



# Mobilidade Articular – Aplicação da videografia na avaliação da Mobilidade Articular

*Tese de dissertação com vista à obtenção do grau de  
Mestre em Exercício Físico e Saúde*

*Nelson José Cavaca Rodrigues*

## Índice

Índice de Tabelas.....	2
Índice de Figuras .....	2
Agradecimentos.....	3
Resumo.....	4
Introdução.....	5
Motivação .....	5
Mobilidade articular, Flexibilidade e Alongamento .....	6
Flexibilidade vs Mobilidade .....	8
Importância da Mobilidade e Flexibilidade .....	8
Mobilidade ideal Benefícios .....	9
Tipos de Flexibilidade .....	10
Porque avaliar? .....	11
Formas de medidas e avaliação da Flexibilidade.....	13
Dificuldades em avaliar .....	15
Goniometria .....	16
Avaliação por videografia.....	16
Objectivo .....	17
Metodologia .....	17
Amostra.....	17
Critérios de selecção da amostra.....	18
Tarefa experimental .....	18
Procedimentos experimentais .....	18
.Recolha das posições por videografia.....	20
Procedimentos de Cálculo .....	21
Procedimentos Estatísticos .....	21
Resultados .....	21
Discussão.....	23
Conclusão.....	24
Referências .....	25
Anexos.....	26

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – resultados da comparação entre ângulos obtidos pelo operador(2) e por diferentes operadores (1) .....	21
Tabela 2 – Resultados obtidos nos valores dos ângulos medidos por diferentes sujeitos para avaliar a consistência inter grupo .....	22
Tabela 3 – Resultados obtidos para valores dos ângulos medidos pelo mesmo operador para avaliar a consistência intra grupo .....	22
Tabela 4 – Valores obtidos por comparação dos ângulos calculados por goniometria(A) e por videografia (N).....	23

## Índice de Figuras

Figura 1 – Goniómetro para medição de ângulos intersegmentares .....	19
Figura 2 – Fio de prumo normalmente utilizado na construção civil. ....	19
Figura 4 – Exemplo de um ângulo inter-segmentar ( $\alpha_3$ ) e de um ângulo absoluto ( $\alpha_2$ ) .....	20
Figura 3 – Dispositivo utilizado nas filmagens necessário para a calibração.....	20

## Agradecimentos

Este trabalho obteve a primorosa ajuda e apoio de várias entidades e pessoas que cooperaram de diferentes formas embora todas elas valiosamente contributivas para a conclusão do mesmo.

Portanto queremos exprimir os nossos profundos agradecimentos.

Primeiramente aos Coordenadores do Curso pela oportunidade de realizar a dissertação deste Mestrado. À Universidade de Évora, aos elementos do Proto-departamento de Desporto, ao Professor Doutor Armando Raimundo pela compreensão e disponibilidade cedida ao longo do curso. Ao Mestre Orlando Fernandes pela sua forte dedicação e interesse, pela amizade desenvolvida ao longo de toda a evolução do projecto e pelo conhecimento que transmitiu quer no curso quer nível académico, quer a nível pessoal.

Aos alunos de Educação Física e Desporto que contribuíram para a recolha de dados importantes para a realização deste estudo.

Quero agradecer á Universidade da Extremadura e aos professores do gabinete de investigação desportiva, Professor Doutor Marcus Maynar, Professor Doutor Guilherme Olcina e Professor Doutor Juan Inacio Maynar pela receptividade, disponibilidade e pela simpatia cedida durante o curso.

Quero agradecer aos meus colegas sem excepção por todos os bons momentos, pela solidariedade sempre demonstradas e pelo bom companheirismo e entre ajuda.

Á escola de Saúde do Instituto Politécnico de Castelo Branco especificamente ao Professores do departamento de Fisioterapia, ao terapeuta Abel pela disponibilidade simpatia e ajuda na recolha de informação pertinente. Quero ainda agradecer aos alunos do curso de fisioterapia que participaram voluntariamente na recolha de imagens ajudando na obtenção de dados valiosos para este trabalho.

Quero deixar aqui um especial agradecimento aos meus pais, ao meu irmão e á minha namorada pelo amor carinho, compreensão, por me ajudarem, disponibilizarem meios (financeiros, etc) pela força constante, por me colocarem á frente dos interesses próprios com o intuito constante de ajudarem na superação dos vários obstáculos que me levaram á conclusão deste curso.

A todos aqueles que solidariamente me apoiaram deixo aqui os meus mais sinceros agradecimentos.

## Resumo

A prática de actividade física (AF) é um fenómeno crescente implicando adaptações nos procedimentos de acompanhamento e prescrição de exercício. Os utentes que procuram na AF um meio para atingir vários objectivos, exigem cada vez mais, um acompanhamento profissional e especializado.

Uma das componentes da aptidão física, menos avaliadas durante a avaliação inicial, é a mobilidade/flexibilidade do utente. Sendo uma qualidade/capacidade física importante na componente muscular, determinante para a optimização do trabalho de musculação de resistência e de recuperação, é fundamental criar condições de avaliação da mobilidade, elemento importante no processo inerente à prática de AF.

Este estudo pretende apresentar uma solução prática para quantificação da mobilidade articular. A criação de um programa de análise por vídeo, do qual serão analisadas imagens com vista a calcular os ângulos articulares a partir de pontos anatómicos pré-definidos.

No primeiro procedimento, os dados foram recolhidos sob o filme de apenas um executante (aluna universitária de Educação Física e Desporto). Para avaliação da consistência foram seleccionados ao acaso doze sujeitos de várias áreas profissionais e idades onde participaram voluntariamente.

A amostra para validação dos cálculos angulares foram oito alunos (4 género feminino  $21 \pm 2$  de idade;  $156 \pm 3,2$ cm de altura;  $56 \pm 4,1$  kg de peso- 4 género masculino  $23 \pm 2$  de idade;  $176 \pm 4,1$ cm de altura;  $74 \pm 5,1$  kg de peso) do Instituto de Fisioterapia da Escola Superior de Castelo Branco que participaram voluntariamente nestas recolhas.

O cálculo dos ângulos foi realizado com o auxílio de uma rotina em MatLab ® criada para o efeito. Nesta rotina foi implementados dois métodos utilizados para calcular ângulos entre vectores (ângulos-intersegmentares) ou ângulos com a horizontal ou vertical (ângulos absolutos). Esta rotina foi utilizada nos dois procedimentos de recolha (consistência e validade).

Os procedimentos estatísticos de análise foram para a comparação entre os valores obtidos pelo operador e pelos sujeitos tendo em vista a consistência entre dados foram a média o desvio padrão e o coeficiente de variação. A comparação entre o valores obtidos foi aplicado o t-student.

Pode-se então concluir que o método apresentado e que utilizada a videografia e os processos da Biomecânica é um instrumento útil e pode estar à disposição do profissional na sala de exercício uma vez que demonstra ser um instrumento consistente e com validade para aferir amplitudes articulares que são uma informação fundamental para o profissional responsável pelo acompanhamento e prescrição do exercício.

## Introdução

### Motivação

A prática de actividade física (AF) é um fenómeno crescente implicando adaptações nos procedimentos de acompanhamento e prescrição de exercício. Os utentes que procuram na AF um meio para atingir vários objectivos, exigem cada vez mais, um acompanhamento profissional e especializado.

A avaliação e a estratificação dos factores de risco, são o ponto de partida de qualquer prescrição de um programa de actividade, torna-se então um momento fundamental para o profissional responsável pelo acompanhamento e prescrição do exercício.

Uma das componentes da aptidão física, menos avaliadas durante a avaliação inicial, é a mobilidade/flexibilidade do utente. Sendo uma qualidade/capacidade física importante na componente muscular, determinante para a optimização do trabalho de musculação de resistência e de recuperação, é fundamental criar condições de avaliação da mobilidade, elemento importante no processo inerente à prática de AF.

O presente trabalho tem por objectivo apresentar um método de avaliação, por videografia, da mobilidade articular *natural* dos praticantes de AF, oferecendo ao profissional responsável pelo acompanhamento e prescrição um instrumento útil de avaliação.

## Mobilidade articular, Flexibilidade e Alongamento

O conceito de mobilidade articular está intimamente relacionado com alongamento muscular e com flexibilidade. Para definirmos melhor estes conceitos serão apresentados de forma resumida algumas considerações importantes para melhor entendermos o trabalho proposto.

### Fisiologia e biomecânica das articulações

O conjunto de tecidos moles característicos que unem os ossos entre si é designado como *articulação*. O conjunto articulação e músculos envolventes é designado por *complexo articular*. Embora apresentem consideráveis variações entre elas, as *articulações* características estruturais e funcionais em comum que permitem classificá-las em três grandes grupos: fibrosas, cartilaginosas e sinoviais. O critério para esta divisão é o da natureza do elemento que se interpõe às peças que se articulam.

Ligamentos e cápsula articular têm por finalidade manter a união entre os ossos, impedindo também o movimento em planos indesejáveis e limitam a amplitude dos movimentos considerados normais.

A mobilidade articular é o livre deslizamento de uma superfície óssea contra outra e que poderá ser alterado por vários factores. Estes movimentos ocorrem, obrigatoriamente, em torno de um eixo, denominado eixo de movimento. A direcção destes eixos é anterior e posterior (Antero-posterior), médio lateral (médio-lateral) e longitudinal. Na análise do movimento realizado, a determinação do eixo de movimento é feita obedecendo a regra, segundo a qual, a direcção do eixo de movimento é sempre perpendicular ao plano no qual se realiza o movimento em questão. Assim, todo movimento é realizado num plano determinado e o eixo de movimento é perpendicular ao plano considerado. Os movimentos executados pelos segmentos do corpo recebem nomes específicos e aqui serão definidos, a seguir, apenas os mais comuns:

- flexão - extensão são movimentos angulares, i.e., ocorre uma diminuição ou um aumento do ângulo existente entre o segmento que se desloca e aquele que permanece fixo. Quando ocorre a diminuição do ângulo diz-se que há flexão;

quando ocorre o aumento, realizou-se a extensão, excepto a articulação do tornozelo.

- adução - abdução que são movimentos nos quais o segmento é deslocado, respectivamente, em direcção ao plano médio lateral. Os movimentos da adução e abdução desenvolvem-se em plano frontal e seu eixo de movimento é ântero-posterior.

Estes movimentos são realizados numa amplitude articular específica e depende de vários factores. Os factores fisiológicos que influenciam a amplitude articular são a cápsula articular em cerca de 47%, os músculos em aproximadamente 41% os tendões em 10 % e a pele em 0,2% <sup>1</sup>.

A flexibilidade sofre vários tipos de influência, a nível interno constam o tipo de articulação, a resistência interna da articulação, a estrutura óssea que limita o movimento, a elasticidade do tecido muscular, a elasticidade dos ligamentos, a elasticidade da pele, a habilidade do músculo de contrair e relaxar com a intensidade do movimento e a temperatura das articulações associadas aos tecidos.

No âmbito das influências externas fazem parte a temperatura ambiente, a hora do dia, o género, a roupa ou equipamento inadequados, o nível de condicionamento, a habilidade a particular em alguns movimentos e a recuperação da articulação ou músculo após lesão.

A amplitude articular pode ser considerada, como uma componente da aptidão física, e em função dos factores que influenciam de forma significativa é passível de ser trabalhada com o treino regular através de métodos e/ou exercícios específicos.

Apesar dessa boa disseminação, contudo, podemos afirmar que ainda há limitações no conhecimento sobre o assunto <sup>2</sup>.

A deterioração da amplitude articular pode ser por factores directamente influenciáveis como o treino através de estímulos específicos ou por factores que alteram indirectamente a amplitude articular como é o caso dos processos associado ao envelhecimento, uso e abuso (desgaste ósseo, muscular, cartilaginoso e diminuição da produção de líquido sinovial).

Para que haja o grau desejável de movimento, é necessário manter a saúde articular prevenindo a deterioração do complexo articular por falta de trabalho específico.



## Flexibilidade vs Mobilidade

Uma das principais controvérsias em torno da flexibilidade diz respeito à sua própria definição. Muitas vezes referimo-nos de forma idêntica a estes dois diferentes conceitos (flexibilidade e mobilidade).

A flexibilidade apresenta várias definições, a saber: o dicionário (Dicionário Priberam da Língua Portuguesa - [http://www.priberam.pt /DLPO/default.aspx?pal=flexibilidade](http://www.priberam.pt/DLPO/default.aspx?pal=flexibilidade)) define flexibilidade como a qualidade de ser flexível e facilmente flexionada sem tendência para se romper; segundo <sup>3</sup>, é a capacidade de uma articulação mover-se com facilidade na sua amplitude de movimento. Gajdosik, <sup>4</sup> argumenta que clinicamente flexibilidade é a máxima amplitude articular e representa o maior comprimento muscular. Ela é determinada pelo cálculo de uma força aplicada à amplitude articular alcançada <sup>5</sup> Para <sup>6</sup> flexibilidade refere ao grau de mobilidade passiva do corpo com restrição própria da unidade músculo-tendínea ou de outros tecidos corporais. A flexibilidade ou mobilidade é bastante específica para cada articulação, podendo variar de indivíduo para indivíduo e até no mesmo indivíduo <sup>7</sup>. Basicamente, a flexibilidade é resultante da capacidade elástica demonstrada pelos músculos e os tecidos conjuntivos, combinados à mobilidade articular <sup>8</sup>.

Para melhor leitura e compreensão neste trabalho e após a leitura de algumas definições, Flexibilidade é a capacidade de esforçar uma certa articulação, de forma a proporcionar uma determinada amplitude de movimento, e Mobilidade será a capacidade de mover essa articulação para as tarefas do dia-a-dia.

## Importância da Mobilidade e Flexibilidade

A *mobilidade* têm bastante importância no nosso dia-a-dia, como foi referido anteriormente, esta depende directamente a *flexibilidade*, quanto melhor for *flexibilidade*, melhor será a qualidade dos nossos movimentos e a facilidade com que os executamos, ou seja, a *flexibilidade* potencia a *mobilidade*.

Assim sendo, para conseguir ou manter autonomia própria para as tarefas do dia-a-dia como subir ou descer escadas, fazer a lide da casa (limpezas, arrumações),

alcançar um objecto que se encontra num armário alto ou simplesmente atar os sapatos é necessário manter uma *mobilidade ideal*.

A perda da *mobilidade ideal* é um dos factores importantes que caracterizam a necessidade em praticar AF. Uma boa aptidão física é fundamental para a *mobilidade* e para a nossa qualidade de vida. A optimização de uma boa estrutura articular, uma boa elasticidade muscular e articular, permitem-nos manter uma boa postura na realização de determinadas tarefas, evitando prováveis lesões. Qualquer indivíduo com uma estrutura muscular debilitada, não tem a mesma capacidade de corrigir um desequilíbrio, evitando o risco de quedas e possíveis fracturas.

### **Mobilidade ideal Benefícios**

Podemos afirmar que uma *mobilidade ideal* é essencial para uma boa qualidade de vida em vários aspectos:

- melhora a regulação do tónus muscular,
- melhora da coordenação inter e intramuscular,
- melhora da regulação sanguínea, Intervém na melhoria das funções vegetativas, apoia a mulher durante a gravidez e parto,
- melhora as funções respiratórias, retarda a aparição da fadiga e permite uma mais rápida recuperação e prevenindo cardiopatias e outras doenças.
- melhora da amplitude de movimentos, facilita a economia da execução do gesto técnico, diminui a tensão da coluna vertebral, actua como equilibrador e corrector postural, equilibra a função sinérgica do movimento.
- melhora as qualidades físicas, principalmente a velocidade e a força, participa na melhoria das qualidades motoras de coordenação, equilíbrio, agilidade e favorece a aquisição das técnicas desportivas e desenvolvimento físico geral.
- melhora o sentido da auto imagem, actua como regulador nos estados emocionais, controla os estados de ansiedade e diminui a tensão psíquica, predispõe o estado de relaxação, intervêm na melhoria do conhecimento de si mesmo, possibilita momentos de reflexão e análise, influi positivamente as relações sociais.

- ajuda no alcançar de uma beleza corporal, produz uma sensação de rejuvenescimento, melhoria da qualidade de vida e actua como facilitador da saúde.

### **Exercício e Flexibilidade**

O exercício contribui significativamente para a melhoria da flexibilidade e estabilidade da articulação. Através de exercícios específicos é possível melhorar a força tensora dos tendões e ligamentos, melhorar a elasticidade dos tendões, ligamentos e músculos, permitindo assim uma total amplitude do movimento da articulação. Estes exercícios a promover na sala de exercício são essenciais para manter a amplitude de movimento em pessoas jovens e são mais importantes ainda em indivíduos de meia-idade e idosos. Os exercícios de alongamento são um componente importante de fisioterapia e dos procedimentos de reabilitação após lesões, acidentes ou doenças que tenham restringido a amplitude de movimento das articulações.

### **Tipos de Flexibilidade**

Como a mobilidade está directamente a *flexibilidade*, e a *flexibilidade* potencia a *mobilidade*, é importante perceber o conceito de flexibilidade no treino desportivo. Retomemos a definição de Heyward, <sup>3</sup>, afirma que flexibilidade é a capacidade de uma articulação mover-se com facilidade na sua amplitude de movimento. Para melhor entender os conceitos Weineck <sup>8</sup> propõe diferentes tipos de flexibilidade de acordo com o tipo de actividade a realizar. Quando esta implica movimento chama-se de flexibilidade dinâmica, quando a actividade é realizada na forma estática, chama-se de flexibilidade estática aos alongamentos realizados de forma controlada, normalmente isométricos, onde existe uma predominância da suavidade (*slow stretching*). A flexibilidade pode ser dividida em duas categorias básicas: estática e dinâmica. Corbin & Noble (1980) definem como flexibilidade estática (ou passiva), a capacidade de movimentarmos um segmento corporal sem ênfase na velocidade, levando uma articulação ou combinação funcional de articulações à máxima amplitude de movimento. Já a flexibilidade dinâmica traduziria a capacidade de movermos um segmento em movimentação voluntária e veloz, podendo envolver várias repetições de

um gesto específico <sup>9</sup>. Como enfatizam Corbin & Noble (1980), no decorrer do trabalho dinâmico existe o ganho de energia cinética, envolvendo ganho de momento de força por parte do segmento accionado para alcançar sobrecarga.

Então os tipos de flexibilidade são:

- Estática – capacidade em manter de uma dada posição articular que influi nos estiramentos musculares, a velocidade não é um factor a ter em conta. Esta pode ainda ser passiva ou activa.
- - F. estática activa – é conseguida através das utilização de forças internas, resulta da contracção muscular sem ajuda externa.
  - F. estática passiva – esta assume o máximo de uma articulação, e é conseguida através de ajuda externa.
- Dinâmica – capacidade em realizar movimentos que levam uma articulação a atingir uma amplitude máxima tendo em conta a velocidade do movimento.
- - Exercícios do tipo balístico, cinético, fast stretching, isotónicos.

A flexibilidade pode ainda ser geral (refere-se á amplitude normal das articulações) ou específica refere-se a movimentos de uma dada articulação e específicos de uma determinada modalidade.

### **Porque avaliar?**

A avaliação é um momento fundamental para o profissional responsável pelo acompanhamento e prescrição do exercício. A avaliação da mobilidade ou dos níveis de flexibilidade das diferentes articulações é um momento importante na caracterização do perfil das aptidões físicas do utente/praticante. A avaliação da flexibilidade é importante porque:

- permite estabelecer parâmetros de prescrição de exercícios de alongamento.
- Identificar grupos músculo-articulares com pouca flexibilidade de forma enfatizar aquelas regiões com exercícios de alongamento.
- Identificar descoordenações posturais, reconhecendo possíveis patologias com a devida antecedência.
- Avaliar a flexibilidade periodicamente é importante para verificar as possíveis alterações na amplitude do movimento com o passar dos anos.
- Estabelecer correlação entre dores músculos-articulares ao encurtamento músculo-tendíneo e relacionar a melhora do paciente com o aumento da flexibilidade.
- Identificar encurtamento músculo-tendíneo em sua fase inicial, sendo mais fácil seu tratamento.
- Conhecer a amplitude de movimento de várias articulações pode ajudar nas comparações intra-grupo, entre indivíduos de mesma faixa etária e sexo, com outras populações e ainda verificar se há por exemplo, diferenças de flexibilidade entre um membro dominante de outro não dominante.

O grau de flexibilidade/mobilidade é avaliada testando o ângulo articular passivo (rigidez articular passiva) e o ângulo articular alcançado pela contração (rigidez articular activa), mediante amplo alcance de movimento <sup>10</sup>.

A avaliação faculta dados mensuráveis que ajudam na reavaliação e comparação dos mesmos, dados estes que motivam o individuo e desenvolvem algum entusiasmo pelo tratamento, a avaliação da amplitude de movimento articular ajuda ainda em pesquisas que contribuem na criação de materiais que podem facilitar a vida a pessoas com problemas articulares.<sup>11</sup>

## Formas de medidas e avaliação da Flexibilidade

Os métodos para medida e avaliação da flexibilidade podem ser classificados em função das unidades de quantificação dos resultados. Filho Filho, J. F. (1999). classifica as formas de quantificar o grau de flexibilidade da seguinte forma :

- Testes Angulares - "são aqueles que possuem os seus resultados em ângulos (formados entre os dois segmentos corporais que se opõem na articulação), a medida dos ângulos é denominada de goniometria e tem sido o método mais frequentemente utilizado na literatura sobre flexibilidade e mobilidade articular."
  - Instrumentos:
    - 1 - Flexômetro de Leighton <sup>12</sup>
    - 2 - Fleximeter - (Baseado no Flexômetro de Leighton)
    - 3 - Goniômetro - (Goniometria)
    - 4 - Eletrogoniômetro <sup>13</sup>
  
- Testes Lineares - "Caracterizam-se por expressar os resultados numa escala de distância, tipicamente em centímetros ou polegadas, utilizam primariamente de fitas metálicas, régua, ou trenas para a mensuração, os testes lineares apresentam como pontos fracos à incapacidade de dar uma visão global da flexibilidade do indivíduo e a provável interferência das dimensões antropométricas sobre os resultados dos testes".
  - Instrumentos:
    - 1 - Banco de Wells e Dillon.
    - 2 - Régua graduada.

Os testes lineares são os mais utilizados e são exemplos:

1. Sentar-e-alcançar - "Seat and Reach Test" (Johson e Nelson, 1979)  
in Avaliação Física -<sup>14</sup>. ACSM - 1999 Wells & Dillon – 1952 Heywarth
2. Extensão de tronco e pescoço - "Trunk-andreck Extension Test" <sup>14</sup>, p. 132.
3. Afastamento Lateral dos membros inferiores - "Side Split Tese" ( Johson e Nelson,1979) in <sup>14</sup>

Fonte: A prática da Avaliação Física -

4. 4 - Teste de Schoberlike - avaliar coluna cervical

Teste de Schober - avalia a coluna torácica e lombossacro

5. Teste de tocar os dedos para Flexibilidade do Manguito Rotador

Fonte: O manual do Personal Trainer - <sup>15</sup>, p. 171

6. Teste de Senter e Alcançar (Adaptado - sem banco)

Fonte: Programa de Condicionamento Físico da, p. 3

7. Teste de sentar e alcançar -

Fonte: Avaliação Física - José Fernandes Filho - <sup>14</sup>, p. 58.

8. Teste de Amplitude de Movimento das Costas Passivo

Fonte: Manual do Instrutor de Condicionamento Físico para a Saúde - <sup>16</sup>, p.222

Testes Adimensionais - "São os testes de flexibilidade como adimensional quando não existe uma unidade convencional, tal como ângulo e centímetros, para expressar o resultado obtido, como regra, eles não dependem de equipamentos, utilizando-se unicamente de critérios ou mapas de análise preestabelecidos".

A maioria dos testes contido nas baterias de testes globais conte, avaliação de flexibilidade como por exemplo o AHPERD ; EUROFIT ;FITNESS LIFESTYLE FITNESS AND AMATEUR SPORTS; CANADIAN STANDARDIZED TEST OF FITNESS ;FITNESSGRAM.

## Dificuldades em avaliar

As dificuldades em avaliar a flexibilidade são bastantes, desde a dificuldade em utilizar os instrumentos de avaliação, à aplicação dos protocolos ou por dificuldade ou por alterações impostas no processo de recolha como foi o caso do teste *sentar e alcançar* de Wells. Este protocolo de realização do teste, já sofreu várias modificações ou evoluções elaboradas por exemplo pela Young Men Christmas Association (YMCA) e outras.

Para avaliar a mobilidade articular de um complexo articular a um utente com uma lesão pode trazer problemas essencialmente se a avaliação é realizada com um goniómetro. O manuseamento do instrumento (goniómetro) suscita várias complicações, uma delas é o facto de os resultados variarem de um especialista para outro, assim os dados devem ser sempre obtidos pelo mesmo especialista de forma a minimizar ao máximo o erro que possa ocorrer.

Outro problema é o facto de o paciente ter de resistir à dor para que o especialista possa retirar a medição, isto faz alterar o valor da medição.

A aplicação dos testes lineares implica a utilização por parte dos avaliadores à realização de vários protocolos tornando assim a avaliação morosa e pouco funcional em tempo útil.

Nos protocolos adimensionais, a classificação dos resultados obtidos é realizada em tabelas de percentis relativos a uma determinada população, que muitas vezes não é a população característica, para além de atribuir uma pontuação entre 1 a 5, condicionando assim a classificação. Em conclusão os protocolos existentes permitem caracterizar o praticante num nível de mobilidade articular relativa

Quando associamos a mobilidade e qualidade de vida, a realização de tarefas diárias com autonomia e carácter próprio, são realizadas de forma activa, ou seja com ajuda apenas das nossas formas internas (salvo algumas excepções), na nossa capacidade de alongamento, na nossa elasticidade e força muscular atingidas com a nossa capacidade natural.

Desta forma se existir um processo também dinâmico de avaliação das amplitudes articulares, estaremos a aproximar a avaliação aos movimentos e amplitudes articulares realizadas de forma natural.



## Goniometria

Para <sup>11</sup>, a goniometria é a técnica de avaliação mais usada no mundo da fisioterapia vindo a ser usada pelos terapeutas desde os anos 20 para determinar a avaliação da amplitude do movimento (ADM) articular. A amplitude, ou quantidade de movimento que uma articulação consegue realizar, constitui uma condição da morfologia da articulação, da cápsula e dos ligamentos, assim como dos músculos ou tendões que cruzam essa articulação.

As articulações são descritas como possuindo graus de liberdade de movimento. Se o movimento ocorre apenas em um plano e ao redor de um único eixo, considera-se que a articulação possui um único grau de liberdade. A articulação que permite o movimento em dois planos e ao redor de dois eixos possui dois graus de liberdade. Uma articulação que se movimenta em três planos e ao redor de três eixos possui três graus de liberdade (o máximo que pode ocorrer em qualquer articulação anatómica).

## Avaliação por videografia

A videografia é uma das técnicas mais utilizadas em Biomecânica para análise dos movimentos.

A biomecânica é o estudo do movimento e do efeito das forças internas e externas de um corpo baseado em análises quantitativas e qualitativas, utilizando parâmetros como: posição, velocidades, força, etc.

A melhor forma de resolver as questões materiais de análise e recolha de dados relativos à amplitude articular é através de vídeo. Aqui várias preocupações deixam de ser um contratempo, quer para o avaliador quer para o avaliado.

A avaliação por imagem é utilizada em várias áreas, de facto, através a análise por vídeo, é possível observar ao pormenor as amplitudes realizadas. A vantagem do vídeo, permite-nos a observação, repetida, em câmara lenta, por fotografia e até mesmo retroceder e analisar para trás.

Desta forma, todos os problemas e dificuldades que se encontram descritos anteriormente seriam minimizados. Desde os problemas de utilização e manuseamento dos instrumentos de medição angular, dos problemas de utilização de aparelhos mais complexos como os electro-goniómetros, e dos protocolos de escalas numéricas.

Como podemos observar, actualmente, a análise por imagens é um hábito frequentemente utilizado principalmente no desporto, para detectar lesões, analisar decisões de árbitros, observar as verdadeiras causas de um acidente, para avaliar posturas.

## **Objectivo**

Este estudo pretende apresentar uma solução prática para quantificação da mobilidade articular. A criação de um programa de análise por vídeo, do qual serão analisadas imagens com vista a calcular os ângulos articulares a partir de pontos anatómicos pré-definidos. Estes pontos, assim como os exercícios protocolares são baseados nos movimentos estabelecidos na amplitude articular. Para atingir o objectivo principal será necessário :

- Verificar a consistência na recolha entre vários utilizadores
- Validar a recolha das amplitudes articulares (recolha por videografia e recolha por goniometria por um especialista).

## **Metodologia**

A metodologia consta dois processos, um relativo à avaliação da consistência inter e intra sujeito e um segundo processo relativo à validação do instrumento.

## **Amostra**

Na primeira metodologia, os dados foram recolhidos sob o filme de apenas um executante (aluna universitária de Educação Física e Desporto). Para avaliação da consistência foram seleccionados ao acaso doze sujeitos de várias áreas profissionais e idades onde participaram voluntariamente.

A amostra para validação dos cálculos angulares foram oito alunos (4 género feminino  $21\pm 2$  de idade;  $156\pm 3,2$ cm de altura;  $56\pm 4,1$  kg de peso- 4 género masculino  $23\pm 2$  de idade;  $176\pm 4,1$ cm de altura;  $74\pm 5,1$  kg de peso) do Instituto de Fisioterapia da Escola Superior de Castelo Branco que participaram voluntariamente nestas recolhas.

### **Critérios de selecção da amostra**

O critério de selecção da amostra foi a capacidade de realização dos movimentos da cintura escapular e pélvica, não apresentando por isso nenhuma limitação osteo-articular ou lesão.

### **Tarefa experimental**

Para a realização deste trabalho duas tarefas foram apresentadas:

1. Digitalização – Esta tarefa consistiu na recolha de coordenadas para o cálculo dos ângulos inter-segmentares e absolutos de algumas articulações. Esta tarefa teve por objectivo avaliar a fiabilidade ou consistência do método de avaliação das amplitudes articulares. Participam vários sujeitos na recolha de ângulos sobre o mesmo vídeo.
2. Recolha de ângulos de abdução/abdução de flexão/extensão da cintura escapular e da cintura pélvica. Esta recolha foi realizada por um profissional de fisioterapia e especialista em avaliação funcional, utilizando a goniometria e pelo método videográfico.

### **Procedimentos experimentais**

Para a primeira tarefa experimental foi pedidos a doze sujeitos aleatoriamente com o mínimo de conhecimento sobre, anatomia ao qual foi pedido que digitalizassem (marcar com um “click” usando o rato do computador) vários pontos – *coordenadas* - sobre várias imagens. Este procedimento permitiu quantificar a consistência da obtenção dos ângulos avaliando assim as variações *inter* operador. Para quantificar a consistência *intra* operador este procedimento foi repetido pelo operador que a população que serviu de amostra para a recolha através da goniometria.

A segunda tarefa experimental, teve como objectivo a validação do processo de recolha apresentado. Foi pedido a um especialista em goniometria (*fisioterapeuta*) e

docente de técnicas de avaliação musculo-esquelética que realizasse a medição de amplitudes articulares do ombro e anca avaliando assim as amplitudes relativas à adução/abdução e flexão extensão do ombro e da anca. Esta medição foi posteriormente realizada sobre os mesmos sujeitos mas aplicando o método por videografia.

Para os métodos “tradicionais” o material utilizado foi o goniómetro (figura1), e foi aplicado as técnicas de Avaliação musculo esqueléticas <sup>17</sup>.

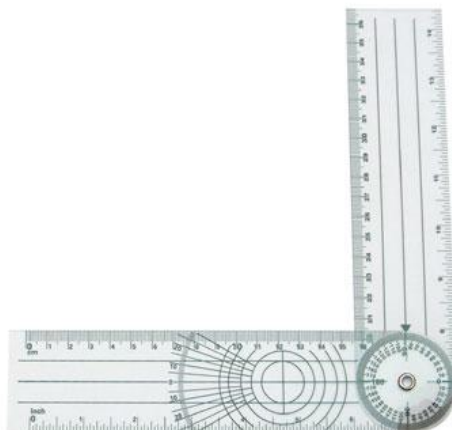


Figura 1 – Goniómetro para medição de ângulos intersegmentares

Para o método de videografia foram utilizadas duas câmaras de filmar digitais (*JVC 300 - Samsung VP- MX10*) orientadas perpendicularmente entre si de forma a captar dois planos, Sagital e Frontal para uma melhor captação da amplitude articular. As câmaras de filmar captaram um dispositivo criado para garantir a verticalidade das imagens. O dispositivo criado foi um engenho semelhante a um *fio de prumo* (uma massa suspensa por um fio – figura 2) como duas marcas a uma distância conhecida que deverá ser recolhida para procedimentos de calibração (figura 3).



Figura 2 – Fio de prumo normalmente utilizado na construção civil.

A calibração é um procedimento habitual no tratamento de imagem em biomecânica <sup>18</sup> e tem por objectivo corrigir as deformações que normalmente acontecem nas filmagens .



Figura 3 – Dispositivo utilizado nas filmagens necessário para a calibração.

### .Recolha das posições por videografia

A recolha de dados por videografia foi realizada tendo como base uma técnica normalmente utilizada em Biomecânica e que tem por objectivo a recolha de coordenadas (digitalização) de uma imagem ou filme <sup>18</sup>. A obtenção destas coordenadas é fundamental para o cálculo dos ângulos inter-segmentares e ângulos absolutos (Figura 4).

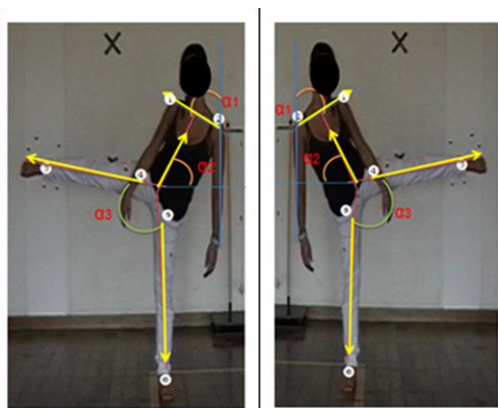


Figura 4 – Exemplo de um ângulo inter-segmentar ( $\alpha_3$ ) e de um ângulo absoluto ( $\alpha_2$ )

As posições utilizadas para análise das amplitudes articulares por videografia são apresentadas em anexo. (Anexo – Posições assumidas para a recolha por videografia)

## Procedimentos de Cálculo

O cálculo dos ângulos foi realizado com o auxílio de uma rotina (*ver anexos – Mobilidade.m*) em MatLab ® criada para o efeito. Nesta rotina foi implementados dois métodos utilizados para calcular ângulos entre vectores (ângulos-intersegmentares) ou ângulos com a horizontal ou vertical (ângulos absolutos). Esta rotina foi utilizada nos dois procedimentos de recolha (consistência e validade).

## Procedimentos Estatísticos

Os procedimentos estatísticos de análise foram para a comparação entre os valores obtidos pelo operador e pelos sujeitos tendo em vista a consistência entre dados foram a média o desvio padrão e o coeficiente de variação. A comparação entre o valores obtidos foi aplicado o t-student.

## Resultados

Os resultados serão apresentados de acordo com os procedimentos experimentais realizados.

### *Fiabilidade inter e intra individual na recolha dos ângulos*

Na análise comparativa dos dados não foi obtida qualquer valor significativo nas comparações realizadas (tabela1)

Tabela 1 – resultados da comparação entre ângulos obtidos pelo operador(2) e por diferentes operadores (1)

	N	Sig.
Abbrd1 & Abbrd2	12	,991
Adbrd1 & Adbrd2	12	,552
Abprd1 & Abprd2	12	,457
Flxbr1 & Flxbr2	12	,114
Extbr1 & Extbr2	12	,865
Adprd1 & Adprd2	12	,885
Flxprd1 & Flxprd2	12	,204
Flxpre1 & Flxpre2	12	,891
Extprd1 & Extprd2	12	,253

Para uma primeira análise do dados obtidos foi realizada a média e o desvio padrão dos resultados e calculado a covariância (Cvar).

**Tabela 2 – Resultados obtidos nos valores dos ângulos medidos por diferentes sujeitos para avaliar a consistência inter grupo**

InterC	Abbrd	Adbrd	Abprd	Flxbr	Extbr	Adprd	Flxprd	Flxpre	Extprd
1	167,01	43,60	30,96	-17,53	16,70	-61,56	-86,31	-83,21	61,94
2	164,64	44,29	27,70	-21,25	18,43	-59,22	-83,93	-82,65	52,62
3	164,23	46,33	28,95	-13,71	11,31	-68,20	-81,16	-84,75	51,39
4	166,75	44,38	29,74	-17,50	13,71	-60,64	-78,69	-82,13	52,52
5	166,14	45,69	30,78	-20,56	24,23	-67,83	-81,87	-83,05	50,86
6	168,55	48,18	28,86	-16,99	20,92	-61,23	-83,46	-81,77	47,89
7	165,89	46,36	29,74	-12,88	16,31	-61,39	-82,67	-82,49	53,76
8	167,75	49,09	30,32	-15,38	13,17	-61,63	-68,44	-79,81	47,96
9	162,80	44,31	25,60	-12,65	12,91	-68,01	-81,21	-82,54	48,01
10	164,40	47,23	26,57	-17,45	20,22	-61,63	-84,91	-83,11	51,91
11	160,49	41,28	25,41	-20,56	19,65	-67,22	-85,03	-81,36	50,03
12	165,26	49,40	26,10	-12,09	16,82	-62,49	-86,19	-79,42	51,39
Intra	Abbrd	Adbrd	Abprd	Flxbr	Extbr	Adprd	Flxprd	Flxpre	Extprd
Média	165,33	45,85	28,39	-16,54	17,03	-63,42	-81,99	-82,19	51,69
DevPad	2,22	2,41	2,05	3,23	3,84	3,34	4,83	1,47	3,77
Cvar	1,35	5,25	7,20	-19,55	22,55	-5,27	-5,89	-1,79	7,30

**Tabela 3 – Resultados obtidos para valores dos ângulos medidos pelo mesmo operador para avaliar a consistência intra grupo**

IntraC	Abbrd	Adbrd	Abprd	Flxbr	Extbr	Adprd	Flxprd	Flxpre	Extprd
1	170,88	46,47	27,55	-14,04	17,53	-63,87	-83,40	-81,78	50,07
2	167,78	46,47	28,07	-18,85	17,20	-62,62	-83,33	-82,41	50,87
3	167,26	44,31	26,57	-9,69	18,85	-63,43	-83,02	-83,80	52,01
4	167,34	45,00	26,05	-12,99	19,29	-63,05	-81,79	-82,95	53,52
5	167,50	45,66	27,05	-19,75	21,54	-66,32	-83,09	-83,59	52,37
6	164,80	45,67	27,05	-16,70	17,59	-64,65	-83,16	-81,96	51,39
7	168,44	45,00	26,08	-4,18	18,43	-65,77	-79,89	-82,49	51,77
8	167,64	45,00	25,14	-12,68	24,10	-63,43	-83,66	-81,16	51,75
9	168,06	45,00	28,61	-14,74	18,00	-62,20	-80,63	-81,78	51,14
10	166,73	43,03	28,01	-15,75	20,41	-65,10	-80,26	-78,81	52,52
11	166,90	45,00	25,02	-17,20	17,10	-64,57	-77,99	-81,06	51,83
12	167,71	45,69	27,05	-20,56	25,28	-65,94	-79,75	-83,73	52,89
13	167,87	45,66	24,44	-21,54	22,07	-64,61	-79,96	-81,96	51,54
14	167,61	46,40	27,65	-17,10	21,54	-64,20	-80,54	-81,87	52,23
15	164,81	45,00	29,05	-18,43	18,85	-65,48	-79,70	-81,25	51,39
16	167,13	46,33	25,60	-19,29	17,59	-64,23	-80,73	-81,96	49,80
17	166,01	44,29	26,57	-15,75	19,29	-64,26	-78,35	-80,33	52,45
18	166,31	44,31	26,57	-21,25	19,65	-63,03	-77,66	-81,06	51,05
19	166,31	44,31	26,57	-21,25	19,65	-63,03	-77,66	-81,06	51,05
20	165,40	44,36	26,57	-15,02	21,80	-63,84	-79,03	-81,60	52,34
21	165,19	45,00	24,44	-21,32	20,85	-64,98	-77,41	-79,30	51,24
22	167,09	44,31	25,56	-14,35	18,43	-62,24	-81,44	-80,74	51,25
Inter	Abbrd	Adbrd	Abprd	Flxbr	Extbr	Adprd	Flxprd	Flxpre	Extprd
Média	167,04	45,10	26,60	-16,47	19,78	-64,13	-80,56	-81,67	51,66
DevPad	1,36	0,88	1,26	4,26	2,22	1,18	2,07	1,27	0,87
Cvar	0,81	1,96	4,74	-25,85	11,22	-1,84	-2,57	-1,55	1,69

### *Validação dos ângulos obtidos por videografia*

Os resultados obtidos da comparação dos dados por goniometria e por videografia são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Valores obtidos por comparação dos ângulos calculados por goniometria(A) e por videografia (N)

	Sig.
N1 & A1	,454
N2 & A2	,604
N3 & A3	,122
N4 & A4	,101
N5 & A5	,822
N6 & A6	,305
N7 & A7	,875
N8 & A8	,067
N9 & A9	,333
N10 & A10	,320
N11 & A11	,155
N12 & A12	,869
N13 & A13	,314
N14 & A14	,346

### **Discussão**

Os dados obtidos permitem afirmar que o método apresentado neste trabalho parece útil na medida em que apresenta mais uma forma de recolha de amplitudes articulares não intrusiva e permite verificar se estas amplitudes não estão condicionadas à postura a assumir nos diferentes protocolos de avaliação.

A análise estatística teria que incidir primeiramente sobre a capacidade de utilização do instrumento por não profissionais para avaliar se a utilização do instrumento causaria algum problema. Verificou-se uma fácil adaptação ao instrumento e às informações dadas aos utilizadores antes da recolha as coordenadas. Outra questão importante a considerar era se após a indicação dada aos operadores se a recolha dos ângulos estaria entre operadores com valores semelhantes entre si. A análise inicial aos valores obtidos permite afirmar que de após a recolha de todos os ângulos por videografia a variação média dos desvio-padrão foi de (DP)  $\pm 2,34$  e um coeficiente de variação (CV) de 1,58%. Para cada ângulo calculado o desvio padrão entre as medidas numa ultrapassou os 5° reflectindo assim uma variação normal e inerente ao processo de digitalização como afirma Winter<sup>18</sup>.



Outra preocupação na apresentação do método foi de confirmar se seria necessário treino para a recolha das coordenadas. Aumentou-se o número de recolhas para vinte e duas recolhas efectuadas em dias diferentes e em horas diferentes do dia. Os resultados obtidos permitem afirmar que os valores obtidos nas primeiras (1-5) recolhas são semelhantes aos valores recolhidos na últimas recolhas (18-22). Os valores apresentados na tabela 3 são a confirmação do exposto. O operador familiarizado com Anatomia e Biomecânica apresentando assim valores de variação mais baixos do grupo de não especialistas (CV= 0,27; DP= 1,56).

Para a validação dos ângulos calculados comparou-se os valores de cálculo realizados por dois métodos diferentes (Videografia; Goniometria). A comparação foi realizada somente sobre seis executantes e da análise estatística não apresentou diferenças significativas entre as recolhas. Neste caso teremos de propor uma recolha sobre uma população maior uma vez que as técnicas estatísticas são mais poderosas quando o número de amostra também é maior. A técnica utilizada permitir decidir se a diferença entre as médias de duas amostras se pode atribuir a uma causa sistemática. Apresentou-se no entanto com alguma reserva os valores obtidos. Foram recolhidos catorze ângulos, sete para a cintura escapular e sete para a cintura pélvica. De acordo com o método do cálculo utilizado por videografia foi necessário fazer alguns ajustes relativamente ao referencial utilizado nas medidas.

Aconselhamos em futuras recolhas aumentar o número de recolhas efectuadas por videografia e por goniometria não somente por um utilizador, mas por vários especialistas e vários profissionais. Podemos afirmar no entanto que o primeiro passo já foi conseguido uma vez que o processo de recolha para ser amigável e de fácil manuseamento para o utente e para o profissional da sala de exercício.

## **Conclusão**

Pode-se então concluir que o método apresentado e que utilizada a videografia e os processos da Biomecânica é um instrumento útil e pode estar à disposição do profissional na sala de exercício uma vez que demonstra ser um instrumento consistente e com validade para aferir amplitudes articulares que são uma informação fundamental para o profissional responsável pelo acompanhamento e prescrição do exercício.

## Referências

- 1 Jonhs RJ, Wriyth V. Relative importance of various tissues in joint stiffness. *Journal of Applied Physiology* 1962; 17: 824-828
- 2 Farinatti PTVM, W.D. *Fisiologia e Avaliação Funcional*. Rio de Janeiro: Sprint, 1992
- 3 Heyward VH. *Advanced Fitness Assessment & Exercise Prescription: 2th Edition: Human Kinetics*, 1991
- 4 Gajdosik RL. Comparison and reliability of three goniometric methods for measuring forearm supination and pronation. *Percept Mot Skills* 2001; 93: 353-5
- 5 Wright IC, Neptune RR, van den Bogert AJ, Nigg BM. The influence of foot positioning on ankle sprains. *J Biomech* 2000; 33: 513-9
- 6 Laessoe U, Voigt M. Modification of stretch tolerance in a stooping position. *Scand J Med Sci Sports* 2004; 14: 239-44
- 7 Phillips WTH, W.L. 'Muscular Fitness' - Easing the burden of disability for elderly adults: APA, 1995
- 8 Weineck J. *Manual do Treino Desportivo*. Rio de Janeiro: Manole, 1986
- 9 Harris ML. *Phys Ther., Flexibility volume v4*, 1968
- 10 Cornu C, Maisetti O, Ledoux I. Muscle elastic properties during wrist flexion and extension in healthy sedentary subjects and volley-ball players. *Int J Sports Med* 2003; 24: 277-84
- 11 Epler MLPME. *Técnicas de Avaliação Musculoesquelética: 2ª edição Edition*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A, 2000
- 12 Leighton JR. An instrument and technique for measurement of range of join motion. *Archives of Phisical Medicin and Rehabilitation*, 1995
- 13 Adrian MJ. *An introdution to goniometry*. Washington, DC: A.L O'Connell, 1968
- 14 Filho JF. *A Prática da Avaliação Física*. Rio de Janeiro: SHAPE ed. E promoções, 1999
- 15 Obrien TS. *O manual do Personal Trainer* Rio de Janeiro: Editora Manole, 1999
- 16 Howley ETF, B. *Don Manual do Instrutor de Condicionamento Físico para a Saúde: 3ª Edição Edition: Artmed*, 2000
- 17 Palmer ML, Epler ME. *Fundamentos das técnicas de avaliação Musculoesquelética: 2th Edition: Guanabarra Googan*, 2000
- 18 Winter D. *Biomechanics of Human Movement. Biomechanics and MotorControl of Human Movement: 3th Edition: John Wiley*, 2005
- 19 Lee E. Comments on proprioceptive neuromuscular facilita- tion techniques. volume v.85: *Res Quart Sports Exer*, 1987
- 20 Pollock MLcW. *Exercícios na Saúde e na Doença. Avaliação e Prescrição para Prevenção e Reabilitação*. Rio de Janeiro: MEDSI, 1993
- 21 Monteiro WD. *Personal training – Manual para avaliação e prescrição de condicionamento físico*. Rio de Janeiro: Sprint, 2004

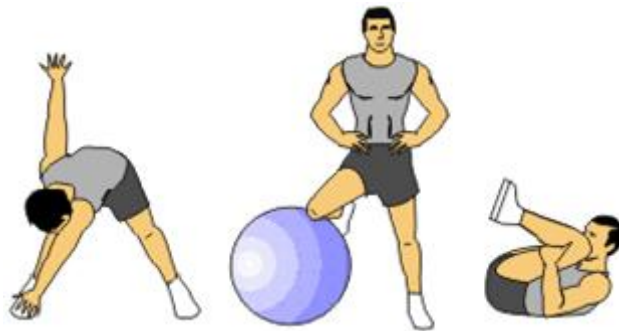
## Anexos

### *I - Exemplos de Métodos para o trabalho da flexibilidade*

#### Estiramentos Dinâmicos.

Compreendem exercícios balísticos os movimentos de balanço rápido, movimentos realizados com acção suave e rítmica, saltos, contracções rápidas e repetitivas dos músculos agonistas reproduzindo estiramento dos músculos antagonistas.

As características deste tipo de estiramento são que o mesmo melhora a flexibilidade dinâmica, a componente elástica muscular e é útil como aquecimento prévio numa sessão de treino. Este estiramento não se deve fazer quando o músculo se encontra fatigado uma vez que esta condição é limitadora de uma execução com boa amplitude de movimento. Deve realizar-se após o estiramento estático.



Exemplos de alongamento do tipo Dinâmico.

#### Estiramentos Balísticos

O estiramento balístico utiliza a inércia de uma parte ou segmento do corpo para forçar uma articulação além da sua amplitude normal de movimento. Este tipo de estiramento foi durante muito tempo a forma natural de trabalho da flexibilidade. Desde há algum tempo que só se utiliza em desportos que requerem este tipo de trabalho de forma específica.

Basicamente este tipo de trabalho realiza-se com um movimento exercido por forças internas que elevam a articulação a atingir um nível muito próximo do limite ou mesmo no seu máximo de movimento, repetindo por várias vezes o processo.

Desta forma surgem alguns inconvenientes, este tipo de treino pode provocar rupturas ou distensões dolorosas, uma vez que se realiza de forma rápida o tecido pode não ter tempo de adaptar-se á tensão exercida. A probabilidade de realizar o reflexo miotático por parte do músculo é muito alta. Requer mais dispêndio de energia, mais tensão por parte do músculo uma vez que é um processo repetido. Apesar do tipo de estiramento ser de forma muito ampla quando falamos de amplitude de movimento, a verdade é que o tempo em que o musculo se encontra no seu limite é muito reduzindo, não desenvolvendo grandes adaptações músculo elásticas.

Para concluir este género de trabalho não se aconselha a não ser que o tipo de actividade assim o exija.

#### Estiramentos Estáticos Activos;

Com foi explicado anteriormente, o facto de este estiramento ser estático, significa que a componente cinética do movimento é nula, ou seja, não estão envolvidas acelerações ou interrupções durante o movimento. Activo porque é o músculo agonista que se encontra unicamente responsável pela força exercida, normalmente uma contracção isométrica. Este tipo de estiramento consiste em assumir uma posição de flexibilidade e mantê-la sem outra ajuda que a dos músculos agonistas.

Por exemplo, flexionar o antebraço e manter a posição durante alguns segundos sem qualquer ajuda externa. A amplitude daqui conseguida deve-se ao fortalecimento do grupo muscular agonista. É possível que a contracção muscular agonista ajude a relaxar o grupo muscular antagonista (estirado) por inibição recíproca. Algumas posições de ioga são resultantes de estiramentos estáticos activos.

### Estiramientos Estáticos Passivos;

Este tipo de trabalho é predominantemente passivo uma vez que neste movimento o grupo muscular agonista ou antagonista apenas se deixa estirar com ajuda externa. É o método mais utilizado no “mundo” da Flexibilidade e do Desporto.

Desta forma conseguimos boas amplitudes de trabalho, uma vez que a força exercida não é interna, assim podemos basicamente escolher a amplitude que desejamos dependendo da capacidade própria de resistência á dor. Consiste em estirar passivamente o músculo até uma posição máxima e sustentar a mesma por alguns segundos que podem ir até cerca de 60 segundos segundo vários autores.

Desta forma, este tipo de trabalho de flexibilidade é caracterizado por ausência de acção por parte da musculatura antagonista, em termos energéticos é menos dispendioso que o trabalho por estiramento dinâmico, aumenta o metabolismo local e a circulação.

Existem vários protocolos de flexibilidade neste tipo de estiramento, podemos destacar o “FLEXITESTE” ou o “Stretching” de Bob Anderson.



Estiramiento pasivo "Stretching" de Bob Anderson.



### Estiramentos Isométricos:

O estiramento isométrico é um tipo de estiramento que implica a resistência dos grupos musculares uma vez que estão sujeitos a contrações isométricas dos músculos estirados. Os estiramentos isométricos também ajudam a desenvolver a força nos grupos musculares que estão a exercer a contração e diminuir a dor que geralmente acompanha os exercícios de flexibilidade. Este estiramento não é muito recomendado para crianças ou adolescentes por acarretar um determinado risco de lesão tendinosa e o tecido muscular. Forma mais fácil de aplicar um estiramento isométrico colocar-se na posição de estiramento passivo e usufruir da ajuda de um companheiro ou de um banco, a parede, etc.

### Estiramentos PNF. Facilitação Muscular Próprioceptiva.

Esta forma de trabalho combina o estiramento passivo com o isométrico, é considerado por muitos a forma mais rápida e eficiente de ganhos de flexibilidade passiva. O estiramento PNF consiste em estirar passivamente um grupo muscular, e exercer seguidamente uma contração isométrica contra a resistência do estiramento, desta forma, uma vez que o grupo muscular agonista exerce uma contração, por consequência as fibras musculares do antagonista vão relaxar, esta acção é seguida de um novo estiramento em que as fibras musculares estando relaxadas vão permitir atingir uma nova amplitude. O objectivo é conseguir a inibição dos reflexos de estiramento. Este método requer por norma a ajuda de um colega.

Quanto ao método de treino que levaria a um maior ganho de flexibilidade, Etnyre & Lee <sup>19</sup>, revisando as variações do PNF, concluíram que não havia vantagem de uma forma de trabalho sobre a outra. Pollock & Wilmore <sup>20</sup> destacam que os métodos balístico, estático e PNF também parecem ser capazes de melhorar a flexibilidade numa escala idêntica. No entanto, esta é uma área que pode ainda ser explorada por vários outros estudos. A literatura ainda é escassa quanto à influência dos métodos de treino na flexibilidade, principalmente quando aplicados a longo prazo. Os estudos, em geral, restringem-se a poucas semanas, dificultando inferências conclusivas sobre o assunto.

Cada forma de trabalho possui vantagens e limitações quanto à sua aplicação. Uma comparação que relaciona algumas características dos principais métodos para o treino de flexibilidade pode ser vista na seguinte tabela.

Tabela - Comparação entre os Principais Métodos para o Treino de Flexibilidade  
Adaptado de Monteiro <sup>21</sup>

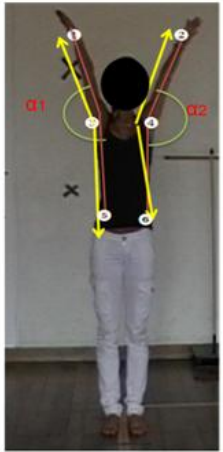
**Quadro 1-** valores de comparação entre métodos de Flexibilidade diferentes para diferentes objectivos.

<b>Método</b>	<b>Rapidez para ganho</b>	<b>Probabilidade de Lesões</b>	<b>Facilidade para treinar</b>	<b>Utilização em reabilitação</b>
<b>PNF</b>	3	2	1	2
<b>Estático</b>	2	1	3	3
<b>Balístico</b>	1	3	2	1

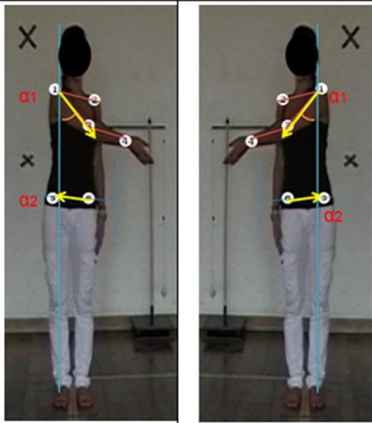
Legenda: 3 = maior/2 = intermedio/ 1 = menor



## II – Coordenadas e ângulos medidos por videografia

Imagem 1		
1	Ponto médio entre a cabeça do rádio e a cabeça da ulna direita	
2	Ponto médio entre a cabeça do rádio e a cabeça da ulna esquerda	
3	Acrômio direito	
4	Acrômio esquerdo	
5	Espinha ilíaca ântero-superior direita	
6	Espinha ilíaca ântero-superior esquerda	

Representação do movimento da Abdução do Braço.

Imagem 2/3		
1	Acrômio direito	
2	Acrômio esquerdo	
3	Epicôndilo lateral direito	
4	Ponto médio entre a cabeça do rádio e a cabeça da ulna direita	
5	Espinha ilíaca ântero-superior direita	
6	Espinha ilíaca ântero-superior esquerda	

Representação do movimento da Adução do Braço.

<i>Imagem 4/5</i>		
1	<i>Acrômio direito</i>	
2	<i>Acrômio esquerdo</i>	
3	<i>Maléolo lateral direito</i>	
4	<i>Espinha ilíaca ântero-superior direita</i>	
5	<i>Espinha ilíaca ântero-superior esquerda</i>	
6	<i>Maléolo lateral esquerdo</i>	

Representação do movimento da Abdução da Coxa-femural.

<i>Imagem 6/7</i>		
1	<i>Acrômio esquerdo</i>	
2	<i>Acrômio direito</i>	
3	<i>Espinha ilíaca ântero-superior esquerda</i>	
4	<i>Espinha ilíaca ântero-superior direita</i>	
5	<i>Maléolo lateral esquerdo</i>	
6	<i>Maléolo lateral direito</i>	

Representação do movimento da Adução da Coxa-femural.

Imagem 8	
1	Ponto médio entre a cabeça do rádio e a cabeça da ulna
2	Epicôndilo lateral direito
3	Acrômio
4	Trocânter maior do fêmur
5	Linha articular do joelho direito
6	Maléolo lateral

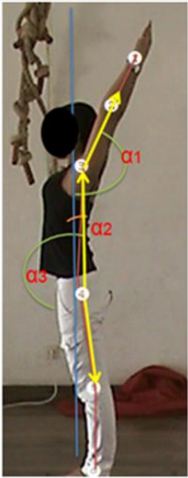


Imagem 8 mostra um indivíduo em pé com o braço direito flexionado. Uma linha vertical azul representa o eixo de referência. Pontos 1 a 6 são marcados ao longo do membro inferior e superior. Linhas amarelas conectam os pontos 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 e 5-6. Ângulos  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  e  $\alpha_3$  são indicados em vermelho, representando as deflexões angulares em relação ao eixo vertical.

Representação do movimento da Flexão do Braço.

Imagem 9	
1	Ponto médio entre a cabeça do rádio e a cabeça da ulna
2	Epicôndilo lateral direito
3	Acrômio
4	Trocânter maior do fêmur
5	Linha articular do joelho direito
6	Maléolo lateral

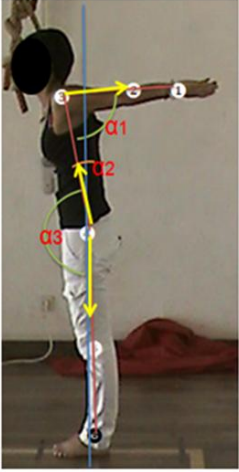


Imagem 9 mostra o mesmo indivíduo com o braço direito estendido horizontalmente. A linha vertical azul permanece como eixo de referência. Os pontos 1 a 6 são os mesmos que na imagem 8. Linhas amarelas conectam os pontos 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 e 5-6. Ângulos  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  e  $\alpha_3$  são indicados em vermelho, representando as deflexões angulares em relação ao eixo vertical.

Representação do movimento da Extensão do Braço.

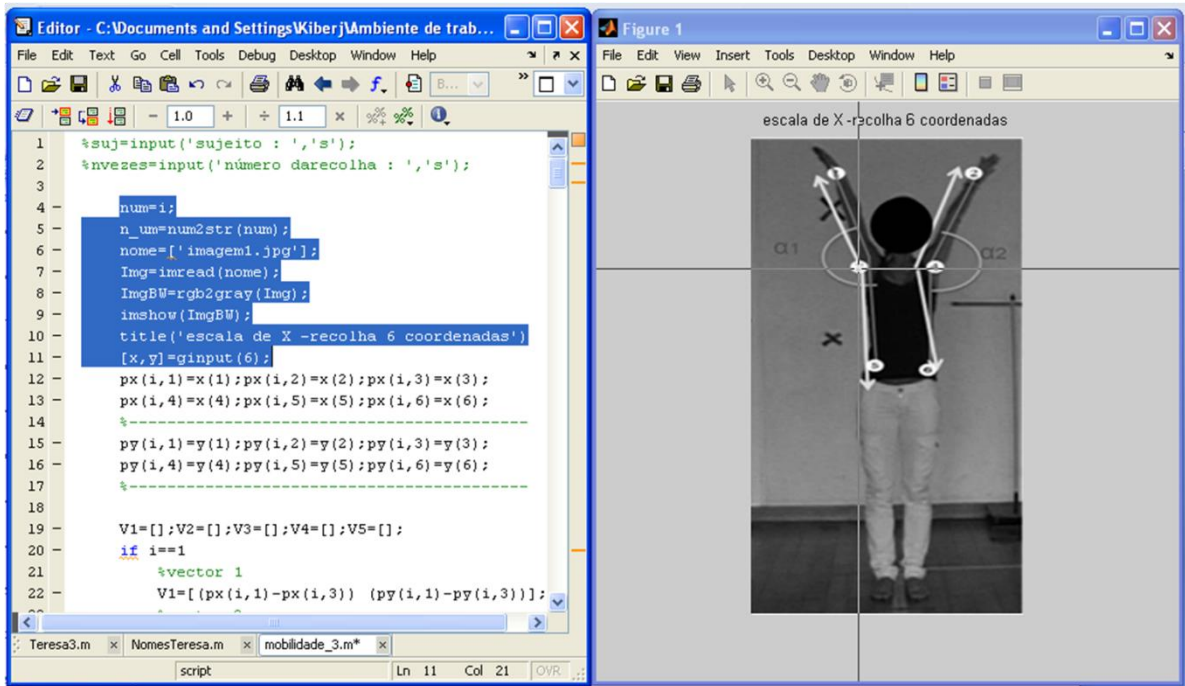
Imagem 10/11		
1	<i>Acrômio direito</i>	
2	<i>Acrômio esquerdo</i>	
3	<i>Maléolo lateral direito</i>	
4	<i>Espinha ilíaca ântero-superior direita</i>	
5	<i>Espinha ilíaca ântero-superior esquerda</i>	
6	<i>Maléolo lateral esquerdo</i>	

Representação do movimento da Flexão da Coxa-femural.

Imagem 12/13		
1	<i>Acrômio direito</i>	
2	<i>Acrômio esquerdo</i>	
3	<i>Maléolo lateral direito</i>	
4	<i>Espinha ilíaca ântero-superior direita</i>	
5	<i>Espinha ilíaca ântero-superior esquerda</i>	
6	<i>Maléolo lateral esquerdo</i>	

Representação do movimento da Extensão da Coxa-femural.

### III – Aspecto visual e rotina de Cálculo em MatLab®



Rotina elaborada para recolha e cálculo dos ângulos

#### Rotina utilizada

```

% *****
% *      Mobilidade      *
%
% *****
% *      Started: 15/09/2009, Orlando
Fernandes *
% *      Last Revised: 05/01/2010, Orlando
Fernandes *
%
% *****
% *      LOAD FILE NAME      *
%
% *****
subj=input('sujeito : ','s');
%nvezes=input('número darecolha : ','s');
for i=1:13
    num=i;
    n_um=num2str(num);
    nome=['s' subj 'ex' n_um '_0.jpeg'];
    Img=imread(nome);
    ImgBW=rgb2gray(Img);
    imshow(ImgBW);
    title('escala de X -recolha 6 coordenadas')
    [x,y]=ginput(6);
    px(i,1)=x(1);px(i,2)=x(2);px(i,3)=x(3);
    px(i,4)=x(4);px(i,5)=x(5);px(i,6)=x(6);
    %-----
    py(i,1)=y(1);py(i,2)=y(2);py(i,3)=y(3);
    py(i,4)=y(4);py(i,5)=y(5);py(i,6)=y(6);
    %-----
    V1=[];V2=[];V3=[];V4=[];V5=[];
    if i==1
        %vector 1
        V1=[(px(i,1)-px(i,3)) (py(i,1)-py(i,3))];
        %vector 2
        V2=[(px(i,5)-px(i,3)) (py(i,5)-py(i,3))];
        %vector 3
        V3=[(px(i,2)-px(i,4)) (py(i,2)-py(i,4))];
        %vector 4
        V4=[(px(i,6)-px(i,4)) (py(i,6)-py(i,4))];
        % Cálculo de ângulos *****
        V1V2=dot(V1,V2);nV1=norm(V1);nV2=norm(V2);
        V3V4=dot(V3,V4);nV3=norm(V3);nV4=norm(V4);
        alfa1=acos(V1V2/(nV1*nV2));
        alfa_1=rad2deg(alfa1);
        alfa2=acos(V3V4/(nV3*nV4));
        alfa_2=rad2deg(alfa2);
    end
end

```

```

    angulos(1)=alfa_1;angulos(2)=alfa_2;
end
if i==2 %lado 1
    %vector 1
    V1=[(px(i,3)-px(i,1)) (py(i,3)-py(i,1))];
    %vector 2
    V2=[(px(i,5)-px(i,6)) (py(i,5)-py(i,6))];
    % Cálculo de ângulos *****
    alfa1=atan(V1(2)/V1(1));
    alfa_1=rad2deg(alfa1);
    alfa2=atan(V2(2)/V2(1));
    alfa_2=rad2deg(alfa2);
    angulos(3)=alfa_1;
    angulos(4)=alfa_2;
end
if i==3 %lado 2
    %vector 1
    V1=[(px(i,3)-px(i,1)) (py(i,3)-py(i,1))];
    %vector 2
    V2=[(px(i,5)-px(i,6)) (py(i,5)-py(i,6))];
    % Cálculo de ângulos *****
    alfa1=atan(V1(2)/V1(1));
    alfa_1=rad2deg(alfa1);
    alfa2=atan(V2(2)/V2(1));
    alfa_2=rad2deg(alfa2);
    angulos(5)=alfa_1;
    angulos(6)=alfa_2;
end
if i==4
    %*****
    pm1=[(px(i,1)+px(i,2))/2 (py(i,1)+py(i,2))/2];
    pm2=[(px(i,4)+px(i,5))/2 (py(i,4)+py(i,5))/2];
    %*****
    %vector 1
    V1=[(px(i,1)-px(i,2)) (py(i,1)-py(i,2))];
    %vector 2
    V2=[(pm1(1)-pm2(1)) (pm1(2)-pm2(2))];
    %vector 3
    V3=[(px(i,3)-px(i,4)) (py(i,3)-py(i,4))];
    %vector 4
    V4=[(px(i,6)-px(i,5)) (py(i,6)-py(i,5))];
    % Cálculo de ângulos *****
    alfa1=atan(V1(2)/V1(1));
    alfa_1=rad2deg(alfa1);
    %-----
    alfa2=atan(V2(2)/V2(1));
    alfa_2=rad2deg(alfa2);
    %-----
    angulos(7)=alfa_1;
    angulos(8)=alfa_2;
end
V3V4=dot(V3,V4);nV3=norm(V3);nV4=norm(V4
);
    alfa3=acos(V3V4/(nV3*nV4));
    alfa_3=rad2deg(alfa3);
    angulos(9)=alfa_1;
    angulos(10)=alfa_2;
    angulos(11)=alfa_2;
    angulos(12)=alfa_3;
end
if i==6
    %vector 1
    V1=[(px(i,3)-px(i,4)) (py(i,3)-py(i,4))];
    %vector 2
    V2=[(px(i,5)-px(i,4)) (py(i,5)-py(i,4))];
    % Cálculo de ângulos *****
    alfa1=atan(V1(2)/V1(1));
    alfa_1=rad2deg(alfa1);
    %-----
    alfa2=atan(V2(2)/V2(1));
    alfa_2=rad2deg(alfa2);
    %-----
    angulos(13)=alfa_1;
    angulos(14)=alfa_2;
end
if i==7
    %vector 1
    V1=[(px(i,3)-px(i,4)) (py(i,3)-py(i,4))];
    %vector 2
    V2=[(px(i,5)-px(i,4)) (py(i,5)-py(i,4))];
    % Cálculo de ângulos *****
    alfa1=atan(V1(2)/V1(1));
    alfa_1=rad2deg(alfa1);
    %-----
    alfa2=atan(V2(2)/V2(1));
    alfa_2=rad2deg(alfa2);
    %-----
    angulos(15)=alfa_1;

```

```

    angulos(16)=alfa_2;
end
if i==8
    %vector 1
    V1=[(px(i,2)-px(i,3)) (py(i,2)-py(i,3))];
    %vector 2
    V2=[(px(i,3)-px(i,4)) (py(i,3)-py(i,4))];
    %vector 3
    V3=[(px(i,5)-px(i,4)) (py(i,5)-py(i,4))];
    % Cálculo de ângulos *****
    alfa1=atan(V1(2)/V1(1));
    alfa_1=rad2deg(alfa1);
    %-----
    alfa2=atan(V2(2)/V2(1));
    alfa_2=rad2deg(alfa2);
    %-----
    alfa3=atan(V3(2)/V3(1));
    alfa_3=rad2deg(alfa3);
    %-----
    angulos(17)=alfa_1;
    angulos(18)=alfa_2;
    angulos(19)=alfa_3;
end
if i==9
    %vector 1
    V1=[(px(i,2)-px(i,3)) (py(i,2)-py(i,3))];
    %vector 2
    V2=[(px(i,3)-px(i,4)) (py(i,3)-py(i,4))];
    %vector 3
    V3=[(px(i,5)-px(i,4)) (py(i,5)-py(i,4))];
    % Cálculo de ângulos *****
    alfa1=atan(V1(2)/V1(1));
    alfa_1=rad2deg(alfa1);
    %-----
    alfa2=atan(V2(2)/V2(1));
    alfa_2=rad2deg(alfa2);
    %-----
    alfa3=atan(V3(2)/V3(1));
    alfa_3=rad2deg(alfa3);
    %-----
    angulos(20)=alfa_1;
    angulos(21)=alfa_2;
    angulos(22)=alfa_3;
end
if i==10
    %vector 1
    V1=[(px(i,1)-px(i,2)) (py(i,1)-py(i,2))];
    %vector 2
    V2=[(px(i,3)-px(i,2)) (py(i,3)-py(i,2))];
    %vector 3
    V3=[(px(i,2)-px(i,5)) (py(i,2)-py(i,5))];
    % Cálculo de ângulos *****
    alfa1=atan(V1(2)/V1(1));
    alfa_1=rad2deg(alfa1);
    %-----
    alfa2=atan(V2(2)/V2(1));
    alfa_2=rad2deg(alfa2);
    %-----
    alfa3=atan(V3(2)/V3(1));
    alfa_3=rad2deg(alfa3);
    %-----
    angulos(23)=alfa_1;
    angulos(24)=alfa_2;
    angulos(25)=alfa_3;
end
if i==11
    %vector 1
    V1=[(px(i,1)-px(i,2)) (py(i,1)-py(i,2))];
    %vector 2
    V2=[(px(i,3)-px(i,2)) (py(i,3)-py(i,2))];
    %vector 3
    V3=[(px(i,2)-px(i,5)) (py(i,2)-py(i,5))];
    % Cálculo de ângulos *****
    alfa1=atan(V1(2)/V1(1));
    alfa_1=rad2deg(alfa1);
    %-----
    alfa2=atan(V2(2)/V2(1));
    alfa_2=rad2deg(alfa2);
    %-----
    alfa3=atan(V3(2)/V3(1));
    alfa_3=rad2deg(alfa3);
    %-----
    angulos(26)=alfa_1;
    angulos(27)=alfa_2;
    angulos(28)=alfa_3;
end
if i==12
    %*****
    pm1=[(px(i,2)+px(i,4))/2 (py(i,2)+py(i,4))/2];
    %*****
    %vector 1
    V1=[(px(i,1)-pm1(1)) (py(i,1)-pm1(2))];
    %vector 2
    V2=[(px(i,3)-px(i,2)) (py(i,3)-py(i,2))];
    %vector 3
    V3=[(px(i,4)-px(i,5)) (py(i,4)-py(i,5))];
    % Cálculo de ângulos *****
    alfa1=atan(V1(2)/V1(1));
    alfa_1=rad2deg(alfa1);
    %-----
    alfa2=atan(V2(2)/V2(1));
    alfa_2=rad2deg(alfa2);
    %-----
    alfa3=atan(V3(2)/V3(1));
    alfa_3=rad2deg(alfa3);
    %-----
    angulos(29)=alfa_1;
    angulos(30)=alfa_2;
    angulos(31)=alfa_3;
end
if i==13
    %*****
    pm1=[(px(i,2)+px(i,4))/2 (py(i,2)+py(i,4))/2];
    %*****

```

```

%vector 1
V1=[(px(i,1)-pm1(1)) (py(i,1)-pm1(2))];
%vector 2
V2=[(px(i,3)-px(i,2)) (py(i,3)-py(i,2))];
%vector 3
V3=[(px(i,4)-px(i,5)) (py(i,4)-py(i,5))];
% Cálculo de ângulos *****
alfa1=atan(V1(2)/V1(1));
alfa_1=rad2deg(alfa1);
%-----
alfa2=atan(V2(2)/V2(1));
alfa_2=rad2deg(alfa2);
%-----
alfa3=atan(V3(2)/V3(1));
alfa_3=rad2deg(alfa3);
%-----
angulos(32)=alfa_1;
angulos(33)=alfa_2;
angulos(34)=alfa_3;
end
end
sujeito=str2num(suj);
%-----
% Idade=input('idade do executante : ');
% altura=input('altura do executante : ');
% peso=input('peso do executante : ');
% caf=input('Código da actividade Fisica : ');
% sexo=input('género (M=1;F=0):');
%sex=str2num(sexo);
% IMC=peso/altura^2;
%
d1=56.363;d2=1.951;d3=0.381;d4=0.754;d5=10
.987;
% VO2=d1+d2*caf-d3*Idade-d4*IMC+d5*sexo;
% close all
% dados(1)=sujeito;
% dados(2)=sexo;dados(3)=Idade;
%
dados(4)=altura;dados(5)=peso;dados(6)=IMC;
% dados(7)=caf;dados(8)=VO2;
% xlswrite('Mobilidade.xls',dados,suj,'B2:l2')
%-----
ext='.txt';
coord=[px py];
savefile=['Mobilidade_' sujeito ext];
save(savefile,'coord','-ascii');
%-----
xlswrite('Mobilidade2.xls',angulos,sujeito,'J2:A
Q2')

```