponina, possui uma grande afinidade a estes iões, e são estes que realizam um papel importante na contração e na fadiga do músculo. É a acção destes iões que induz a interacção dos filamentos, levando a que uns deslizem sobre os outros.



**Fig. 2** – Miofilamento de actina, contendo, tropomiosina e troponina.



**Fig. 3** – Miofilamento de Miosina (em cima), e mais detalhadamente observa-se a cabeça do miofilamento.



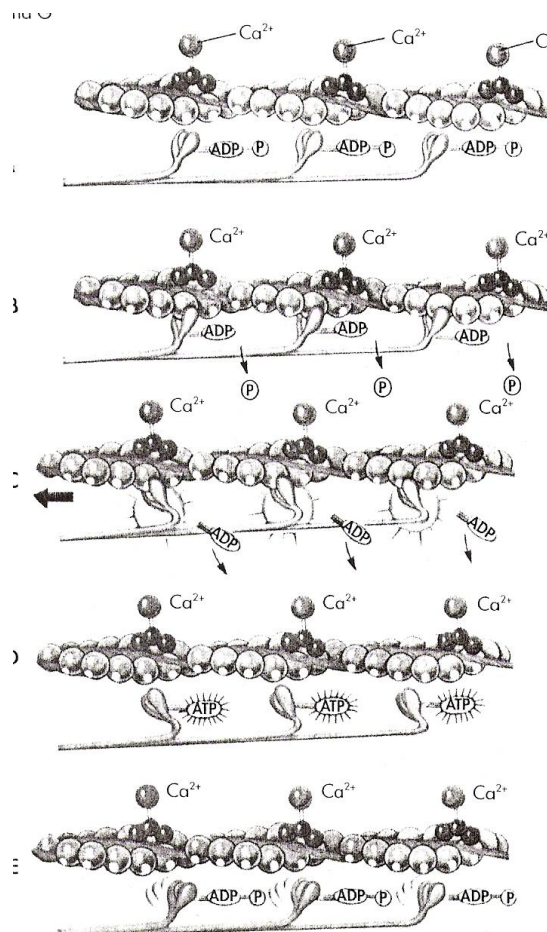
**Fig. 4** – As pontes cruzadas e a contracção muscular



### 1.2.3 SEQUÊNCIA DE EVENTOS NA CONTRACÇÃO MUSCULAR

- Um potencial de acção propaga-se para o terminal pré-sináptico no neurónio motor, provocando um aumento de permeabilidade do terminal pré-sináptico. Os iões de cálcio difundem-se no terminal pré-sináptico, fazendo com que a acetilcolina contida em diversas vesículas sinápticas seja libertada por exocitose na fenda sináptica.

- A acetilcolina libertada do terminal, difunde-se através da fenda e liga-se às moléculas receptoras da acetilcolina na membrana pós-sináptica do sarcolema. Esta combinação da acetilcolina e do seu local receptor, faz com que a membrana se torne mais permeável aos iões de sódio.



**Fig. 5** – Desdobramento do ATP e movimento das pontes

- Estes iões difundem-se na fibra muscular, causando uma despolarização local que excede o limiar e produz uma potencial de acção.

- A acetilcolina é rapidamente degradada na fenda sináptica em ácido acético e colina, limitando assim o período de tempo em que a acetilcolina está ligada ao receptor. O resultado é que um potencial de acção pré-sináptico produz um potencial de acção pós-sináptico nas fibras musculares.

- O potencial de acção produzido na fibra muscular, propaga-se da membrana para ambas as extremidades e para dentro dos túbulos T. As alterações eléctricas que se dão nestes túbulos em resposta ao potencial de acção, tornam a membrana do retículo sarcoplásmico muito permeável aos iões de cálcio.

- Estes iões difundem-se deste retículo para o sarcoplasma, ligando-se à troponina, levando a que o complexo troponina-tropomiosina altere a sua posição e exponha o local de ligação nos miofilamentos de actina.

- As pontes entre as moléculas de actina e as moléculas de miosina formam-se, movem-se, libertam-se e reformam-se muitas vezes levando ao encurtamento dos sarcómeros. A energia acumulada na cabeça das moléculas de miosina, permite a formação e movimento de pontes cruzadas.

- Os iões de cálcio são activamente transportados para o retículo sarcoplásmico.

- Os complexos troponina-tropomiosina inibem a formação de pontes.

- As fibras musculares alongam-se passivamente.

### 1.3 SISTEMA NERVOSO E A ELECTROMIOGRAFIA

Sendo a electromiografia, um processo de detecção, registo e análise da actividade neuromuscular, esta só poderá existir na presença de uma contracção muscular. Deste modo, é essencial explicar todo o processo que antecede e origina a contracção muscular.

O sistema nervoso central (SNC), é o responsável pelo envio das ordens que leva ao aparecimento de qualquer movimento voluntário. Esta ordem, é transportada por um complexo e rápido sistema de comunicação, que é formado pelo cérebro e pela espinhal medula. Este sistema de comunicação, recebe constante mente um sem número de dados sensoriais sobre o funcionamento interno do organismo e sobre o meio ambiente (Clayman, 1989). Este sistema, para além destes movimentos voluntários, é responsável também por todo o controlo do ambiente interno, a programação dos reflexos da medula espinhal e a assimilação de experiências necessárias para a memória e aprendizagem (Powers e Howley, 1997).

Existem outros sistemas que cooperam com o SNC. Um desses sistemas, é o sistema nervoso periférico, sendo constituído por nervos cranianos e nervos raquidianos. Este sistema, é uma rede complexa, tendo como função estabelecer a ligação entre o SNC aos locais de entrada de informação e aos dispositivos de saída de informação. Este sistema periférico, está dividido em duas vias. A via aferente, é responsável pela condução das informações ate ao SNC. Por sua vez, a via eferente, é responsável pela condução das informações do SNC aos músculos. Estas duas vias têm nomes específicos, sendo a via aferente chamada de via sensorial e a via eferente, conhecida como via motora.

Mas o que importa neste estudo é perceber mais detalhadamente a via sensorial, pois é esta que leva a informação até aos músculos. Esta via, está dividida num sistema nervoso somático motor e no sistema nervoso autónomo. Mas apenas vamos estudar o sistema nervoso somático, pois é esse que transmite os potenciais de acção do SNC aos músculos esqueléticos.

A transmissão de informação neste sistema aos músculos é efectuada pelos neurónios, que são células nervosas. Estas células, são constituídas por vários componentes, sendo de indicar, as dendrites (terminações nervosas), corpo celular e o axónio (conduz a informação desde o corpo da célula até ao destino).

Assim é de fácil compreensão que os músculos têm de estar ligados a estes axónios de modo a poder haver contracções voluntárias.

## 1.4 UNIDADE MOTORA –COMUNICAÇÃO ENTRE O MÚSCULO E O SNC

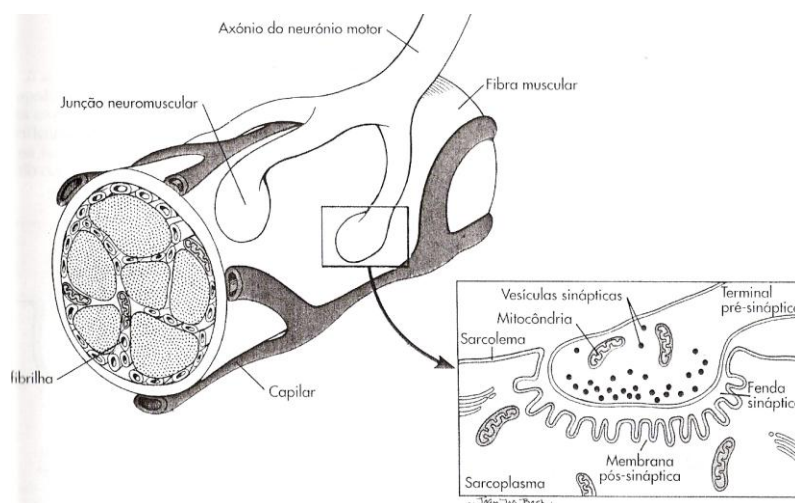
Uma unidade motora consiste no conjunto de um único neurónio motor e todas as fibras musculares por ele enervadas.

Os neurónios motores são células motoras que propagam potenciais de acção às fibras musculares, controlando a frequência deste mesmos potenciais. Estes neurónios entram em contacto com o músculo através da formação de uma junção ou sinapse neuromuscular. Assim cada fibra muscular recebe um ramo de um axónio, enervando um axónio mais de uma fibra muscular.

A junção neuromuscular é formada por um terminal nervoso, chamado de terminal pré-sináptico. Entre este terminal e a fibra muscular, existe um espaço, chamado de fenda sináptica, sendo a membrana pós-sináptica a célula muscular na área de junção.

Dentro de cada terminal pré-sináptico, existem muitas vesículas sinápticas que contêm no seu interior acetilcolina. A acetilcolina é uma molécula orgânica composta por ácido acético e colina, actuando como neurotransmissor. O neurotransmissor é uma substância libertada pela membrana pré-sináptica, que se difunde na fenda sináptica e estimula ou inibe a produção de um potencial de acção na membrana pós-sináptica.

Interessa saber quais os mecanismos que o SNC dispõe para regular a intensidade da contracção muscular. Deste modo temos como factor regulador, o número de unidades motoras recrutadas, a frequência da activação das unidades motoras e por fim a sincronização da activação das unidades motoras.



**Fig. 6 – Junção Neuromuscular.** Diagrama que mostra a junção neuromuscular.

### 1.5 RECRUTAMENTO DAS UNIDADES MOTORAS

Um dos mecanismos referidos anteriormente de regulação da força é o recrutamento de Unidades Motoras (UnM). As UnM são recrutadas por ordem crescente de sua capacidade de produção de força, sendo recrutadas primeiro as UnM de menores dimensões que possuem limiares de excitabilidade mais baixos. Mas à medida que as necessidades de produção de força vão aumentando, vão sendo recrutadas as UnM de maiores dimensões, sendo isto feito de uma forma progressiva. Deste modo, existe uma correlação positiva entre as capacidades de produção de força das UnM e o seu limiar de recrutamento.

A UnM motora, é constituído por fibras musculares, e estas mantêm-se inactivas enquanto o impulso não for suficientemente forte pra atingir o limiar da UnM. Deste modo, quando é enviado um impulso eléctrico através do neurónio, poderá ocorrer apenas uma destas respostas: as fibras permanecem relaxadas, ou as fibras contraem-se com toda a intensidade. O que faz alternar a resposta dada pelas fibras, o a intensidade do impulso. Se este for inferior ao limiar, as fibras ficam relaxadas (estímulo sublimiar). Mas se este mesmo estímulo for superior, as fibras contraem-se como um todo. Este fenómeno é atribuída a designação de “Lei do Tudo ou Nada” (Powers e Howley, 1997).

Mas a “lei” referida anteriormente, não se aplica ao músculo como um todo, visto que este, é constituído por várias unidades UnM.

### **1.6 FREQUÊNCIA DA ACTIVAÇÃO DAS UNIDADES MOTORAS**

Outro dos mecanismos referidos anteriormente, para a regulação da força produzida era a frequência da activação das UnM. O aumento da força pode ser conseguido através de uma maior frequência de activação da cada UnM.

Segundo Badillo (2001), para frequências de impulso nervoso compreendidas entre zero e 50 Hz, pequenos aumentos de frequência de impulso nervoso são acompanhados de grandes aumentos de força. Mas depois desta frequência ser atingida, não existe elevação na produção de força (Sale, 1992). Com isto, mostrasse que não existe interesse em estimular o nervo motor acima da frequência acima referida. Tal acontece quanto à produção de força máxima, não se verificando o mesmo no que diz respeito ao tempo necessário para atingir essa mesma força. Segundo Grimby (1981), quanto maior for a frequência de estimulação, menor será o tempo para que determinada UnM atinja a força máxima.

### **1.7 SINCRONIZAÇÃO DAS UNIDADES MOTORAS**

Com a sincronização de UnM, também se consegue obter um aumento da força de contracção.

A frequência de activação é o processo responsável pelo controlo da força produzido enquanto que o princípio de recrutamento é aquele que possibilita o atingir da força máxima através de mecanismos mais rápidos e mais potentes. Neste sentido, quanto maior for a capacidade de recrutar simultaneamente, num dado momento, um elevado número de unidades motoras maior será a força produzida pelo músculo. Mas a utilização deste mecanismo só se encontra ao alcance de praticantes altamente treinados. Vários autores realizaram estudos onde compararam um grupo controlo com atletas treinados, e observaram que os atletas obtinham maior sincronização que o grupo controlo (Milner-Brown et al, 1975).

### **1.8 TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES**

Nem todos os músculos esqueléticos têm capacidades funcionais idênticas. As fibras de contracção lenta, são mais resistentes á fadiga. Por outro lado as fibras de contracção rápida fatigam-se mais rápido.

#### **1.8.1 FIBRAS DE CONTRACÇÃO RÁPIDA**

Estas fibras, são fracamente oxidativas e contêm moléculas de miosina que desdobram o ATP mais rapidamente que as fibras de contracção lenta. Este factor permite que as pontes cruzadas se formem, libertem e se reformem de uma forma mais rápida os músculos que contêm fibras de contracção lenta. Existe também nestes músculos uma irrigação muito menor, menos mioglobina e menos mitocôndrias. Por sua vez, estes músculos possuem grandes depósitos de glicogénio, estando bem adaptados ao desempenho do metabolismo anaeróbio. Apesar disto, estes processos não se adaptam ao fornecimento de grandes quantidades de energia durante um tempo prolongado, levando estes músculos a contrair-se rapidamente durante curtos períodos de tempo cansando-se depressa.

#### **1.8.2 FIBRAS DE CONTRACÇÃO LENTA**

Estas fibras são o oposto das anteriores, sendo consideradas intensamente oxidativas. Por sua vez, estas fibras contraem-se mais lentamente, são de menor diâmetro, têm uma irrigação sanguínea melhor, tendo mais mitocôndrias, e por conseguinte, sendo mais resistentes à fadiga. Estas fibras respondem a estímulos de maneira mais lenta, desdobrando o ATP a baixa velocidade. Assim sendo, o seu principal metabolismos é o aeróbio, usando-o para a síntese do ATP. Este metabolismo é reforçado pelo facto existir uma grande quantidade de mioglobina.



## 1.9 ELECTOMIOGRAFIA

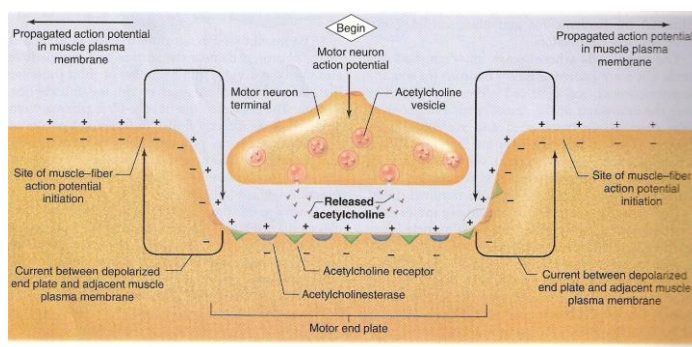
Este trabalho, não poderia ser realizado sem um método de estudo da actividade neuromuscular. Sendo assim, recorreremos à electromiografia (EMG) de superfície que, de uma forma geral, detecta, amplifica, regista e interpreta o sinal eléctrico produzido pelo músculo esquelético estudado.

A utilização deste método neste trabalho, justifica-se devido ao fácil manuseamento e controlo do experimentador, sendo também mais confortável para o executante.

Para Hildenbrand e Noble, (2004), a electromiografia permite um método fácil e eficiente para determinar o nível de contracção muscular, apresentando igualmente o ângulo e o tempo de excitação muscular.

Com este método, as diferenças de potencial na pele são detectadas por duas superfícies em relação a um eléctrodo de referencia, colocado num ponto neutro. Posteriormente, os dois sinais captados, são enviados para o amplificador, onde a diferença entre os dois eléctrodos é amplificada. O amplificador usado, permitia a eliminação de “ruído” comum entre os eléctrodos activos, tendo como nome este processo de, razão de rejeição do modo comum (CMRR). Deste modo, as informações produzidas pela unidade de EMG mantêm-se fiáveis. Após a informação ser amplificada e filtrada, esta torna-se indicativa da actividade eléctrica real das unidades motoras monitorizadas, sendo esta a informação útil para o estudo.

A célula muscular no seu estado de repouso, caracteriza-se por uma diferente distribuição iónica no interior e exterior da membrana celular, devendo principalmente aos processos de transporte activo e difusão.



**Fig. 7** – Acontecimentos que ocorrem numa junção neuromuscular e que levam ao aparecimento de um potencial de acção.

A alteração deste estado de repouso, consiste num conjunto de fenómenos electroquímicos – potenciais de acção – que se vão transferindo consecutivamente nos dois lados da membrana. Na propagação da despolarização, gera-se uma diferença de potencial entre as zonas activas e inactivas, produzindo uma corrente que se difunde à distância e que pode ser detectada através dos eléctrodos.

## CAPÍTULO II - OBJECTIVOS

### 1. Objectivos Gerais

Num projecto de investigação realizado no ano transacto, e tendo seguimento este ano com um mestrado, tentámos verificar a eficácia de vários exercícios abdominais de solo.

Sendo a investigação nesta área tão reduzida, torna-se oportuno a realização deste tipo de estudo. Porém, associados aos músculos abdominais estão os músculos lombares de sustentação da coluna vertebral, importantes na manutenção de uma boa postura corporal, que podem ser beneficiados ou prejudicados em alguns tipos de exercícios. Assim, este trabalho tem como objectivo verificar se o exercício testado, e também dos mais utilizados, (fitnessGram®) interfere na musculatura lombar de forma positiva ou negativa, bem como a sua eficácia no abdominal inferior durante um treino de seis semanas.

### 2. Objectivos Específicos

Este trabalho apresenta como grandes objectivos:

- I. Analisar, através do registo electromiográfico, a actividade neuromuscular do músculo *Rectus abdominis* ao longo das sessões e verificar se o exercício produziu efeitos;
- II. Analisar, através do registo electromiográfico, a actividade neuromuscular do músculo *Erector spinal* ao longo das sessões, verificando o seu grau e nível de participação.

## CAPÍTULO III – METODOLOGIA

### 1. Caracterização da amostra

A amostra foi constituída por oito alunos do sexo masculino do primeiro ano dos Cursos de Educação Física e de Ciências do Desporto, da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra. Estes eram na sua totalidade praticantes de actividades físicas desportivas, com idades compreendidas entre os 19 e 21 anos.

### 2. Critérios de selecção da amostra

Para a realização do presente estudo, foram seleccionados indivíduos do sexo masculino. Esta opção deveu-se, ao facto de que indivíduos do sexo masculino existirem em maior número no 1º ano, permitindo uma maior escolha, levando a uma possível melhor amostra. Outro facto foi o de, este estudo vir no seguimento de estudos realizados anteriormente, tendo estes sido feitos com o sexo masculino.

A amostra recrutada foi seleccionada tendo em conta vários aspectos, sendo um deles, o facto de não possuírem uma grande definição a nível abdominal. Outro aspecto tido em conta foi, os atletas não realizarem na sua prática desportiva um trabalho muito exaustivo do grupo muscular a ser analisado, visto que na sua totalidade todos eles praticam ou já praticaram alguma modalidade.

Relativamente á idade mínima, foi estabelecida de 19-20 anos pois, apesar de alguma controvérsia na bibliografia consultada, Gallahue (2003) defende que a maturação do sistema muscular, ósseo e articular, é atingida nesta idade.

No que diz respeito á idade máxima dos participantes, não ocorreu qualquer limitação dada a natureza desta.

### **3. Protocolo**

A presente investigação decorreu no laboratório de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra e teve como base um protocolo relativamente extenso, cujos vários pontos serão explicados mais á frente.

Assim, após recrutada a amostra e já na presença dos voluntários, procedemos à explicação de todo o protocolo dos testes a realizar.

Procedeu-se então à caracterização de todos os sujeitos que aceitaram participar voluntariamente no estudo, através da avaliação da composição corporal. Esta avaliação foi efectuada através do recurso de medidas antropométricas das variáveis somáticas: massa corporal, estatura, perímetro (abdominal) e pregas de gordura cutâneas (tricipital, subscapular, supra ilíaca e abdominal).

De seguida foi limpa e, nos casos considerados necessários, depilada a zona predefinida da pele, onde seriam colocados os eléctrodos de superfície.

Antes de iniciar cada secção, este procedimento era repetido, assim como a medição do perímetro abdominal. De quatro em quatro secções voltava-se a avaliar a composição corporal através das variáveis somáticas anteriormente descritas.

Após a realização do teste interrompeu-se o registo electromiográfico e foi novamente medido o perímetro abdominal.

De referir, que todos os dados foram assinalados numa ficha de registo, assim como qualquer anomalia sucedida, antes, durante ou imediatamente após o protocolo.

## 4. Caracterização Antropométrica

Todas as medições efectuadas foram todas retiradas, estando os indivíduos na posição anatómica de referencia. Deste modo, os indivíduos encontravam-se na posição vertical, com o olhar dirigido para a frente, membros superiores suspensos e paralelos ao tronco, palmas das mãos orientadas para a frente e membros inferiores unidos e em extensão.

Estes dados retirados, foram registados numa folha de registo própria.

### 4.1 Estatura

a estatura foi medida entre o *vertex* e o plano plantar, estando o plano de *Frankfurt* paralelo com o solo e o corpo em posição anatómica.

Os alunos descalçaram-se e colocaram-se de costas para o instrumento, na posição referida anteriormente. Depois destes procedimentos, o observador deslocou o cursor até este tocar no *vertex*.

Por fim o indivíduo saiu da posição, permitindo ao observador uma observação mais precisa do registo. Estes registos foram expressos em centímetros.

### 4.2 Massa Corporal

os indivíduos descalços e com vestuário leve, colocaram-se em cima da balança mecânica portátil (marca SECA<sup>®</sup>, modelo 714), na posição acima referida e imóveis.

Os valores foram expressos em quilogramas (Kg).

### 4.3 Pregas de Gordura Cutânea

Estas medidas são de valores dos depósitos de gordura cutânea, sendo utilizada para avaliar a composição corporal.

As pregas foram medidas no lado direito dos indivíduos (à exceção da prega abdominal, que foi retirada 5 cm para a esquerda do *omphalion*), estando a musculatura relaxada.

Utilizando o polegar e o indicador em forma de pinça, destacou-se a pele e a gordura cutânea dos outros tecidos. Em seguida, colocaram-se as pinças do adipómetro (marca SLIM GUIDE<sup>®</sup>, com pressão constante de 10g/mm<sup>2</sup> e precisão até às décimas de centímetro) dois centímetros ao lado dos dedos e a uma profundidade de um centímetro.

A leitura foi realizada em milímetros.

Todas as leituras foram realizadas três vezes e sendo depois anotado a média das todas as repetições.

- Prega tricipital: foi realizada verticalmente, na face posterior do braço direito a meia distância entre os pontos *acromiale* e *radiale*;
- Prega subescapular: esta prega é oblíqua, dirigida para baixo e para o exterior, medida abaixo da vértebra inferior da omoplata direita;
- Prega supra ilíaca: a prega é ligeiramente oblíqua, dirigida para baixo e para dentro, medida acima da crista ilíaca e sobre a linha midaxilar;
- Prega abdominal: esta prega é vertical e paralela ao eixo longitudinal do corpo.

#### 4.4 Circunferência Muscular

As circunferências musculares proporcionam informações sobre a totalidade das estruturas morfológicas na secção transversal do segmento (Sobral e Silva, 2001), sendo também designadas por perímetros musculares.

A medição deste perímetro muscular, foi realizada com uma fita métrica flexível, de marca HOECHSTMASS®.

Os valores foram registados em centímetros com aproximação às décimas.



**Imagem 1** - Circunferência abdominal: circunferência medida a nível do *omphalion*.

#### 5. Composição Corporal

Era determinado o IMC de cada atleta de 2 em 2 semanas assim como eram retirados os valores das pregas de gordura cutânea, para calcular a percentagem de massa gorda.



## 6. Teste de força e resistência abdominal, seguindo o protocolo do *fitnessGram*

### 6.1 Procedimento

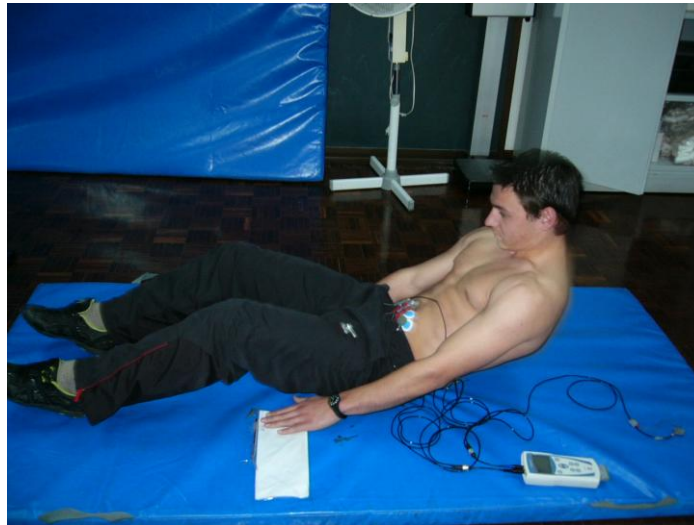
Cada participante colocou-se sobre um colchão (200x100x5cm) rígido e isolado, na posição de decúbito dorsal, com os braços em extensão e junto ao corpo. A nuca estava em contacto com o solo, tal como a fase anterior (palmas) de ambas as mãos, colocadas em pronação, e também os calcanhares. As suas pernas perfaziam um ângulo de 140 graus com a coxa.

Foi colocada uma faixa perpendicular ao participante, com o comprimento mínimo de 75cm, para que este, com a totalidade da coluna vertebral e com os membros superiores na posição inicial já definida, tocasse com a pontas dos dedos na sua extremidade proximal.

O movimento de flexão da coluna decorreu até que a ponta dos dedos alcançassem a extremidade mais distante da mesma. Seguidamente o participante voltou á posição inicial, tocando com a omoplata no solo antes de inicial o novo movimento.

O teste teve início com uma flexão da coluna dorsal, acompanhada por um deslizamento das mãos e antebraços ao longo dos 11.5cm de largura de uma faixa de medição fixada no colchão com fita-cola.





**Imagem 2** – Execução do movimento, posição inicial e o posição final.

O participante realizou o teste de forma contínua e ritmada, respeitando com rigor e cadência (20 abdominais por minuto) imposta pelo sinal sonoro proveniente da reprodução de um CD, com a gravação do teste de força e resistência abdominal do *FitnessGram*<sup>®</sup>.

Este movimento foi executado pelos participantes tantas vezes quantas foram possíveis, até um limite máximo de 80 repetições (dado que o teste do *FitnessGram*<sup>®</sup> apenas possui 4min).

Caso o atleta não respeitasse algum dos procedimentos obrigatórios do teste, na execução de duas repetições, ou levantando os pés dos solo, o teste era terminado e contabilizado ao esse momento.

Os atletas realizaram 2 repetições em cada sessão sendo o tempo de espera entre cada repetição de 8 minutos. Por semana os atletas teriam de realizar 2 sessões de trabalho onde em cada uma teriam 2 repetições. Este exercício foi realizado durante 6 semanas.

## **7. Electromiografia**

Para que, na execução do teste anteriormente mencionado fosse possível, a análise electromiográfica dos músculos , foi necessário respeitar com rigor, um conjunto de procedimentos, que directa ou indirectamente poderia afectar os resultados obtidos.

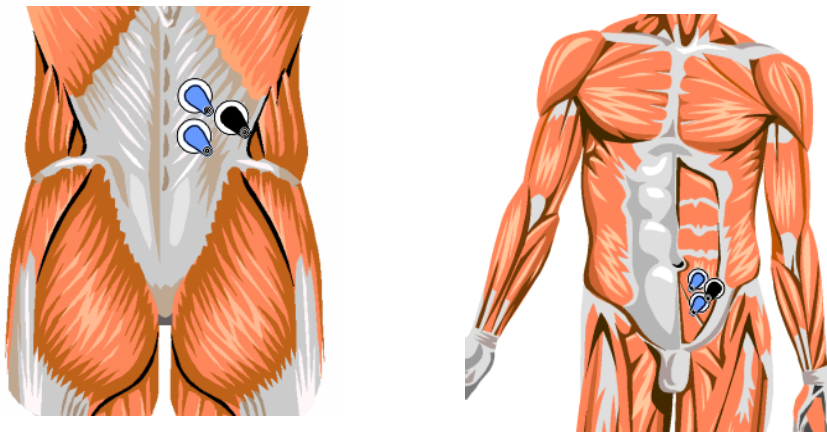
Assim, os procedimentos para a recolha dos dados electromiográficos (dos dois músculos) foram divididos em duas fases.

### **7.1 Preparação da EMG**

Para este registo, foi utilizado um sistema MegaWin<sup>®</sup> da MegaElectronics<sup>®</sup>, onde foram inseridos alguns dados individuais do atleta (nome, data de nascimento). O amplificador diferencial deste sistema apresentava uma razão de rejeição de modo comum (CMRR) (capacidade de eliminar actividades eléctricas estranhas no ambiente circundante) de 110 dB, um ganho de 305 com sensibilidade de 1 $\mu$ V e um filtro de 8 a 500 Hz.

Após realizado o registo do participante, foram seleccionados os quatro canais a utilizar e os músculos cuja actividade eléctrica será registada. Seguidamente, o monitor demonstrou uma imagem ilustrativa do local e da orientação precisa, confirmando a colocação dos eléctrodos.

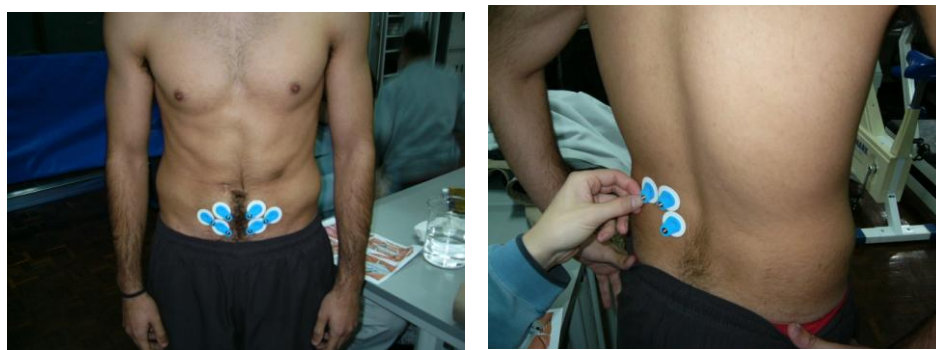
## 7.2. Preparação do atleta (colocação dos eléctrodos)



**Imagem 3** – Local de colocação de eléctrodos (cor azul) e de referencia (cor preta), sendo colocado no *erector spinalis* (esquerda da imagem) e no *rectus abdominis* (direita da imagem)

Primeiro, prepara-se apropriadamente a pele para a colocação dos eléctrodos (descartáveis) de superfície (marca Blue Sensor<sup>®</sup>, modelo ECG Electrodes). Em cada um dos músculos foram colocados três eléctrodos, dois para a detecção de sinal produzido por cada músculo (uma vez que o registo é bipolar), e um terceiro eléctrodo de referência.

A limpeza da pele foi efectuada com a utilização de algodão embebido em álcool etílico removendo-se a oleosidade e as células mortas. Nos casos considerados necessários, foi também realizada a depilação dos indivíduos com uma lâmina descartável. Para além disso e apesar dos eléctrodos virem preparados com um anel aderente, foi colocado um adesivo, de forma a evitar que o movimento ou mesmo o suor os pudesse deslocar.



**Imagem 3** – Colocação dos eléctrodos, tanto no *rectus abdominis* (à esquerda) como no *erector spinalis* (à direita).

Depois, analisou-se o local onde seriam colocados os eléctrodos, tendo em atenção toda a anatomia óssea e muscular. Por fim, colocaram-se os eléctrodos nos lados direito e esquerdo dos músculos estudados, paralelos ao sentido das fibras musculares, a fim de assegurar a monitorização de uma actividade eléctrica bastante significativa e, ao mesmo tempo, reduzir a actividade eléctrica extrínseca. Por sua vez, o eléctrodo deveria ser colocado no ventre muscular adequado, pois desta forma assegura uma melhor condução do feixe nervoso.

### **7.3 Procedimentos durante o teste**

No preciso momento inicial do teste foi activado em primeiro lugar o leitor de CD, seguindo-se a activação do registo electromiográfico. O desfasamento temporal entre o momento em que se ligou o leitor de CD e a activação do registo electromiográfico deve-se ao facto de no CD existir uma parte inicial de instrução após a qual o atleta inicia o movimento à voz de “begin”.

O CD impôs a cadência sonora (estabelecida em 20 repetições por minuto), permitindo a manutenção de um movimento contínuo e ritmado.

Os sinais detectados foram transmitidos em tempo real para o computador.

## **7.4 Procedimentos após o teste**

Terminado o teste, o registo foi interrompido e os cabos foram desconectados. Os eléctrodos foram apenas retirados após a execução do último teste. Este procedimento foi efectuado cuidadosamente, de forma a não provocar danos na pele do participante e, seguidamente, foi utilizado algodão embebido em álcool etílico para limpar a pele, retirando os vestígios de gel e da substância aderente fixados à mesma.

Posteriormente, foram impressos e analisados todos os resultados. Os parâmetros escolhidos para avaliação foram:

1. Raw Free (em bruto);
2. Integral do EMG;
3. RMS do EMG;
4. Average Spectrum do EMG;

## CAPÍTULO IV - RESULTADOS

### 1. Caracterização da Amostra

A amostra foi constituída por oito atletas do sexo masculino, que praticavam actividade física regular com idades compreendidas entre os 19 e 21 anos.

A estatura de todos eles era muito semelhante sendo a média de 173.3+/- 4.9 cm, com os valores a variarem entre 165.4 cm e os 183.8 cm.

A média da massa corporal dos atletas foi de 68.6+/- 6.2 Kg.

De seguida, apresentamos os dados referentes à 1<sup>o</sup>, 3<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> semanas, colocando os valores de %MG, média da prega de gordura abdominal e da média da circunferência abdominal, de modo a permitir ver a evolução ao longo das 6 semana.

	<b>1 Semana</b>	<b>3 Semana</b>	<b>6 Semana</b>
<b>% MG</b>	10.9±1.3	10.7±1.3	11.7±1.6

	<b>1 Semana</b>	<b>3 Semana</b>	<b>6 Semana</b>
<b>Média da prega de gordura abdominal</b>	9.9±4.2	9.2±3.4	11.9±3.3

	<b>1 Semana</b>	<b>3 Semana</b>	<b>6 Semana</b>
<b>Média da circunferência abdominal</b>	76.3±4.9	78.4±4.2	74.2±4.2

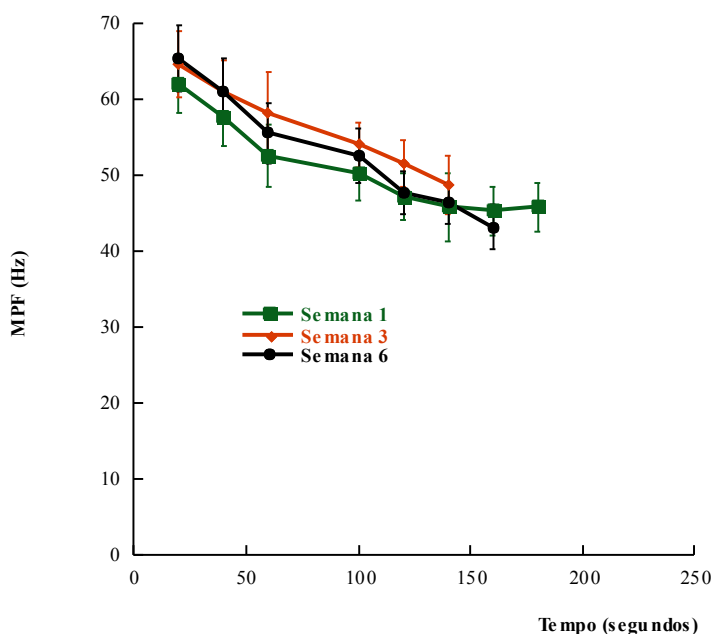
**Quadros 1** – Quadros com as médias e respectivos desvios padrão.

## 2. Electromiografia

Os dados recolhidos ao longo das seis semanas, vão ser apresentados, sendo posteriormente discutidos.

Os resultados vão ser apresentados, em forma de gráficos em que estarão presentes a primeira semana, a terceira semana e a sexta e última semana. Deste modo, permite-nos observar a evolução ao longo do tempo. A comparação destas semanas será feita através da comparação dos valores do *Mean Power Frequency (MPF)* do *Rectus abdominis* como do *Erector spinal*, e também através do *RMS* também nos referidos músculos.

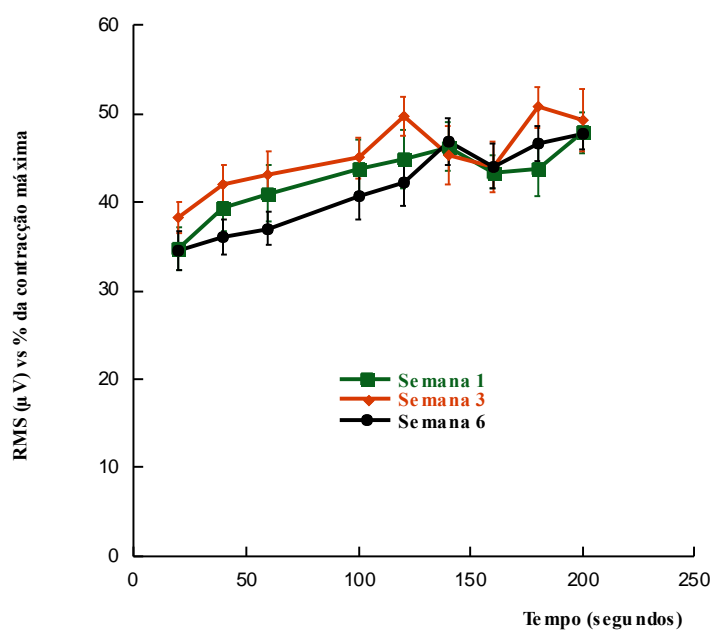
Tendo em conta o MPF no *Rectus abdominis*, não se verifica diferença significativa entre o início e o fim de todas as semanas. No que diz respeito à comparação entre as semanas, também se verifica que não existe diferença entre as várias semanas, tanto no início como no fim do exercício. Apesar disto, verifica-se que existe uma diminuição dos valores ao longo do tempo em todas as semanas.



**Gráfico 1** – Relação entre os valores médios de *Mean Power Frequency (Hz)*, ao longo do tempo de exercício, comparando as várias semanas, no músculo *Rectus abdominis*. As linhas horizontais representam os valores médios, e as linhas verticais representam o erro padrão.

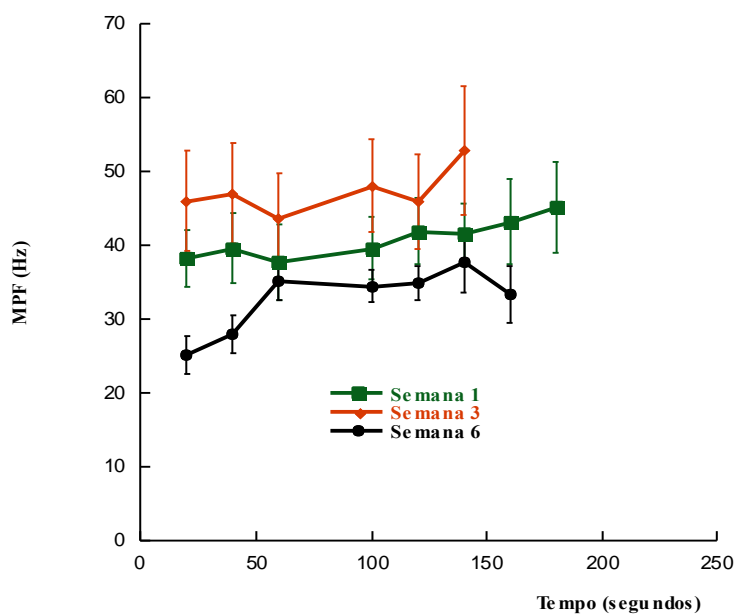


Ao comparar os valores de  $RMS(\mu V)$  no *Rectus abdominis*, verifica-se que apesar de os valores se encontrarem a aumentar ao longo do tempo, não existe diferença significativa entre o início do exercício e o seu fim, assim como na comparação entre as várias semanas. Em todas as semanas, os valores foram sempre aumentando, mas começando e acabando as sessões em valores relativamente próximos.



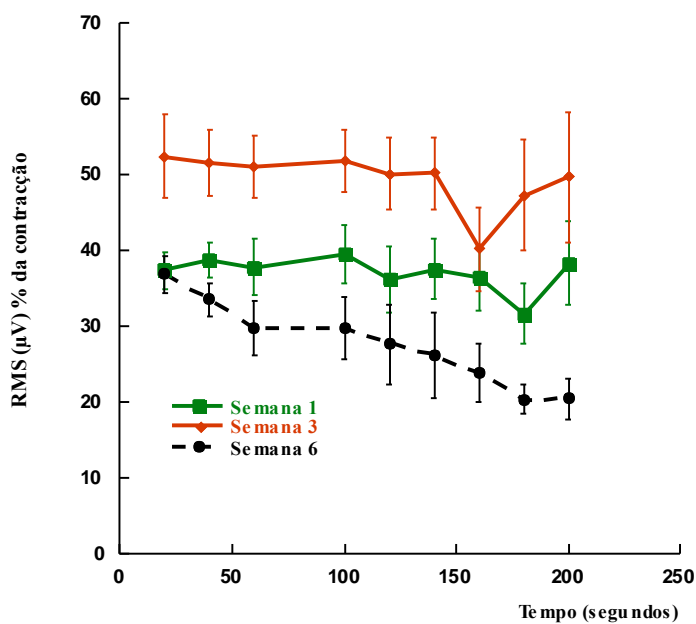
**Gráfico 2** – Relação entre os valores médios de  $RMS$  ( $\mu V$ ) vs % da contração máxima, ao longo do tempo de exercício, comparando as várias semanas, no músculo *Rectus abdominis*. As linhas horizontais representam os valores médios, e as linhas verticais representam o erro padrão.

Falando agora do outro grupo muscular analisado, o *Erector spinal*, verificamos que não existe diferença significativa entre o início e o fim das sessões de todas as semanas no que diz respeito ao MPF. Observamos que ao longo de todas as semanas, os valores se mantêm, de algum modo constantes.



**Gráfico 3** – Relação entre os valores médios de *Mean Power Frequency* (Hz), ao longo do tempo de exercício, comparando as várias semanas, no músculo *Erector spinal*. As linhas horizontais representam os valores médios, e as linhas verticais representam o erro padrão.

Continuando no *Erector spinal*, e observando agora os valores de *RMS* ( $\mu V$ ), verificamos que na primeira e terceira semanas, não existe diferença estatisticamente significativa entre o início e o fim do exercício. Mas na sexta semana, existe essa diferença, sendo o valor médio inicial superior ao valor médio final. Nas outras semanas os valores médios mantêm-se constantes ao longo do tempo.



**Gráfico 4** – Relação entre os valores médios de *RMS* (*Hz*) vs % da contração máxima, ao longo do tempo de exercício, comparando as várias semanas, no músculo *Erector spinal*. As linhas horizontais representam os valores médios, e as linhas verticais representam o erro padrão.

## CAPÍTULO V - DISCUSSÃO

Iniciamos este estudo com a intenção de analisar a actividade neuromuscular dos músculos *rectus abdominis* e *erector spinal*, na execução de um exercício abdominal. Para tal, foram monitorizados através de um sistema de electromiografia de superfície.

Após a exposição dos resultados, passamos à discussão dos mesmos, recorrendo, sempre que se torne pertinente, a referencias de outros estudos. É de salientar não existem estudos com esta componente de tempo de prática, tentando observar como se comporta o músculo ao longo de várias sessões recorrendo à análise Electromiográfica. Daí a pertinência deste trabalho.

Em todos os estudo por nós lidos, observamos que, mesmo sendo estes feitos pontualmente, e não ao longo de várias sessões, a sua maioria alcançava os mesmos resultados que nós, ou seja, não existiu uma diferença entre o início e o fim da realização dos exercícios. No estudo de Clark K.M. (2003), foi observado que, na realização de seis exercícios, entre eles o Curl up, não houve diferenças na análise do EMG, não havendo qualquer relação entre músculo e exercício.

Já no estudo de Vera- Garcia FJ (2000), observou-se alguma actividade do *rectus abdominis*, em vários exercícios de Curl up,. Nas suas conclusões, é referido que estes exercícios alteram a actividade muscular, levando a uma estabilização da coluna e de todo o corpo. Este estudo também refere que a zona lombar também é activada, não fazendo referencia à zona por nós estudada, mas como refere que estes factores são importantes para a estabilização da coluna, podemos concluir que a zona lombar também é activada.

No estudo de Sartima (1998), é referido que em dois exercícios diferentes, os abdominais superiores são mais trabalhados que os abdominais inferiores.

Por fim, em outro estudo, é observado que quando o exercício é o Sit up, a alteração no *rectus abdominis* é bastante baixa, mas no músculo oblíquo é bastante elevado. McGill et all, observou que apesar de os músculos das pernas serem bastantes solicitados neste exercício, o músculos abdominais são os primeiros a ser activados. Neste mesmo estudo, também é observado que em exercícios semelhantes,

como o Sit up e o Curl up, o desenvolvimento da actividade do rectus abdominis me superior no Curl up que no outro exercício. Nestes exercícios este músculo só é activado nos primeiros 30° de flexão. Eles concluíram por fim que, com exercícios de pura flexão da coluna como o Curl up, um bom isolamento dos músculos abdominais pode ser conseguida.

Tendo em conta que não existem trabalhos realizados ao longo do tempo, a discussão dos nossos resultados será realizado tendo em conta a análise Electromiográfica recolhida no estudo.

Ao analisar os resultados do músculo *Rectus abdominis*, tanto nos valores médias de RMS como de MPF, verifica-se que o tempo de pratica foi reduzido. Ao longo de todas as semanas, os valores médios de RMS foram aumentando, de forma gradual, levando a que no fim das sessões, o valor médio fosse superior ao do início. Mas contactamos que não existe diferença entre as várias semanas. Nos valores médios de MPF, também não se verifica diferença entre as várias semanas, mas em todas elas, os valores médios vão diminuindo ao longo da sessão. Com isto, podemos concluir que para haver trabalho deste músculo, o número de semanas teria de ser superior, de modo a permitir um trabalho eficaz deste, que se traduziria numa diferença significativa entre o início e o fim das sessões e entre a primeira e última semana.

Relativamente ao Erector spinal, depois de observar os resultados, verificamos que ao longo do tempo, vão sendo recrutadas menos fibras musculares. Mas ao longo do tempo, a frequência de estimulação mantêm-se constante, apesar de baixa. Podemos constatar que tal acontece devido a existir, inerente a este exercício, uma carga para este músculo, levando a que a frequência de estímulo se mantenha constante. Mas sendo este valor constante, e existir uma diminuição de recrutamento de fibras musculares na sexta semana, poderá indicar que existe neste músculo fibras danificadas ou incapazes de reagir. Numa situação normal, ou seja, numa situação em que o músculo estaria a ser trabalhado, os valores médios de *RMS* ( $\mu V$ ) da primeira semana seria os mais baixos, os valores da terceira semana seriam os mais altos e os valores da sexta semana seriam os que estariam no meio das outras semanas. Isto levava a pressupor que o músculo, na primeira semana seria exposto a

um esforço, que se traduziria na terceira semana pelo aumento dos valores médios, ou seja mais fibras musculares recrutadas. Mas à medida que o tempo avançava, o músculo trabalhado, diminuiria o número de fibras recrutadas uma vez que ao ser trabalhado, necessitava de menos fibras para o mesmo esforço, logo o valor médio na sexta semana estaria entre a primeira e terceira semana. Mas o que se observou na realidade, é que o valor da sexta semana é inferior ao da primeira semana, levando a ponderar a existência de danos. Além deste facto, verifica-se que ao longo do tempo, na sexta semana, os valores médios de *RMS* vão diminuindo, considerando que mesmo existindo estímulo, como é comprovado no gráfico do *MPF*, o músculo não consegue responder, recrutando cada vez menos fibras musculares. Se assim for, poderá haver um risco na utilização deste exercício ao longo do tempo, pois pode provocar lesões no *Erector spinal*.

## CAPÍTULO VI - CONCLUSÕES

- Na realização dos testes não foram encontrados quaisquer benefícios na utilização deste exercício ao longo do tempo com o objectivo melhorar a condição muscular do músculo *rectus abdominis*.
- Relativamente ao Erector spinal, concluímos que a realização deste exercício poderá levar ao aparecimento de lesões ao nível deste músculo, levando a que as fibras fiquem danificadas, não respondendo a estímulos.
- No que diz respeito às pregas de gordura cutânea, não houve alteração, visto que este trabalho de abdominais deve ser sempre acompanhado por exercícios aeróbios, de modo a poder reduzir a gordura existente, e tonificar os músculos ao mesmo tempo.

## CAPÍTULO VII - BIBLIOGRAFIA

- CLAYMAN, Ch.; *Cérebro e Sistema Nervoso*; Biblioteca Médica da Fmília; Vol. 6; Editora Civilização;Minho;1993.
- CLARK KM; *Electro myographic comparason of upper and lower rectus abdominis during abdominal exercises*; J. Strength Cond Res.; 2003.
- GALLAHUE, D.; Ozmun, J.; *Compreendendo o Desenvolvimento Motor: bebés, crianças, adolescentes e adultos*; 2ª Edição; Phorte Editora; São Paulo, 2003.
- HILDENBRAND, K.; Noble; *Abdominal Muscle Activity While Performing Trunk-Flexion Exerciser Using the Ab Roller, Abslider, FitBall, and Conventionally Performed Trunk Curls*; Journal of Athletic Training; 2004.
- MILNER-BROWN, H. S., & Steins, R.; *The relation between the surface electromyogram and muscle force*; J Physiol; 246, 549-569;1975.
- POWERS, S.; Howley, E.; *Exercise Physiology – Theory and aplications to Fitness and Performance*; 3ª Edição; Brown & Benchmark; USA;1997.
- SALE, D.; *Neural adaptation to strength training*. In:Strength and power in sport. Edicted by P. Kmi; Blackwell Scientific Publication. Londe, 1992.
- SARTIMA, Monfort M, Fuster MA; *Muscle activity in upper and lower rectus abdominis during abdominal exercises*; Ach Phys Med. Rehabil. Vol. 77;1293-1297; December; 1998
- SEELEY, R. Stephers, T. e Tate, P. ; *Anatomia e Fisiologia*; 3ª Edição; Lusodidata; Lisboa; 1997.



- SILVA M. J. ; Sobral F.; *Cineantropometria – curso básico*; Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, 1997.
- VANDER, A; Sherman, J.; Luciano, D.; *Human Physiology – The Mecanisms of Body Function*; 7ª Edição; Mgraw-Hill; USA;1998.
- VERA-GARCIA FJ; Abdominal muscle response during curl ups on boths stable and labili surface; *Phy Ther*; 2000.