



Universidade de Coimbra  
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

Maria Alexandra de Albuquerque André

Avaliação das dimensões do tendão calcâneo em atletas e sedentários  
Estudo exploratório

Coimbra  
2011



Universidade de Coimbra  
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

Maria Alexandra de Albuquerque André

Avaliação das dimensões do tendão calcaneano em atletas e sedentários  
Estudo exploratório

Coimbra  
2011



Universidade de Coimbra  
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física

Maria Alexandra de Albuquerque André

Avaliação das dimensões do tendão calcaneano em atletas e sedentários  
Estudo exploratório

Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biocinética do Desenvolvimento sob a orientação da Professora Doutora Paula Cristina Vaz Bernardo Tavares e Professor Doutor Carlos Alberto Fontes Ribeiro.

Coimbra  
2011

*Aos meus filhos Francisca e Manuel.*

# Agradecimentos

À Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra por proporcionar a realização da presente dissertação.

Aos Professores, Professora Doutora Paula Cristina Vaz Bernardo Tavares, e Professor Doutor Carlos Alberto Fontes Ribeiro, meus orientadores pelo apoio e orientação científica durante a execução da dissertação.

Ao Presidente da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, Mestre Jorge Manuel dos Santos Conde, por autorizar a vinda dos atletas à instituição que preside e por ter concedido a deslocação do equipamento de ecografia para a recolha de dados.

Ao Mestre Graciano Nobre Paulo, Vice-Presidente na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, Presidente da Comissão Científica do Departamento de Radiologia, pelo seu incentivo e por ter possibilitado a recolha de dados.

A todos os atletas da Equipa de Basquetebol Masculina e Feminina da Associação Académica de Coimbra e à Equipa de Basquetebol Masculina dos Olivais Coimbra pela disponibilidade e colaboração na recolha de dados.

Ao Fisioterapeuta Décio Temporário, ao Treinador Norberto Alves da equipa de Basquetebol Masculina da Associação Académica de Coimbra e ao Treinador Manuel Araújo da equipa de Basquetebol Feminina da Associação Académica de Coimbra pela disponibilidade e ajuda na conciliação de horários e organização dos jogadores para a recolha de dados.

Ao Mestre João Paulo Figueiredo, docente da unidade curricular de Estatística da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, pela sua disponibilidade e colaboração e esclarecimentos estatísticos.

Ao Mestre Mário Monteiro, Director do Departamento de Radiologia na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra pela sua ajuda e colaboração no acesso à recolha de dados.

À Mestre Joana Santos docente da unidade curricular de Equipamento e Instrumentação em Radiologia na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, pela ajuda incondicional, apoio e conselhos para a dissertação da tese.

À Maria Eugénia Escudeiro pelo incasável apoio e disponibilidade imprescindíveis para a realização desta Dissertação.

Aos alunos do 4º ano da Licenciatura em radiologia a realizar estágio de ecografia à data da recolha de dados pela colaboração e profissionalismo demonstrados.

Aos meus colegas de mestrado pelo encorajamento e pela partilha de experiências profissionais

# ÍNDICE GERAL

Índice de Figuras.....	8
Índice de Tabelas.....	10
Índice de Gráficos.....	11
Índice de Siglas e Abreviaturas.....	12
Resumo.....	13
Abstract .....	14
Introdução .....	15
I Estado da Arte.....	18
1 Tendão Calcâneo .....	19
1.1 Anatomia funcional da articulação Tíbio-Társica .....	19
1.2 Relações Anatômicas.....	21
1.3 Anatomia e Histologia do tendão .....	23
1.4 Anatomofisiologia do tendão .....	27
1.5 Biomecânica do Tendão Calcâneo.....	29
2 Condição física da adaptabilidade do tendão .....	31
3 Técnicas Imagiológicas utilizadas para avaliação do Tendão Calcâneo .....	32
3.1 Radiologia Convencional .....	32
3.2 Tomografia Axial Computorizada .....	35
3.3 Ressonância Magnética .....	36
4 Patologias do sistema músculo-esquelético .....	39
4.1 Mecanismos de lesão .....	39
4.2 Lesões do tendão calcâneo .....	40
4.3 Lesões do Tendão Calcâneo .....	42
4.4 Prevenção de lesões .....	46
5 Preparação física dos jogadores de basquetebol de alto rendimento .....	48
5.1 O Basquetebol e a relação com a biomecânica do Tendão Calcâneo .....	49
II Material e Métodos.....	53
1 Metodologia .....	54
Introdução.....	54
2 Critérios de qualidade para avaliação dos tendões .....	59
3 Técnica para avaliação .....	64
4 Resultados .....	67
4.1 Caracterização da amostra .....	67

4.2 Avaliação das medidas Transversais e antero-posterior .....	69
4.3 Dimensões transversais e antero-posterior dos desportistas face à etnia .....	73
4.4 Dimensões transversais e antero-posterior dos desportistas face à idade .....	74
4.5 Dimensões do tendão calcaneano dos desportistas face ao pé dominante .....	76
4.6 Dimensões bi-maleolares dos desportistas face à idade .....	78
4.7 Dimensões dos gastrocnemios dos desportistas face à idade .....	79
4.8 Dimensões do tendão calcaneano no grupo controlo face à idade .....	80
Conclusão .....	89
Referências Bibliográficas .....	90
Anexos .....	93

# Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> - Músculos da face posterior da perna .....	20
<b>Figura 2</b> – Face lateral e posterior dos músculos da perna .....	21
<b>Figura 3</b> - Bainhas tendíneas da articulação tíbio-társica .....	22
<b>Figura 4</b> - Dissecção do Tendão.....	22
<b>Figura 5</b> - Estrutura e composição do tendão.....	23
<b>Figura 6</b> - Suprimento sanguíneo do tendão revestido por sinovial.....	24
<b>Figura 7</b> – Ecografia vascular com Power Doppler do tendão calcâneo esquerdo com pé em flexão plantar e flexão dorsal visualizando o pedículo para irrigação do tendão. ....	25
<b>Figura 8</b> – Diagrama de um Tendão .....	26
<b>Figura 9</b> - Biomecânica na ruptura do tendão calcâneo .....	29
<b>Figura 10</b> - Curva típica força-alongamento numa avaliação da pressão do tendão. ....	30
<b>Figura 11</b> – Estudo radiológico de rotina da articulação tíbio-társica – projecção antero-posterior e lateral.....	33
<b>Figura 12</b> – Radiografia de perfil da Tibio-Társica.....	33
<b>Figura 13</b> - Radiografia de perfil da Tibio-Társica com ossificação completa do Tendão Calcâneo .....	34
<b>Figura 14</b> - Imagem de TC – Reconstrução Volume Redering,.....	35
<b>Figura 15</b> - Avaliação do Tendão Calcâneo por TC.....	36
<b>Figura 16</b> - Avaliação da tendão calcâneo por TC - plano sagital.....	36
<b>Figura 17</b> - Corte axial de RM da Tibiotársica ponderada em T2 .....	37
<b>Figura 18</b> - Corte Sagital de RM do TA .....	37
<b>Figura 19</b> - Calcificações no Tendão Calcâneo .....	42
<b>Figura 20</b> - Corte longitudinal do tendão calcâneo com tendinopatia .....	42
<b>Figura 21</b> - Esquema e Radiografia da articulação tibiotársica de perfil .....	43
<b>Figura 22</b> - Radiografia e Esquema da TT Perfil com ruptura completa do tendão.....	43
<b>Figura 23</b> - Corte sagital de RM ponderado em T2 supressão de gordura.....	44
<b>Figura 24</b> - Corte Sagital de RM ponderado em T1.....	45
<b>Figura 25</b> - Ecografia do ligamento perónio–astragalino.....	49
<b>Figura 26</b> - Ecografia do ligamento perónio-calcâneo .....	50
<b>Figura 27</b> - Função da marcha do tendão calcâneo do calcanhar ao 1º dedo do pé.....	51

<b>Figura 28</b> - Diagrama representativo do efeito de anisotropia .....	56
<b>Figura 29</b> - Imagem Ecográfica do tendão em corte longitudinal.....	56
<b>Figura 30</b> - Tendão flexor longo do 1º dedo da mão normal.....	57
<b>Figura 31</b> - Tendão em plano longitudinal .....	60
<b>Figura 32</b> - Corte transversal TA num individuo sedentário género masculino (IMC 22).....	60
<b>Figura 33</b> – Avaliação das dimensões do Tendão Calcaneano num plano longitudinal. Considerando a sua anatomia, pode ser normal, longo, curto.....	61
<b>Figura 34</b> - Interface dos tecidos moles assinalados com pontos brancos.....	62
<b>Figura 35</b> - Diagrama de Interface dos Tecidos Moles.....	62
<b>Figura 36</b> - Técnica Ecográfica aquisição em corte longitudinal do TA.....	63
<b>Figura 37</b> - Esquema ecográfico da aquisição em corte longitudinal do TA.....	63
<b>Figura 38</b> – Imagem de RM para visualização da ângulação do tendão calcaneano e posição da sonda com angulação para compensar o ângulo que faz o tendão.....	64
<b>Figura 39</b> - Técnica usada para avaliação das medidas do tendão no plano transversal .....	65

# Índice de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Atividades físicas relacionadas com lesões .....	41
<b>Tabela 2</b> - Tabela de classificação do IMC em adultos.....	58
<b>Tabela 3</b> – Variações médias de idade (anos), estatura (m) e massa corporal (Kg) dos desportistas e grupo de controlo.....	68
<b>Tabela 4</b> – Análise da diversificação de etnias da amostra, onde consta a etnia caucasiana e negra do grupo de atletas e desportistas .....	68
<b>Tabela 5</b> - Medida transversal esquerda do tendão calcaneano no grupo dos desportistas e no grupo de controlo.....	69
<b>Tabela 6</b> - Avaliação das medidas antero-posterior do tendão calcaneano direito, no grupo dos desportistas e controlo .....	69
<b>Tabela 7</b> - Correlação das dimensões transversais do TA no grupo dos desportistas.....	72
<b>Tabela 8</b> - Correlação das dimensões antero-posterior do tendão calcaneano no grupo de controlo .....	72
<b>Tabela 9</b> - Avaliação da dimensão transversal direita do tendão em relação às idades .....	74
<b>Tabela 10</b> - Avaliação da dimensão transversal esquerda do tendão em relação às idades.....	74
<b>Tabela 11</b> - Avaliação da dimensão AP direita do tendão em relação às idades.....	75
<b>Tabela 12</b> - Avaliação da dimensão AP esquerdo do tendão em relação às idades .....	75
<b>Tabela 13</b> - Avaliação média das dimensões do tendão em relação às idades .....	76
<b>Tabela 14</b> – Dimensão transversal dos tendões relativamente ao pé dominante .....	76
<b>Tabela 15</b> - Dimensão transversal dos tendões relativamente ao pé dominante .....	77
<b>Tabela 16</b> – Dimensão antero-posterior do tendão direito relativamente ao pé dominante....	77
<b>Tabela 17</b> - Dimensão antero-posterior do tendão esquerdo relativamente ao pé dominante	77
<b>Tabela 18</b> - Dimensões transversais do tendão no grupo de controlo por faixa etária .....	80
<b>Tabela 19</b> - Dimensões AP do tendão no grupo de controlo por faixa etária.....	81
<b>Tabela 20</b> - IMC em relação às medidas AP no grupo dos desportistas .....	82
<b>Tabela 21</b> - IMC em relação à medida transversal no grupo dos desportistas.....	82
<b>Tabela 22</b> - Avaliação das medidas antero-posterior e transversal em relação ao género no grupo dos desportistas.....	83
<b>Tabela 23</b> - Avaliação das medidas antero-posterior e transversal em relação ao género no grupo de controlo.....	84

# Índice de Gráficos

<b>Gráfico 1</b> – Género dos indivíduos constituintes da amostra, onde se inclui o grupo dos desportista e grupo de controlo do sexo masculino e feminino .....	67
<b>Gráfico 2</b> - Avaliação da medida transversal do tendão direito e esquerdo, no grupo dos desportistas e do grupo de controlo, onde se verifica sigificância no tendão esquerdo dos desportistas.....	70
<b>Gráfico 3</b> - Avaliação da medida Antero-posterior nos grupos dos desportistas e controlo do tendão calcaneano do lado esquerdo e direito, onde se verifica diferenças significativas no grupo dos desportistas em ambos os lados. ....	71
<b>Gráfico 4</b> – Dimensões transversal e antero-posterior do tendão calcaneano por etnia onde se verifica maiores dimensões no tendão no grupo de atletar de raça negra.....	73
<b>Gráfico 5</b> – Dimensões bi-maleolares por faixa etária .....	78
<b>Gráfico 6</b> – Dimensões dos gastrocnemios por faixa etária .....	79

# Índice de Siglas e Abreviaturas

AINEs	Anti-inflamatórios não esteroides
AP	Antero-Posterior
CMO	Conteúdo mineral ósseo
ED	“Emergency Department “
FS	Fat Sat – saturação de gordura em Ressonância Magnética
IIB	Fibras do sistema muscular
IMC	Índice de Massa Corporal
ME	Músculo esquelético
PA	Postero-anterior
RM	Ressonância Magnética
RX	Raios x
STIR	“Short Tau Inversions Recovery”
T1	Ponderação em RM
T2	Ponderação em RM
T2 FS	Sequência em T2 saturação de gordura
TA	Tendão Calcâneo
TC	Tomografia Computorizada
US	Ultrasons
VR	“Volume Rendering”
Kv	Kilovoltes
ESTESC	Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra

## Resumo

O tendão calcaneano é frequentemente solicitado nas várias modalidades desportivas sendo por esse motivo alvo de lesão nos atletas. Até ao momento não está demonstrado a correlação entre as alterações morfológicas induzidas pelo exercício e a lesão do tendão.

Assim o objectivo deste trabalho é analisar as dimensões tendão calcaneano por ecografia numa população de atletas de alto rendimento, da modalidade de basquetebol, e de um grupo de sedentários. Pretende-se avaliar se as dimensões do tendão alteram com a prática desportiva. Através da avaliação por ecografia e desta forma relacionar com o grupo de controlo a fim de perceber, se com a continuidade do esforço esse aumento poderá ser indício de patologia. Neste estudo foram avaliados 50 indivíduos, dois quais 25 eram desportistas e os restantes sedentários. Foram comparadas as dimensões do tendão no plano transversal e antero-posterior, em ambos os grupos, e verificou-se que há um aumento das dimensões do tendão ( $p < 0,05$ ), no grupo dos desportistas. Considerou-se as dimensões em diferentes etnias e observou-se que também há diferenças para o membro esquerdo, após se ter verificado que este era o pé dominante. Outros parâmetros avaliados durante o estudo foram as dimensões bi-maleolares e o perímetro do gastrocnémio, onde também não se verificaram diferenças. Os grupos em estudo mostraram-se homogéneos e equivalentes no que se refere à correlação entre o IMC e a medida antero-posterior do tendão, quando analisados por faixa etária.

As dimensões do tendão calcaneano são variáveis, podendo ser mais hipertrofico em atletas e não necessariamente ser tendinopatia. Concluí-se deste modo que a actividade desportiva leva a um aumento das dimensões do tendão calcaneano, podendo ser um índice de grande utilidade na avaliação de pré-lesão.

## Abstract

The calcaneal tendon is prone to injury in athletes of various sports. So far, however, the correlation between the morphological changes induced by exercise, and injury to the tendon, has not been evaluated.

The aim of this paper is to analyze the calcaneal tendon size (using ultrasound) in a population of basketball players, and a control group of sedentary individuals – thereby assessing how the tendon size is affected by physical activity. Through the ultrasound assessment, we also sought to observe whether the increase in size (as a result of continued physical effort) may be indicative of pathology, and thus relate to the control group.

This study evaluated 50 individuals, of whom 25 were athletes and the rest were sedentary. We compared the transverse and Antero-posterior dimensions of the tendon in both groups, and found that there was an increase in the size of the tendon ( $p < 0.05$ ) in the group of athletes. We considered the dimensions in different ethnic groups, and also observed that there are differences for the left limb, after verifying that this was the dominant foot. Other parameters evaluated during the study were the bi-malleolar dimensions and the perimeter of the gastrocnemius, where there were no differences. The study groups were homogeneous and equivalent with regard to the correlation between BMI and antero-posterior extent of the tendon, when analyzed by age group. The dimensions of the calcaneal tendon were variable, and may be more hypertrophy in athletes and not necessarily tendinopathy. We concluded therefore, that the sport leads to an increase in the size of the calcaneal tendon, which may be a useful index in pre-injury assessment.

## Introdução

O tendão calcaneano é considerado o mais forte e mais grosso tendão do corpo. O que não impede a sua vulnerabilidade a algumas lesões. Devido à posição anatómica do Homem, os músculos que contribuem para a sua formação têm diferentes funções inclusivamente fisiológicas. A título de exemplo o soleus plantar, músculo que permite a flexão da articulação túbio-társica contém uma grande porção de fibras tipo I, que têm a função de facilitar a posição do músculo e evitar que o corpo caia para a frente quando se encontra de pé. O gastrocnemios, que permite a flexão da articulação do joelho a contém fibras tipo IIB, permite movimentos vigorosos quer no salto quer na corrida.

O tornozelo, de todas as grandes articulações que sustentam o peso do corpo, é a mais frequentemente lesada, preferencialmente tendões e ligamentos, sofrendo lesões sem que haja fractura das estruturas ósseas.

O tipo de rupturas pode indicar o mecanismo da lesão pela posição do pé, a direcção e a intensidade da força aplicada e ainda a resistência das forças que compõem a articulação. Embora um exame clínico meticuloso possa avaliar o tipo e o mecanismo do traumatismo o exame radiológico é a base da avaliação do local e da dimensão da lesão.

A ruptura espontânea do tendão calcaneano pode ocorrer em praticantes ocasionais de actividades desportivas com idades compreendidas entre os 30 e os 40 anos, e em atletas com boa preparação física com idades até aos 20 anos. Relativamente aos atletas, ocorrem com maior frequência em desportos que envolvam velocidades muito explosivas ou um esforço máximo como basquetebol, ténis, basebol, entre outros.

O tendão calcaneano, considerado uma estrutura espessa e de grande resistência com sensivelmente 5 a 6 cm de comprimento, tem início sensivelmente no terço distal da perna. É constituído na porção distal, por fortes fibras, inserindo-se na porção inferior da face posterior do calcâneo onde se encontra profundamente situada a bolsa retrocalcaneal (Fornage et al, 1986)

A avaliação do tendão calcaneano tem sido “impedido” pela falta de técnica de imagem. O uso da clássica radiografia com baixa kilovoltagem para avaliação dos tecidos moles não pode ser usado como rotina, embora numa primeira abordagem da lesão este método seja utilizado (Fornage et al, 1986). Já a ecografia do sistema músculo esquelético é uma técnica que tem vindo a ganhar grande expansão nos últimos anos no que respeita à avaliação de alterações destas estruturas (Wayne W. Gibbon et al). Embora se utilize desde os anos 70, apenas

recentemente e com a evolução dos equipamentos é que foi possível o estudo de estruturas superficiais com sondas de alta resolução o que permite proceder a avaliações mais pormenorizadas das estruturas articulares. Esta técnica tem a vantagem de não utilizar radiação ionizante e ser um método fiável para o estudo de patologias do sistema músculo-esquelético. Com esta técnica é possível a avaliação contínua do tendão e relacionar com outras estruturas comparando com o lado contralateral. Este método é fiável na obtenção correcta das dimensões e determinar se as estas estão ou não de acordo com os parâmetros normais do tendão ou se existe alguma patologia associada.

O tornozelo é das articulações do corpo que mais facilmente sofre traumatismos, a mais frequente é a que resulta da inversão, isto é extensão forçada dos ligamentos laterais do pé que resulta do estiramento parcial ou total dos ligamentos, sendo o que se lesiona com mais facilidade é o feixe calcâneo-fibular, seguindo-se o talo-fibular

Alguns estudos comprovam que as rupturas do tendão acontecem com mais frequência do lado esquerdo do que do direito e isso é possível devido ao facto de haver uma grande prevalência da mão direita e na actividade física há um chamamento do membro inferior esquerdo quando se utiliza o membro direito (Maffulli et al, 1999), (Michael et al, 2002).

As patologias dos tendões resultam principalmente de traumatismos (rupturas), ou inflamação. Relativamente às rupturas estas podem ser completas ou incompletas. À ecografia as primeiras apresentam uma descontinuidade completa do tendão as incompletas tornam-se mais difíceis de diagnosticar mas no entanto há que fazer uma avaliação correcta para evitar que se venha a desenvolver uma situação de ruptura completa. Alguns estudos relatam uma sensibilidade de 94% para ultrasonografia no diagnóstico de rupturas parciais do tendão calcâneo (Rumack et al, 1999) outros defendem a ressonância magnética como método de eleição para estudo do tendão, sobre a ecografia (Rumark et al, 1998)

A etiologia das lesões é ainda pouco conhecida, mas em alguns estudos feitos, sabe-se que em atletas que pratiquem modalidades em que haja movimentos repetidos onde seja utilizado o tendão pode provocar variados tipos de lesões. Alguns autores defendem que os factores que podem fazer parte da etiologia das lesões são, flexibilidade insuficiente, género feminino, peso, equipamento não adequado, erros de treino, doenças sistémicas, entre outros (Alfredson et al, 2000).

Os exercícios de alongamento são defendidos como um método essencial para prevenir as lesões. O que alguns autores sugerem que haja um programa de treino que consiste em exercícios concêntricos e que aumentem até aos exercícios dinâmicos, esta prática deve iniciar o mais cedo possível para prevenir as lesões (Appel et al, 2002) Além do alongamento um

procedimento que os atletas devem ter é o aquecimento para diminuir a incidência de lesão. Um estudo efectuado a um grupo de jogadores de futebol de elite refere que as lesões diminuíram em 75%, com os exercícios de alongamento e aquecimento (Teramoto et al, 2008) Alguns autores prevêem que o aquecimento pode originar benefícios fisiológicos, quer na produção de oxigénio para um bom desempenho muscular e a vasodilatação produz um aumento da velocidade da circulação do sangue através dos tecidos moles (Woods et al, 2007) As lesões traumáticas causadas na prática desportiva profissional, amadora ou recreativa, representam um número considerável dentro dos problemas de saúde em ortopedia. Segundo a severidade traumática, pode ir desde leve até incapacitante (Redondo et al, 2006).

A escolha do Tendão Calcaneano para ser avaliado é devido ao facto de serem os membros inferiores os mais afectados, predominantemente a articulação tíbio-társica e pé (Hyland, et al, 2003).

Relativamente ao tendão calcaneano, estudos comprovam que é um local de lesões crónicas que ocorre em 20% de corredores e 9% em bailarinas (Hyland et al, 2003).

Os efeitos do aquecimento e do alongamento antes de qualquer prática desportiva, seja profissional ou não, é do conhecimento de todos que previne a incidência de lesões. Têm sido efectuados alguns estudos nesta área e conclui-se que há um aumento da força e contracção muscular, aumento da temperatura muscular o que o que implica uma melhor irrigação dos tecidos. O alongamento permite obter uma maior flexibilidade prevenindo deste modo as lesões. (Woods et al , 2007)

## **I Estado da Arte**

# 1 Tendão Calcaneano

## 1.1 Anatomia funcional da articulação Tíbio-Társica

O membro inferior destina-se à locomoção e é constituído por quatro segmentos articulados entre si, anca, a coxa, a perna e o pé.

A articulação do tornozelo e do pé são a articulação tíbio-társica, tibíio-fibulo-calcaneana ou do tornozelo e as articulações do pé que unem entre si os diferentes ossos do tarso, do metatarso e dos dedos.

A articulação tíbio-társica é a articulação que permite os movimentos entre a perna e o pé, e classifica-se como uma trocleartrose. As superfícies articulares encontram-se na face superior do talus, a troclea do talus e do lado da perna encontra-se um conjunto formado pelas extremidades inferiores da tibia e fibula, unidas por ligamentos anterior, posterior e interósseo.

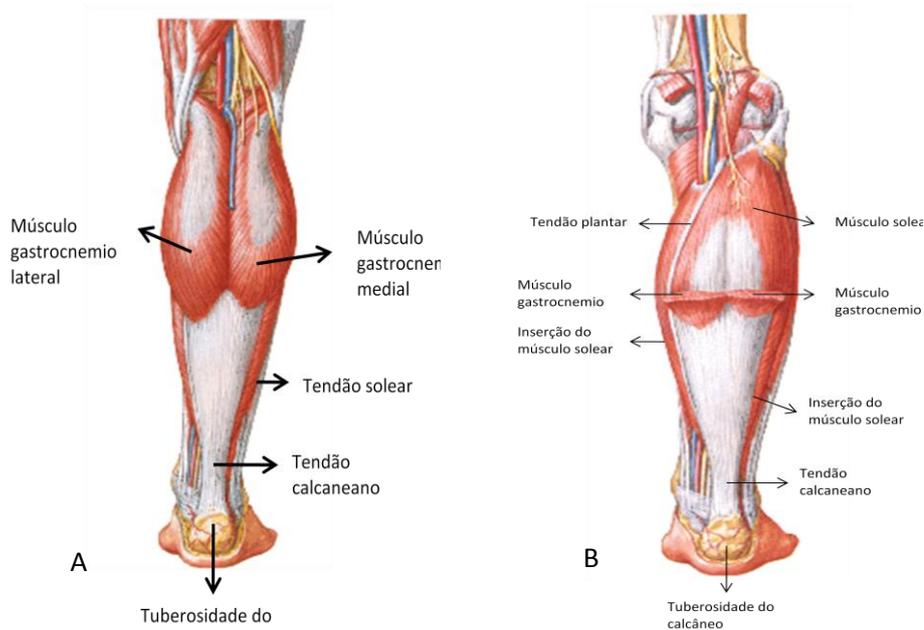
As estruturas que constituem a articulação do tornozelo, executam movimentos de flexão plantar, dorsiflexão, rotação externa e rotação interna. Todos os movimentos resultam da acção conjunta de vários músculos e ligamentos.

O Trícipite sural constitui uma massa muscular volumosa que dá um aspecto volumoso à face posterior da perna. É composto por três músculos – gastrocnemio medial, gastrocnemio lateral e soleus – que se inserem na tuberosidade do calcâneo por um tendão comum, Tendão Calcaneano.

Estes três músculos estão dispostos por duas camadas, uma profunda constituída pelo músculo soleus outra superficial constituída pelo gastrocnemio medial e lateral (Figura 1).

O soleus músculo situado posteriormente no plano profundo dos músculos posteriores da perna, insere-se em cima no fibula ao nível da cabeça e na tibia ao nível da linha oblíqua, o gastrocnemios inserem-se cada um deles no condilo femoral correspondente.

Os tendões de terminação dos gastrocnemios e do solear reúnem-se depois para constituir o tendão calcaneano que se insere na porção inferior da face posterior do calcâneo.



**Figura 1 - Músculos da face posterior da perna**

No esquema A podemos ver o músculo gastrocnémios com inserção na tuberosidade do calcâneo, no esquema B podemos ver a dissecação do músculo gastrocnémios (Imagens adoptada de Netter 2011)

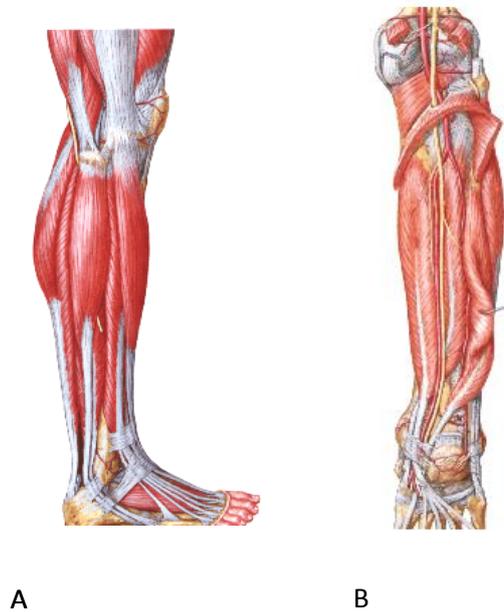
O tendão calcâneo considerado resistente a grandes tensões, é formado pela fusão da fascia superficial e profunda do trícipite sural (surae). Tendo umas dimensões que podem variar de 3 a 6 cm no seu comprimento consoante se trate de um tendão curto ou longo.

Os músculos posteriores da perna, como referido, são os músculos trícipite sural que forma o tendão calcâneo, músculo plantar, músculo popliteo, flexor longo comum dos dedos, flexor peroneal. Num plano superficial encontra-se o trícipite sural e o músculo plantar e num plano profundo o músculo popliteo em cima, em baixo indo de dentro para fora o músculo flexor longo comum dos dedos, o músculo tibial posterior, e o músculo longo flexor próprio do Halux (Figura 1 e 2)

Relativamente ao gastrocnemius, faz-se a distinção em medial e lateral e a sua inserção superior é no côndilo femoral correspondente.

O músculo soleus encontra-se anterior ao gastrocnemios e insere-se superiormente na fibula e tibia ao nível da linha oblíqua. Unindo as inserções tibiais e peroneais do solear existe uma arcada fibrosa, a arcada solear, onde vão passar os vasos popliteos e o nervo ciático popliteo medial (figura 2).

O músculo plantar delgado é fino e insere-se superiormente na porção mais elevada do côndilo externo do fêmur e na cápsula da articulação do joelho, o tendão coloca-se no lado interno do tendão calcaneano indo inserir-se na face posterior do calcâneo.



**Figura 2 – Face lateral e posterior dos músculos da perna**

No esquema A podemos observar a face lateral da perna com o músculo gastrocnémios posteriormente, lateralmente o músculo e tendão fibular, anteriormente o músculo tibial anterior no esquema B observamos a face posterior da perna com o arco tendineo do soleus, nervo tibial, músculos e tendões flexores dos dedos e halux (Imagens adoptada de Netter 2011)

## 1.2 Relações Anatómicas

A fascia aprofunda da perna é imediatamente superficial à estrutura que envolve o tendão e funde-se com ele próximo do calcâneo formando como que um retináculo para o tendão Contribui para formar a curvatura anterior do tendão e previne a extensão exagerado deste durante a flexão plantar do pé.

O nervo sural encontra-se em contacto com a superfície do tendão e estende-se lateralmente no bordo do tendão, aproximadamente 10 cm acima da sua inserção.

Próximo da inserção encontram-se duas bursas, uma superficial entre a pele e o tendão que permite o movimento da pele e outra mais profunda (retrocalcaneana), entre o tendão e a tuberosidade superior do calcâneo que permite os movimentos do tendão, como se pode observar na figura 3

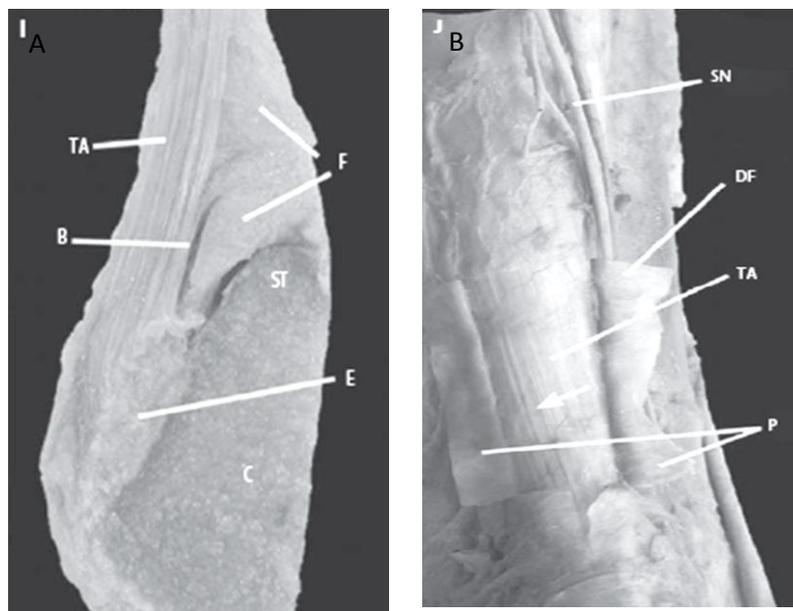
Estas bursas encontram-se cheias por líquido claro e viscoso e no estado normal – sem lesões – movimentam-se para dentro e para fora do recesso adiposo (Kager's pad) Elas influenciam o ângulo da inserção do tendão em diferentes posições do pé.

O recesso adiposo que nos referimos é uma protusão de gordura na bolsa retrocalcaneal em forma de cunha e que representa, então uma almofada de tecido adiposo – Kager's pad – entre o músculo flexor longo do hálux e o tendão calcaneano. As dimensões desta estrutura diferem no pé do adulto e da criança.



**Figura 3** - Bainhas tendineas da articulação tíbio-társica

Na figura visualizamos a face lateral da articulação tíbio-társica com as bainhas dos tendões longo e curto do músculo fibular e anteriormente as bainhas dos tendões extensores dos dedos e hálux (Imagens adoptada de Netter 2011)



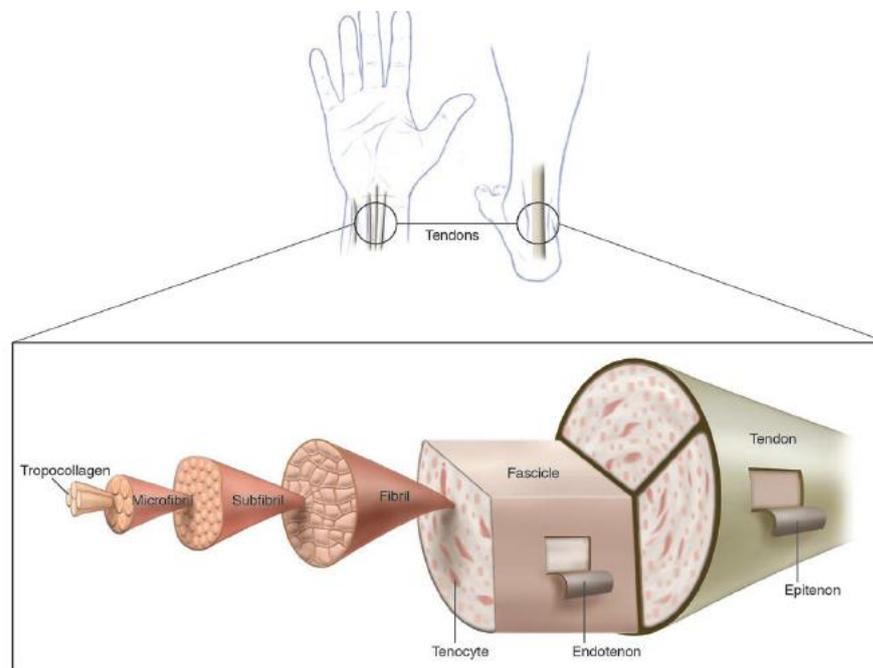
**Figura 4** - Dissecção do Tendão

A -Corte sagital com a inserção do tendão; B - Face posterior do tendão relação com peritendão; TA- Tendão Calcaneano, F- recesso adiposo, ST- tuberosidade do calcâneo, E- entesopatia junto da inserção, C- calcâneo SN- nervo sural, DF- soleus, P- paratendão. (Maffulli, Nicola 2007)

### 1.3 Anatomia e Histologia do tendão

Os tecidos conjuntivos caracterizam-se morfológicamente por apresentarem diversos tipos de células, separadas por abundante matéria intercelular, sintetizado por elas. As fibras do tecido conjuntivo são de três tipos principais, colagénio, elásticas e reticulares

O tecido conjuntivo fibroso pode-se classificar como tecido fibroso denso ou laxo, dependendo da organização das fibras. O tecido fibroso denso por sua vez classifica-se em tecido organizado ou desorganizado, depende também da orientação das fibras, neste tipo as fibras de colagénio orientam-se em feixes paralelos, são eles os tendões, ligamentos e aponevroses, possuem uma grande força de tensão e são constituídos na sua maioria por fibroblastos.



**Figura 5** - Estrutura e composição do tendão  
Aslan, et.al., 2008

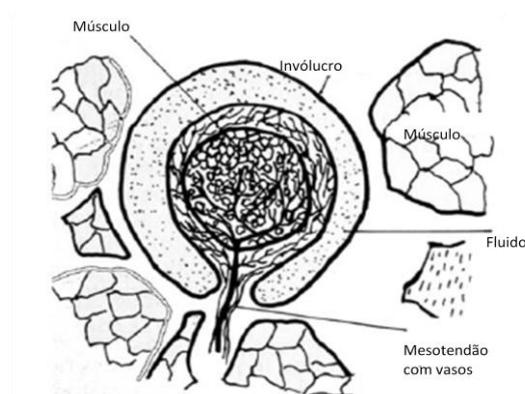
A unidade proteica que se polimeriza para formar fibrilhas de colagénio, é caracterizada por ser uma molécula alongada, designada por tropocolagénio.

Por sua vez estas moléculas com as quais se constituem as fibrilhas, são formadas por três cadeias peptídicas enroladas em hélice da esquerda para a direita (figura 5). As fibras de colagénio são distribuídas em diferentes padrões sem orientação, quando o tendão se encontra relaxado (figura 8), e se a tensão aumenta numa determinada orientação as fibras ordenam-se paralelamente (Maffulli, 2005).

Os tendões são então faixas de colagénio flexíveis que unem o músculo ao osso, são formados por moléculas de tropocolagénio que se encontram alinhadas para formar uma microfibrilha. Subsequentemente as microfibrilhas juntam-se em feixes paralelos para formar subfibrilhas e a seguir fibrilhas. As fibrilhas encontram-se unidas em fascículos por tecido conjuntivo laxo, endotendíneo (Figura 5), que tem por função servir de apoio para vasos sanguíneos, nervos e vasos linfáticos (Whiting, 2001).

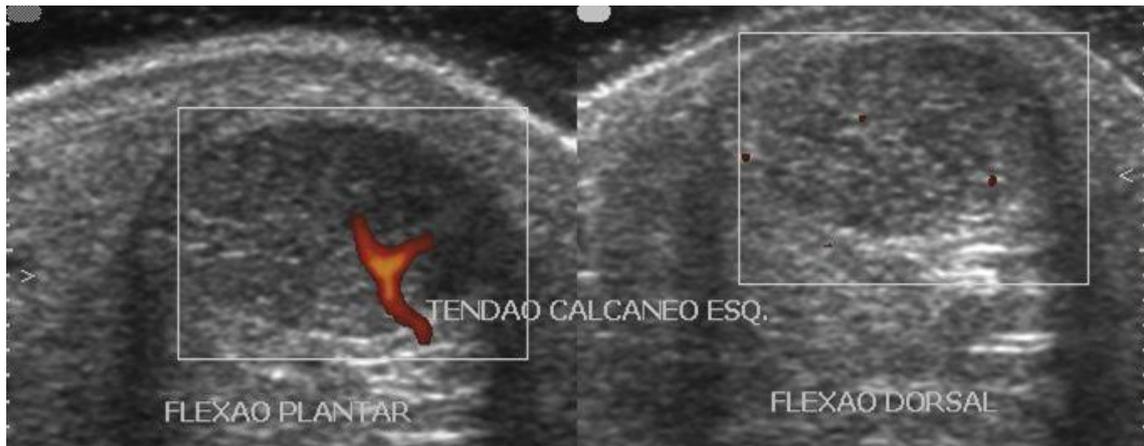
A superfície do tendão pode ser coberta por epitendíneo que é como que uma bainha que actua como uma polia e determina o trajecto à volta das superfícies irregulares, como ocorre nos tendões flexores da mão. Quando o tendão não está revestido por epitendíneo e o movimento é numa superfície recta há a presença de um tecido laxo, peritendão, que contém vasos sanguíneos para irrigar esta estrutura.

Relativamente à vascularização do tendão esta procede de diferentes pontos, no seu extremo ósseo pelos vasos periosteos, no seu extremo muscular pelos vasos musculares e na zona central pelos vasos que aportam o paratendão. A área de menor suprimento encontra-se 2 a 6 cm acima da inserção do tendão (Maffulli, 2005). O suprimento sanguíneo muitas vezes é comprometido por situações patológicas da articulação, como fricção repetida, compressão, entorse, esta situação verifica-se principalmente em tendões como o tibial posterior, tendão calcaneano e supra-espinhoso na articulação do ombro (Maffulli, 2007). A sua nutrição é dada por vasos que entram pela face anterior do tendão visíveis ao Doppler, sendo estas estruturas pouco vascularizadas, que em condições normais não se observa vasos no seu interior, nos estudos com Doppler e Power Doppler. No entanto o Doppler e o Power Doppler podem mostrar vascularização em tendões normais em grandes desportistas que poderá estar relacionado com uma resposta fisiológica do tendão à sobrecarga e não com alterações patológicas.



**Figura 6** - Suprimento sanguíneo do tendão revestido por sinovial (Middleton, 2005)

A avaliação da irrigação do tendão calcaneano por eco requer que se utilize uma sonda de acta frequência para se poder avaliar correctamente o pedículo vascular. Outro facto importante a ter em consideração é o posicionamento do pé durante a avaliação, este tem que estar em flexão plantar para que não se perder a estrutura vascular. O pé em flexão dorsal não permite a visualização do pedículo (figura 7).



**Figura 7** – Ecografia vascular com Power Doppler do tendão calcaneano esquerdo com pé em flexão plantar e flexão dorsal visualizando o pedículo para irrigação do tendão. Imagem cedida pelo Dr. Mauro Brandão, Médico Radiologista

Os tendões são constituídos essencialmente por fibras de colagénio, assim chamadas porque no seu estado fresco são brancas conferindo essa cor aos tecidos nos quais predominam (Junqueiro e Carneiro, 1982)

Em muitos tecidos as fibras de colagénio aparecem agrupadas numa posição paralela formando feixes de fibras e por serem longas e de trajecto tortuoso, por vezes não é fácil serem estudadas (Junqueiro e Carneiro, 1982)

Os tendões têm, como referimos, um aspecto esbranquiçado e pouco vascularizados. São compostos por fibra de colagénio Tipo I na sua maioria numa matriz extracelular composta por mucopolisacaridos. O tendão é constituído por 30% de fibras de colagénio e 2% de elastina envolta em matriz extracelular contendo 68% de água e tenocitos. A elastina é um dos componentes do tendão e contribui para a sua flexibilidade.

Ligamentos e tendões diferem de outros tecidos conjuntivos por o seu principal constituinte serem fibras de colagénio do Tipo I. Os tendões são uma parte integral da unidade do sistema músculo-esquelético, a sua principal função é transmitir forças e ligar os músculos aos ossos produzindo movimento. São estruturas mais fortes do que os músculos e estão sujeitos a

forças de pressão que podem ir até 17 vezes o peso do corpo como por exemplo o tendão patelar Agem como amortecedores e armazenadores de energia que ajudam a manter a postura através das suas propriedades proprioceptivas.

O tendão tende a concentrar a pressão causada pelo músculo numa pequena área, tendo a capacidade de alterar a direcção de pressão no músculo. A taxa de movimento exercida á junção musculo-tendinosa e a força aplicada ao tendão determinam a orientação das fibras relativamente ao eixo do tendão.

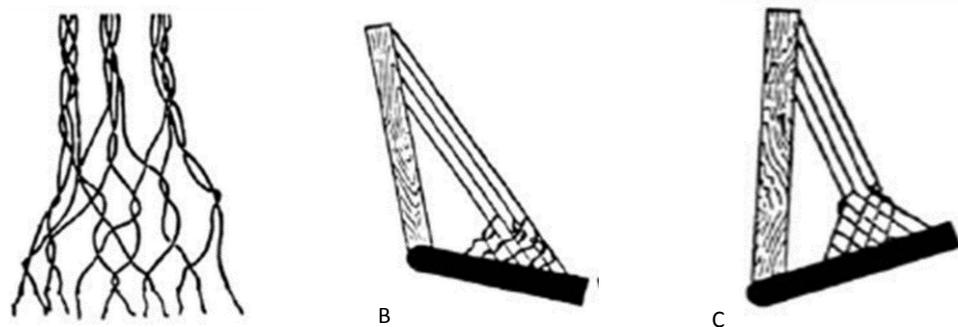
As propriedades viscoelásticas proporcionam resistência ao fluxo e afectam a relação de stress-sobrecarga

O alongamento do tendão depende do número, tamanho e orientação das fibras de colagénio e estas características dependem da espessura e organização internadas fibrilhas, como se pode verificar na figura 8.

Como todos os tendões, o tendão calcaneano é constituído por fibras de colagénio tipo I o que lhe confere uma considerável elasticidade, na ordem dos 50-100N/mm (Mafulli, 2007). O tendão é constituído por fibroblastos e matriz extracelular, no qual estão imersas proteínas fibrosas de colagénio e elastina, proteoglicanas, glicoproteínas e mucopolissacarídeos. O colagénio tipo I é o maior componente da matriz extracelular, compreendendo cerca de 86% a 95% do peso seco do tendão. As fibrilhas de colagénio são longas e cristalinas e encontram-se alinhadas, o que lhes confere resistência mecânica para forças de tracção (Figura 8)

Fibrilhas individuais não se estendem individualmente pelo tendão a sua pressão transfere-se entre elas. Este tipo de matriz amorfa em que as fibras estão envolvidas sugerem ser de colagénio tipo VI e decorina (leucina) estas e outras moléculas estão presentes no tendão calcaneano e têm um alto rendimento em termos de actividade desportiva

Na figura 8 representa-se a “*toe region*”, ponto em que as fibras do tendão se apresentam com um aspecto em prega, que corresponde em termos biomecânicos ao início do alongamento do tendão.



**Figura 8** – Diagrama de um Tendão

A - Inserções tendinosas onde se verifica um entrançado de fibras, neste ponto as fibras do tendão não estão sujeitas a qualquer tensão. B e C – Diferentes posições das fibras quando o tendão é submetido a diferentes tensões. (Middleton, 2005)

Os músculos fusiformes exercem grande tensão no tendão, em relação os músculos de configuração peniforme devido ao facto de se inserirem no eixo longitudinal. Assim se os feixes se encontram oblíquos então a tensão dissipa-se lateralmente em relação ao eixo do tendão.

A avaliação dos tendões têm despertado interesse a alguns autores no que diz respeito à sua constituição, mas alguns detalhes e variações não se tem dado a devida atenção principalmente a estruturas de menores dimensões.

Se tivermos em atenção que as fibras do tendão normalmente são descritas como tendo uma orientação paralela às fibras de colagénio, até que a avaliação microscópica demonstrar que o interior do tendão é constituído principalmente por fibrilhas longitudinais com algumas fibrilhas de colagénio horizontais e transversais (Mafulli, 2005).

Os tendões podem variar na forma e tamanho, podem ser lisos e planos ou arredondados, podem-se encontrar na origem ou inserção do músculo e podem formar intersecções tendinosas com o músculo anexo a alguns tendões. Os tendões podem-se encontrar intracapsulados, por exemplo a longa porção do tendão do bíceps e o músculo poplíteo, estão revestidos pela membrana sinovial da articulação, esta reveste o tendão dentro da articulação e estende-se até uma distância variável.

## **1.4 Anatomofisiologia do tendão**

Tendões e ligamentos são frequentemente lesionados durante actividades desportivas.

As lesões do tendão e ligamentos são consideradas o maior desafio na área da ortopedia e medicina desportiva (Aslan et al, 2008), devido ao facto de esta ser uma estrutura com pouca capacidade de regeneração.

Tanto os tendões como os ligamentos são similares na sua constituição e na maioria das vezes os estudos referem-se a estas estruturas da mesma forma tendo em conta os processos que provocam estados patológicos tanto como os processos de regeneração.

A neoformação do tendão, conceito usado por alguns autores quando se faz referência ao processo de regeneração dos tendões e ligamentos (Aslan et al, 2008), em situação de lesão destas estruturas pode causar instabilidade resultando a degeneração do tecido e degeneração das articulações. Normalmente as lesões na generalidade dos tendões têm início através de um processo traumático ou inflamatório no tecido tendinoso ou nos tecidos

adjacentes, as patologias incluem, tendinites, bursites, epicondilites, ruptura completa do tendão, e onde elas acontecem mais comumente é na coifa dos rotadores, tendão calcâneo, tendões flexores da mão, ligamentos cruzados no joelho.

De estudos efectuados leva-se a concluir que a patogenia do tendão calcâneo ainda está pouco esclarecida, no que se refere à ruptura completa do tendão, autores defendem que se relaciona com degeneração outros tomam posições contrárias e afirmam ser excesso de carga que provoca lesões a nível da inserção e junção miotendinosa. Ambas as questões são colocadas em relação a este tipo de lesão, degeneração crónica do tendão, ou deficiência que inibe o mecanismo na união musculo-tendinosa. No entanto o fraco suprimento sanguíneo nos tecidos que tende a aumentar com a idade resulta num processo de degeneração. (Leppilahti. et al, 1998)

A tendinite crónica também com patogenia e etiologia desconhecida caracteriza-se por um processo infiltrativo de células inflamatórias que não se observa à biopsia (Alfredson et.al 2000). Estudos efectuados consideram que o local de degeneração determina-se por tendinite. Contudo o termo “degenerativo”, está associado a uma série de variações histológicas como degeneração hialina, degeneração do tecido adiposo, calcificações anormais do tendão calcâneo, ruptura anormal do tendão, o que pode

## 1.5 Biomecânica do Tendão Calcaneano

A acção dos tendões é a contracção e emissão de forças que permitem ao esqueleto movimentar-se. Deste modo o tendão não deverá ter ligações rígidas entre o osso e o músculo, mas ter propriedades viscoelásticas que permitam que se movimente e que possa sofrer alguma elasticidade e pressão.



**Figura 9** - Biomecânica na ruptura do tendão calcaneano  
Observa-se em ambas imagens o movimento que pode levar á ruptura, desde o processo inicial da lesão até à ruptura completa  
(Rocco, 2007)

As propriedades dos tendões relacionam-se com a transmissão de força muscular que actuará no osso, como armazenamento de energia que irá ser utilizada na energia propulsora, e como dissipador de energia funcionando como amortecedor. Possibilita que o volume muscular esteja longe da articulação não interferindo no movimento articular.

São várias as alterações do tendão no exercício, considera-se o aumento da capacidade de suportar forças de compressão e tensão, alterações adaptativas e reparativas, alteração da sua estrutura, quer seja a nível das propriedades mecânicas ou da sua composição química e aumento da síntese de colagénio tipo I, a partir do prócolagenio extracelular.

Num estudo efectuado in vitro, realizado por Maffuli, (2007) foram usadas metodologias que se baseavam no alongamento de um espécime de tendão isolado. Durante os testes realizados observaram-se quatro regiões diferentes na curva de força-alongamento produzida pelo tendão (Figura 9)

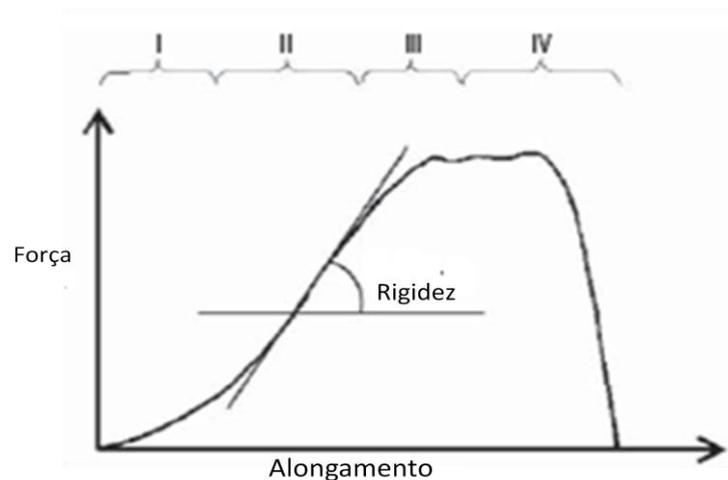
A região I refere-se a uma região de um tendão normal, associada a uma força que não lesiona as fibras que o constituem, em seguida na região II exerce-se uma determinada pressão em que as fibras ficam todas alinhadas e na porção final deste ponto algumas fibras começam a sofrer alterações, seguindo para a região III, em que o alongamento aumenta e verifica-se uma ruptura de uma forma imprevisível, na região IV há uma ruptura total das fibras. Todas estas fases aqui verificadas acontecem durante a força de propulsão, mas há que ter em conta que a

curva pode obter formas diferentes consoante a tendão utilizado, a imagem 9 refere-se a um a curva clássica de uma carga de tensão.

Na avaliação da biomecânica do tendão alguns autores (James, et al, 2008) fazem referência a três regiões de curvas distintas, uma primeira curva designada por “*Toe region*” que corresponde a uma deformação inicial do tendão, em que as fibras ainda se apresentam com um formato em “*zig-zag*”, este padrão desaparece quando sob tensão e reaparece quando o tendão é libertado. Isto acontece em parte devido às fibras de elastina. Imediatamente a seguir à curva inicial – *toe region* – apresenta-se uma curva linear, “*Linear region*” aqui a inclinação da curva é constante, esta fase refere-se ao “*Modulo de Young*”, ou ao ponto de rigidez, que alguns autores referem também “*stress-strain*” (Maffulli, 2005). Para além da região linear as fibras de colagénio entram em falência e a ruptura acontece.

As propriedades mecânicas dos tendões relacionam-se com as características mecânicas das fibras de colagénio. A viscoelasticidade do tendão resulta da complexa interacção entre os vários componentes depende também da idade e actividade (James, et al, 2008) outros autores referem que depende ainda da temperatura, no sentido em que quando a temperatura é mais elevada, a rigidez e o *Modulo de Young* diminuem (Magnusson. et al, 2003).

Na avaliação biomecânica do tendão, é na região linear, ponto onde a inclinação da curva é constante, que se estuda o comportamento do tendão seja a tensão, rigidez, relaxamento, viscolasticidade (James, et al, 2008).



**Figura 10** - Curva típica força-alongamento numa avaliação da pressão do tendão.

A figura representa a tensão que se pode exercer no tendão que vai desde a fase I, em que se começa a exercer pressão no tendão passando pela fase II e III até à IV que é a tensão que provoca ruptura do tendão.

(Maffulli, 2005)

## 2 Condição física da adaptabilidade do tendão

A saúde é definida como um estado de completo bem-estar físico, mental social e espiritual de acordo com a OMS. O estado nutricional de um indivíduo é importante para que se desenvolva uma actividade física com alto rendimento.

A saúde e aptidão física são qualidades que estão relacionadas com a prevenção da maioria das doenças e lesões a nível do sistema músculo-esquelético.

Quando se fala em aptidão física normalmente somos levados a relacionar esta condição com composição corporal que inclui aptidão músculo-esquelética, força muscular, resistência muscular e flexibilidade (Nieman, 1999).

É abordado em vários estudos que o IMC pode afectar a normal actividade física no que respeita ao sistema músculo-esquelético - não descorando os outros sistemas – pois a má condição física leva a que os indivíduos se tornem menos activos, isto acontece quando o IMC atinge um valor inferior ou igual a 18,5, e esta inactividade pode provocar lesões.

Alguns autores afirmam que os tendões são sensíveis tanto ao treino como à falta de movimento, (Whiting, 2001). Durante o exercício há uma adaptabilidade dos tendões e ligamentos às cargas tornando-os maiores e hipertrofiados ou modificam as suas propriedades materiais ao adquirirem uma maior força por unidades de área. A actividade diária normal é suficiente para manter cerca de 80 a 90% do potencial mecânico dos ligamentos, já o exercício físico pode ter o potencial de aumentar a força e a rigidez dos ligamentos em mais 10 a 20%.

Em relação aos tendões dispõe-se de menos informação em relação às suas adaptações ao exercício. O que se sabe é que o exercício pode provocar um aumento e tamanho das fibras de colagénio quando comparado com grupos sedentários. Por sua vez, a imobilização articular leva a uma atrofia muscular, provocando uma deterioração a nível dos tendões e ligamentos o que provoca uma perda global na força e rigidez destas estruturas

As propriedades mecânicas e a composição dos tendões são também influenciadas pela idade. Whiting, (2001), demonstrou que antes da maturidade do sistema músculo-esquelético os tendões e ligamentos são ligeiramente mais viscosos e relativamente mais complacentes.

## **3 Técnicas Imagiológicas utilizadas para avaliação do Tendão Calcaneano**

A avaliação das estruturas do sistema músculo-esquelético têm sido alvo de grandes evoluções no que respeita à utilização de equipamentos que permitam fazer o diagnóstico de variadas lesões. Os tendões são as estruturas que mais lesões sofrem em comparação com as restantes estruturas do sistema músculo-esquelético, daí que os métodos para avaliação sofram alterações no sentido de melhorar a qualidade de diagnóstico

Para avaliação do tendão calcaneano, é importante um correcto conhecimento da anatomia e da sua função. As técnicas utilizadas vão desde a Radiologia geral (radiografia), passando pela Ecografia (US), Tomografia Computorizada (TC) e Ressonância Magnética (RM).

Na oferta de todas estas técnicas cabe ao profissional de saúde decidir qual o método correcto para cada situação, pois como é do conhecimento geral cada método tem a sua especificidade, tendo em consideração a hierarquia dos exames.

A utilização de técnicas adequadas para avaliação das estruturas tendinosas têm tido muita projecção devido aos bons resultados obtidos, técnicas essas que são, US e RM são os mais solicitados quando se trata de avaliar o sistema músculo-esquelético.

### **3.1 Radiologia Convencional**

Inicialmente a utilização da Radiologia Convencional teve muita aceitação até aparecerem novas técnicas que a pouco e pouco o vão substituindo.

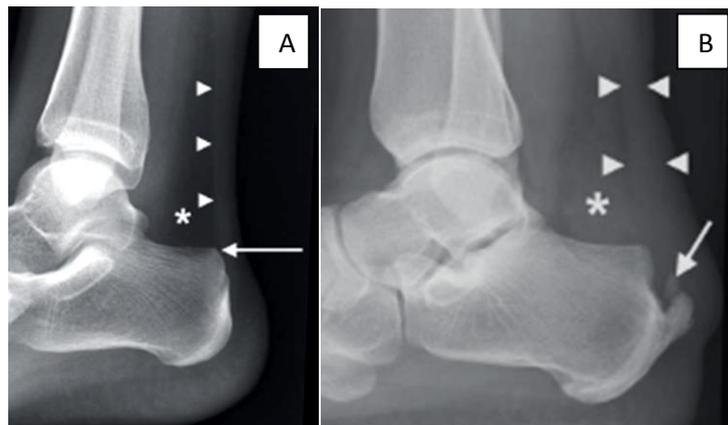
A Radiologia geral tem grande diferenciação quando se trata de avaliar estruturas ósseas ou articulações principalmente na área da traumatologia, no entanto, em relação à avaliação dos tecidos moles esta técnica é muito limitada.

A utilização de radiação ionizante torna-a mais limitada em situações onde seja necessário fazer um controlo das lesões ou avaliações contínuas. Poder-se-á considerar algumas vantagens quando se trata de rapidez para execução do exame e com resultados imediatos, baixo custo, acesso simples, tendo em atenção que esta técnica é mais indicada para avaliação de estruturas ósseas, como representado na figura 11.



**Figura 11** – Estudo radiológico de rotina da articulação tíbio-társica – projecção antero-posterior e lateral  
(Fonte própria)

Tendo em consideração as limitações desta técnica, de qualquer forma, não se pode descurar a radiologia geral, por ser uma técnica de primeira linha. Numa radiografia de perfil da articulação tíbio-társica pode-se avaliar o tendão calcaneano e as estruturas adjacentes, como o recesso adiposo que se verifica como uma interface na face anterior e deste modo avaliar algumas patologias entre elas as rupturas, tendinites, processos inflamatórios. Estas podem obscurecer a interface permitindo deste modo levar ao diagnóstico. Para avaliação do tendão por RX é importante que se use na técnica uma KV baixa e pouco tempo de exposição para se poder distinguir os tecidos moles (Figura 12).



**Figura 12** – Radiografia de perfil da Tibio-Társica  
A - Margem anterior do TA e o triângulo de Kager's;  
B - Espessamento do tendão, bursite, ossificação distrofica na inserção;  
(Maffulli, 2005)

A radiologia geral permite ainda avaliar fracturas, calcificações, ossificações, do tendão e tecidos adjacentes. É mais raro mas acontece, a ossificação em massa (calcificação do tendão) do tendão em situações em que tenha havido tendinopatias (Figura 13).



**Figura 13** - Radiografia de perfil da Tibio-Társica com ossificação completa do tendão calcaneano (Maffulli, 2005)

A utilização do produto de contraste para avaliação dos tecidos moles é limitada no que respeita à informação acerca de alterações do tendão. Como se sabe a radiografia permite uma aquisição de imagem rápida, e permite obter imagens do tendão calcaneano e das estruturas adjacentes, como o recesso adiposo.

A avaliação do tendão calcaneano antes da radiologia convencional era feita com uma avaliação clínica, em que alguns sintomas poderiam levar ao diagnóstico, como história clínica do doente. A depressão no tendão é suspeito de ruptura, o teste de Thompson em que a pressão na porção média do gastrocnemios não faz a flexão plantar e a incapacidade de o doente se manter em “bicos dos pés”. Com a evolução de algumas tecnologias começou-se a usar mais os meios de diagnóstico para estudo das estruturas do sistema músculo-esquelético e uma das técnicas para avaliação do TC era o uso da radiologia convencional com baixa dose em que se obtinham imagens onde se pudesse observar os tecidos moles das estruturas em causa como se pode verificar na imagem 12, (Maffulli, Nicola, 2005)

Para uma avaliação da articulação tíbio-társica são adquiridas imagens em dois planos, que convencionalmente se designam por antero-posterior (AP) e perfil.

As aquisições de imagem da articulação num plano antero-posterior projectam a porção distal da articulação da tíbio-társica onde se terá que visualizar a porção distal da tíbia e perónio e a porção proximal dos ossos do tarso. O espaço articular entre estas estruturas não deve estar aberto o que permite afirmar que não há ruptura de ligamentos ou outro tipo de lesão, deste modo torna-se importante executar o exame numa posição anatómica correcta. Os critérios de

qualidade a ter em atenção são o espaço articular, visualizar uma ligeira sobreposição no espaço túbio-peroneal, o astragalo ligeiramente sobreposto à tibia, e a visualização dos malelos laterais. Na projecção de perfil o pé deve-se manter em dorsiflexão e lateral sem rotação. Este plano permite uma avaliação mais precisa das estruturas que constituem a articulação onde se deve visualizar a articulação entre a tibia e o astragalo, e o perónio sobreposto à metade posterior da tibia. Verifica-se no plano de perfil a interface entre o bordo anterior ao tendão e o recesso adiposo, em situações de lesão estas estruturas podem não ser visíveis

### 3.2 Tomografia Axial Computorizada

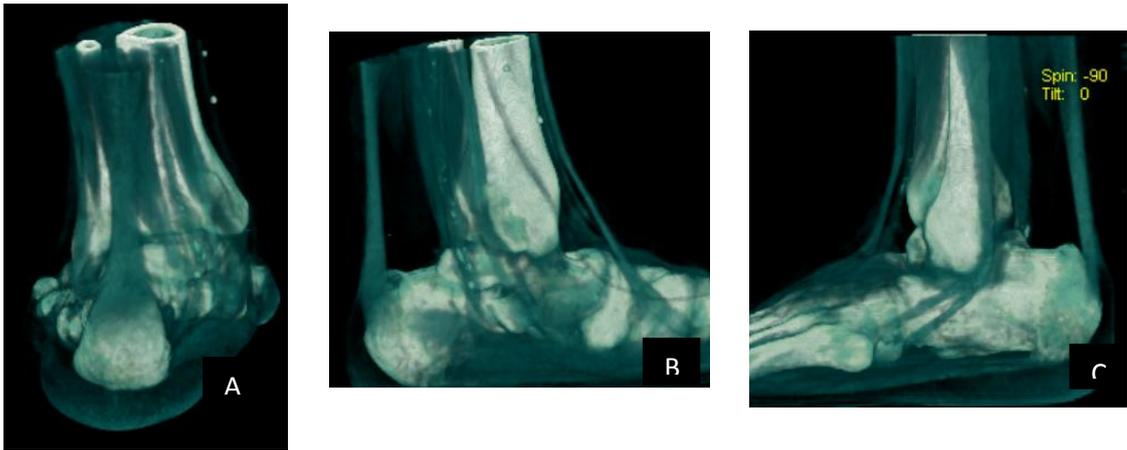
A informação dada pela TC é baixa para avaliação quer das dimensões do tendão quer de algumas lesões. A TC é um método de imagem sensível à avaliação de calcificações intratendinosas ou de detecção de lesões antigas onde já exista calo ósseo.

Este método usa radiação ionizante o que também torna limitado o seu uso, além de não permitir uma avaliação correcta das estruturas tendíneas e ligamentares que compõem as articulações.



**Figura 14-** Imagem de TC – Reconstrução *Volume Redering*, Reconstrução onde se elimina estruturas vasculares e músculo  
A – Tendão calcaneano - face lateral, B – Tendão calcaneano - face posterior  
(Fonte própria)

A TC apesar de não ser o método de eleição para avaliação de estruturas que compõem os tecidos moles do sistema músculo-esquelético permite-nos com softwares avançados proceder a reconstruções designadas por volume rendering (Figura 14 e 15) permitindo ter uma percepção das estruturas tendíneas.

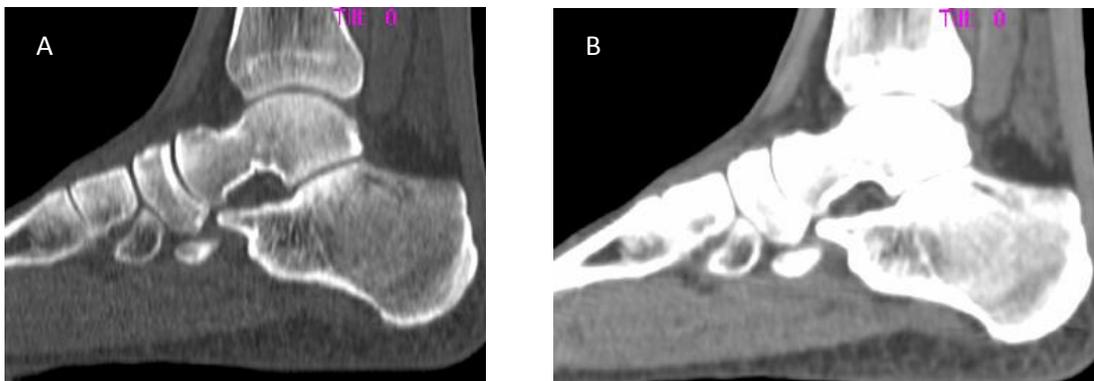


**Figura 15-** Avaliação do Tendão Calcaneano por TC

A – face posterior do tendão calcaneano, B – face medial do tendão calcaneano, C – face lateral do tendão calcaneano

(Fonte própria)

O método de aquisição de imagem em TC baseia-se apenas numa aquisição no plano axial e posteriormente poder-se-á proceder a reconstruções no plano coronal e sagital para uma melhor e mais completa avaliação das estruturas (Figura 16)



**Figura 16 -** Avaliação da tendão calcaneano por TC - plano sagital

A – Janela de osso, B – janela de tecidos moles

(Fonte própria)

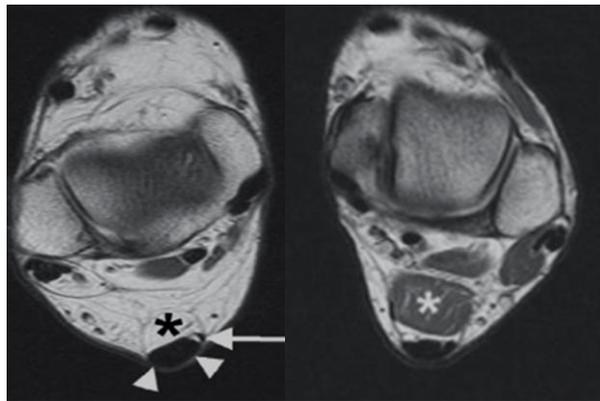
### 3.3 Ressonância Magnética

A RM é incomparavelmente o melhor método de imagem para avaliação de lesões a nível do sistema músculo-esquelético, permite obter imagem em vários planos combinado com um excelente contraste à avaliação dos tecidos moles.

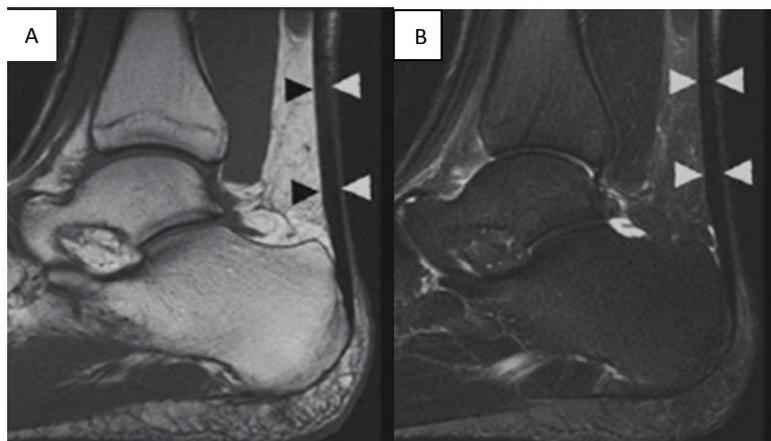
Os planos sagital e axial são os mais usados para avaliação do tendão calcaneano em sequências ponderadas em T1 e T2. A ponderação em T1 permite obter imagens com detalhe

anatômico e as sequências ponderadas em T2 são mais sensíveis à detecção de alterações (Figura 17 e 18)

Na avaliação do tendão por RM é comum efectuarem-se sequências ponderadas em T2 com saturação de gordura (FS) e sequências designadas por STIR (Short Tau Inversions Recovery) com o objectivo de aumentar o sinal de contraste entre estruturas que se encontram adjacentes ao tendão como gordura e líquido, quando há presença de patologia.



**Figura 17** - Corte axial de RM da Tibiotársica ponderada em T2  
A - Seta longa: tendão plantar, Seta curta:TA; B  
Spouge, Alison (2001)



**Figura 18** - Corte Sagital de RM do TA  
A – Sequências ponderadas em T1; B – Sequências ponderadas em T2  
Spouge, Alison (2001)

Na aquisição de imagens para avaliação da articulação tíbio-társica, há alguns critérios a ter em consideração, como seja o estudo dos compartimentos que constituem a articulação. No plano axial dever-se-á avaliar o compartimento posterior para estudo do Tendão Calcaneano.

As estruturas como os tendões têm uma intensidade de sinal baixa, quando se trata de avaliar esta estrutura em situações patológicas como rupturas, alterações degenerativas, processos inflamatórios, entre outros, e apresenta sinal alto quando se trata de hemorragias.

### 3.4 Ecografia

A ecografia, assim como os restantes métodos de avaliação de imagem tem sofrido grande evolução no que se refere à qualidade da imagem. Este método tem grande aceitação na comunidade médica mais propriamente nas especialidades de ortopedia, fisioterapia e reumatologia no que respeita à avaliação das estruturas do sistema músculo-esquelético. A técnica ecográfica utiliza determinados conceitos para caracterizar a imagem, como sendo a ecogenecidade, que se refere a uma estrutura que tem capacidade de reflectir ecos, hipoecogenecidade, (uma estrutura que reflecte poucos ecos) e hiperecogenecidade, que é o caso dos tendões, são estruturas que reflecte muitos ecos por serem densos, daí reflectirem uma imagem “branca”. Quando isto não acontece está-se na presença de um artefacto que se designa por anisotropia, que é a obliquidade da sonda ao avaliar as estruturas. Este é um método de eleição para uma primeira abordagem e avaliação das estruturas tendinosas e musculares, assim como todas as estruturas que fazem parte dos tecidos moles, apresenta a grande vantagem de poder ser realizada em modo dinâmico em tempo real, possibilitando o estudo dos tendões durante o seu movimento (Mello et al, 2006). Outra vantagem importante neste método é o seu baixo custo, a grande disponibilidade de acesso ao exame e ao facto de durante o exame se poder fazer uma avaliação do lado oposto sem que isso traga qualquer efeito nocivo aos pacientes.

O método para avaliações do tendão calcâneo baseia-se numa abordagem longitudinal onde se tem que avaliar as inserções proximais e distais, uma vez que é a 6 cm proximal da inserção do calcâneo que acontecem com mais frequência rupturas parciais ou completas do tendão (Krolo,2007).

A aquisição de imagem em ecografia obedece a determinados critérios e o princípio para obtenção de imagem baseia-se na variação de uma onda sinusoidal, em que existe um determinado comprimento de onda e uma determinada frequência e estando estes parâmetros sujeitos a variações. Convencionou-se que para tecidos moles a velocidade do som é de 1540 m/s

O equipamento de ecografia vem provido de sondas que nos permite executar o exame, as sondas podem variar a sua profundidade, para estudo de tecidos moles utilizam-se sondas que variam entre os 7,5 a 15 MHz. A utilização do Doppler permite a avaliação da vascularização sem a utilização de produto de contraste.

Todas as estruturas do sistema músculo-esquelético têm boa resolução com a utilização da ecografia. A obtenção de imagem em ecografia obedece a alguns conceitos físicos importantes que nos permite perceber como é que a imagem foi obtida. No exemplo concreto do sistema

musculo-esquelético a aquisição de imagem requer alguns cuidados para não se obter erros que poderão alterar a avaliação quer das estruturas quer de alguma patologia que possa existir.

Outros factores importantes a ter em consideração na avaliação do tendão calcaneano com o uso da ecografia é a avaliação de estruturas adjacentes quanto à presença de patologias. Desta forma além do protocolo utilizado poder-se-á obter mais planos de imagens para melhorar a avaliação sem que isso traga qualquer incómodo para o doente, já que uma avaliação por TC obriga a que o doente seja exposto a mais radiação e a avaliação por RM, pode ser muito completa mas tendo em consideração que é um exame demorado e o facto de o doente não poder exercer qualquer movimento obriga a que o diagnóstico se limite à zona em questão

## **4 Patologias do sistema músculo-esquelético**

### **4.1 Mecanismos de lesão**

Em qualquer tipo de lesão a primeira questão que se coloca é “como é que aconteceu”, para se obter uma resposta terá que se estabelecer uma relação causa – efeito entre aquilo que causou a lesão e a própria lesão e em termos biomecânicos considera-se o mecanismo da lesão. Alguns autores classificam sete mecanismos básicos de lesão, sendo eles, contacto ou impacto, sobrecarga dinâmica, sobrecarga, vulnerabilidade estrutural, falta de flexibilidade, desequilíbrio muscular, crescimento rápido (Whiting, 2001).

Outros factores que podem levar a que uma estrutura se possa lesionar, relacionam-se com factores genéticos, nutrição, onde podemos incluir a condição física, género, idade, variabilidade antropométrica, como massa corporal, estatura, composição corporal, massa muscular e somatótipo podem ter um papel importante na avaliação das lesões. Estas medidas são também importantes para determinar a postura e a flexibilidade do corpo (amplitude de movimentos), e estes dois parâmetros podem afectar o risco de lesão.

Relativamente ao tendão, é indiscutível que este proporciona um elo de ligação ao sistema músculo-esquelético, pois uma lesão nesta estrutura pode limitar ou até incapacitar o movimento ou as funções normais.

A estrutura conjuntiva do tendão apresenta três zonas onde podem ocorrer alterações, a longa porção do tendão, a junção miotendinosa e a junção osteotendinosa.

A inserção do ligamento no osso é semelhante à junção osteotendinosa no tendão. A junção osteoligamentar pode apresentar zonas de transição de fibrocartilagem entre o ligamento e o

osso cortical nas zonas que aderem. Estas zonas facilitam a distribuição das cargas nos locais e inserção.

A vascularização é um factor que pode levar a alterações da estrutura do tendão. Segundo um estudo efectuado (Magnusson et al, 2002), a diminuição do suprimento sanguíneo é um dos principais factores que vão originar lesões no tendão, particularmente 3-6 cm da inserção distal, a vantagem do exercício físico, é que permite aumentar o suprimento sanguíneo até sete vezes, independentemente da idade.

## **4.2 Lesões do tendão calcaneano**

A lesão dos tendões pode resultar ou de um impacto directo através de objectos cortantes e que lesionam a longa porção do tendão (lesão dos dedos e mãos), ou lesões tendinosas resultante e cargas de tensão excessivas. Neste contexto, considera-se uma das desvantagens da ecografia a dependência do operador, isto é, sendo a uma técnica permite obter informações do processo que levou ao traumatismo. e por se executar em tempo real, há que ter um conhecimento correcto de como se processa a imagem, ter um conhecimento da anatomia ecográfica do tendão normal para depois se poder avaliar e comparar um tendão que se apresenta com lesões. Outra limitação é o contraste entre os tecidos moles quando comparada com a RM (Paavola, 2001). A ruptura completa do tendão calcaneano foi diagnosticada por ecografia nos anos 80 e desde aí a qualidade e resolução de imagem tem vindo a ter grande aceitação na área da saúde (Paavola, 2001).

Vários autores têm descrito o tendão calcaneano como um local susceptível de haver lesões. Entre os vários factores os que tiveram maior aceitação foi o facto de esta estrutura ser pouco irrigada, e esta irrigação diminuir com a idade (Mazzone, 2002).

As patologias mais comuns, incluem tendinites, peritendinites, tendinopatias, rupturas e bursites retrocalcaneanas, estas têm maior prevalência nas camadas jovens e adultos, principalmente nos que exercem actividades físicas (Mazzone, 2002)

A incidência das lesões ocorre cerca de 10% em corredores, não descurando outras modalidades como ginastas, dançarinos, jogadores de ténis, jogadores de basquetebol, entre outros (Mazzone, 2002).

A relação do tipo de desporto pode estar relacionados com o tipo de lesão (tabela 1) estas lesões têm alguma associação quando nos referimos a contusões, excesso de carga, aquecimento insuficiente, salto repetido com o mesmo pé de apoio, esforço exagerado e o

próprio calçado (Krolo, Ivan, 2007. Estes factores originam uma biomecânica deficiente e a fricção por pressões externas leva então aos sintomas, como dor e falta de estabilidade próximo do tendão.

<b>Actividades relacionadas com lesões do TA</b>	
<b>Tendinites</b>	<b>Ruptura do TA</b>
Corrida todo terreno	Futebol
Caminhadas	Basquetebol
Ciclismo	Basebol
Ateletismo	Futebol salão
Construção Civil	Ténis

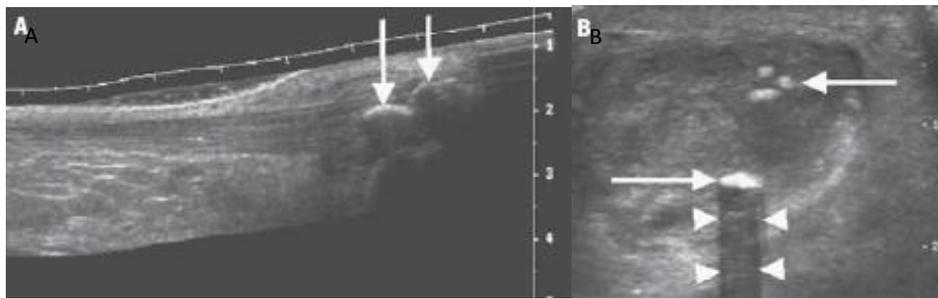
**Tabela 1** - Actividades físicas relacionadas com lesões  
A tabela representa várias modalidades que levam a situações patológicas

O diagnóstico das lesões deve ser efectuado com a história clínica do paciente, onde se inclui a sua modalidade desportiva, a que nível exerce essa actividade, a técnica usada, a presença ou não de lesões antigas. O exame físico inclui palpação da zona onde se pode detectar alguma instabilidade e desconforto, a avaliação comparativa para avaliar se existe ou não espessamento do mesmo. Não descurar uma avaliação geral de toda a articulação túbio-társica. O tratamento para este tipo de situações passa pela informação ao doente que os sintomas iriam persistir durante alguns meses e se quiser continuar a actividade física terá que mudar alguns “vícios” que se relacionam com alterações de determinados hábitos, como o uso apropriado de calçado, aquecimentos e alongamentos antes e depois de exercer actividade física e repouso. A diminuição do processo inflamatório está também associado a uma terapêutica com anti-inflamatórios (AINES).

### 4.3 Lesões do Tendão Calcaneano

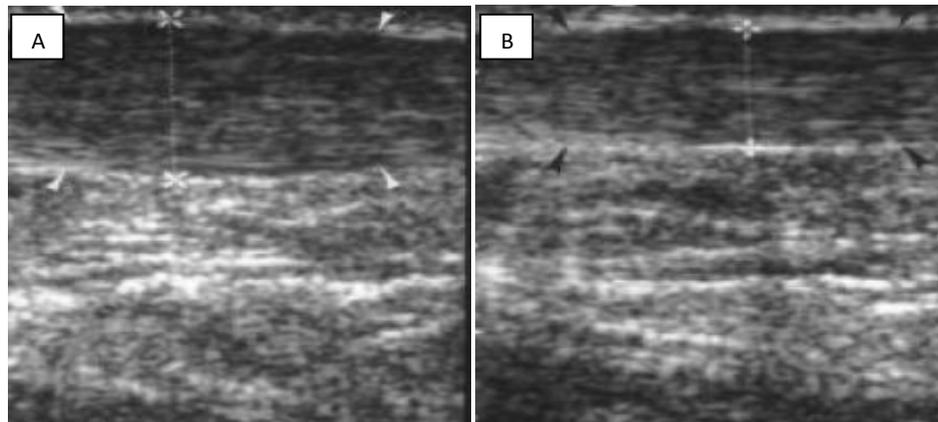
As lesões do tendão podem ser de vários tipos com critérios de avaliação diferentes consoante a patologia em questão. Para avaliação da articulação túbio-társica é conveniente que se faça uma divisão em quatro grupos para compartimentar a articulação, são os compartimentos anterior, posterior, medial e lateral.

O espectro de lesões, alterações, e espessamento variam desde um sintoma como, calcificações,(figura 19) degeneração, instabilidade na inserção calcaneana, ruptura parcial ou completa do tendão e tendinites (Figura 20).



**Figura 19** - Calcificações no tendão calcaneano

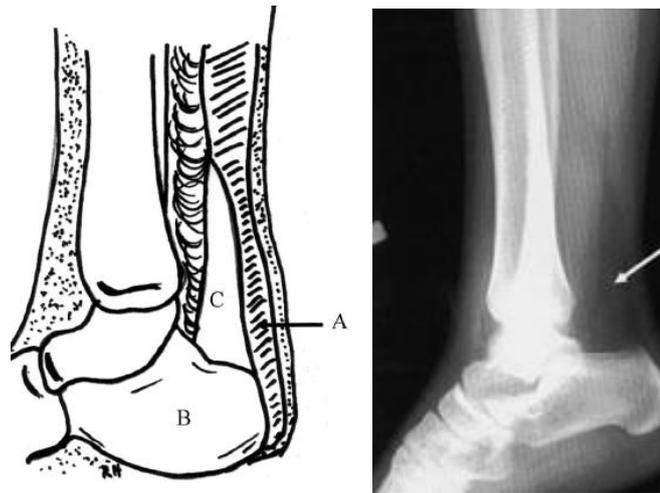
A figura representa um plano logitudinal e transversal do tendão de Aquiles onde se verifica fortes reflexões do feixe de U, levando a afirmar que se trata de calcificações do tendão. (Mafulli, Nicola 2005)



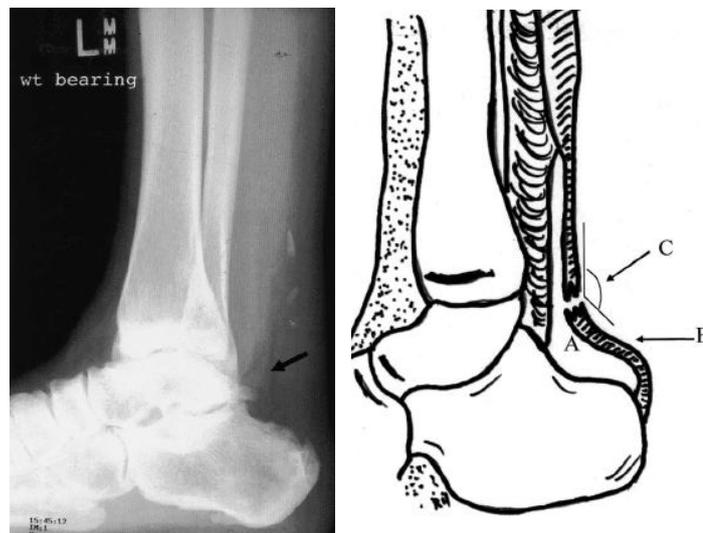
**Figura 20**- Corte longitudinal do tendão calcaneano com tendinopatia

A – Espessamento do tendão com aumento das dimensões B – tendão normal (Mafulli, 2005)

A figura 21 representam radiografias da articulação tíbio-társica onde se observa um triângulo com uma hipodensidade que se refere ao tecido adiposo, sem qualquer alteração, a figura 21 representa uma perda de definição do tecido adiposo que leva a sugerir que o tendão apresenta lesão. Isto acontece quando na radiografia dos tecidos moles se visualiza a perda de definição do recesso adiposo (figura 21 e 22).

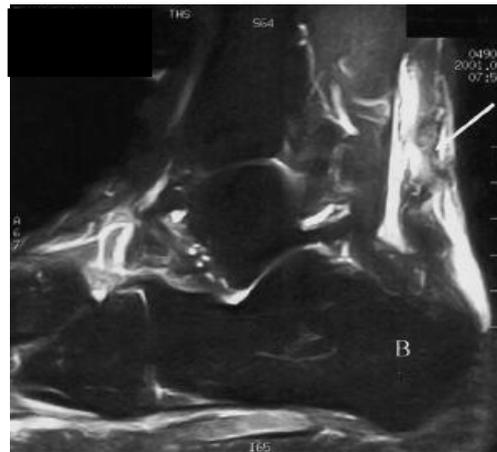


**Figura 21-** Esquema e Radiografia da articulação tibiotársica de perfil  
A – Tendão Calcâneo; B – Calcâneo; C- triângulo de Kager's  
(Mafulli, 2005)



**Figura 22 -** Radiografia e Esquema da TT Perfil com ruptura completa do tendão  
A - perda de definição do triângulo de Kager's provocado por ruptura do tendão calcâneo.  
(Mafulli, 2005)

A RM é a técnica de eleição para visualização das patologias do sistema músculo-esquelético e podemos afirmar que das estruturas tendíneas e ligamentares, permite obter informação relativamente ao contraste entre os tecidos, o que permite individualizar os tendões que estão lesionados (Figura 23) tem uma excelente resolução espacial o que auxilia na diferenciação de detalhes anatómicos. Outro aspecto importante na avaliação por RM é o facto de podermos obter vários planos (axial, coronal e oblíquo) sem perder a definição da imagem. Mas nem tudo são vantagens, o valor elevado dos exames, acesso limitado o tempo de aquisição, são alguns motivos que podem comprometer a execução do exame.



**Figura 23-** Corte sagital de RM ponderado em T2 supressão de gordura  
A seta indica o local de lesão do tendão calcâneo onde se observa uma descontinuidade das fibras  
(Spouge, Alison, 2001)

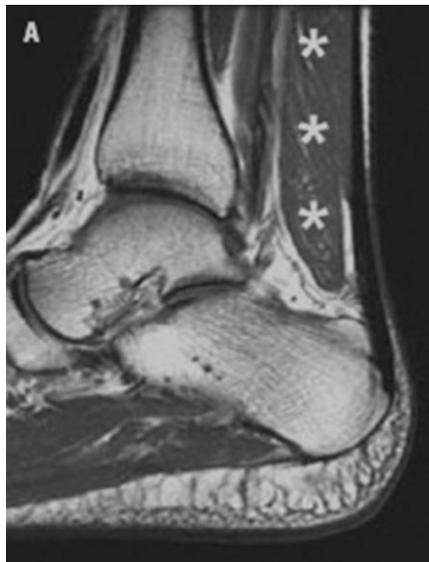
Para aquisição de imagem da articulação tíbio-társica é necessário que o paciente seja posicionado de forma confortável de modo que durante a aquisição não haja qualquer movimento.

Relativamente à técnica de exame utilizam-se antenas flexíveis de modo a abranger toda a área que se pretende estudar, tendo em conta que um dos objectivos da RM para a articulação tíbio-társica é a avaliação de tendões e ligamentos (Spouge, 2001).

O protocolo utilizado para avaliação destas estruturas consiste numa aquisição ponderada em T1 com densidade prótonica, (T1\_DP), ponderação T2 com supressão de gordura (T2\_FSE\_FS), e Short Tau Inversions Recovery (STIR), devem ser feitas aquisições nos três planos ortogonais. Em geral a aquisição de imagem ponderada em T1 (Figura 24) define os detalhes anatómicos enquanto a aquisição ponderada em T2 é mais sensível à detecção de patologias. No final das aquisições se necessário poder-se-á administrar produto de contraste para avaliação de patologias ou massas anexiais que possam existir nos ligamentos ou tendões.

Como já se afirmou as lesões podem ocorrer devido a traumatismos directos ou por sobrecarga. Em RM as alterações verificam-se por derrame que circundam os ligamentos estando estes com aspecto normal ou verificar-se ausência da continuidade do tendão que pode ser indício de ruptura. Ou ainda o tendão aparecer integro mas fora da sua posição normal, o que pode ser uma luxação do tendão.

Relativamente á avaliação das tendinopatia, estas apresentam-se por um edema focal ou fusiforme havendo hipersinal em T2 na imagem em RM, quando há atenuação do tendão a lesão pode ser mais severa e a ruptura completa avalia-se em imagens axiais. Um aspecto a ter em atenção é a obliquidade dos tendões e ligamentos que podem demonstrar falsa ausência destas estruturas num plano sagital ou coronal. (Spouge, 2001).



**Figura 24-** Corte Sagital de RM ponderado em T1

A A imagem representa um músculo acessório e visualiza-se o tendão integro quer na longa porção que na inserção.

\*Músculo Solear Acessório

(Spouge, 2001).

## 4.4 Prevenção de lesões

As lesões desportivas são consideradas as lesões mais comuns e que acontecem com mais frequência na comunidade ocidental moderna (Parkkari, et al 2001), tornando-se por vezes demorado e difícil o tratamento.

A etiologia, factores de risco e os mecanismos da lesão devem ser devidamente identificados para se poder dar início a programas de prevenção evitando lesões nos desportistas. Estudos efectuados revelam que a verdadeira eficácia centra-se em organizar medidas de prevenção através de um plano treino onde se inclui um correcto aquecimento e alongamento, (Parkkari, et al 2001).

O aumento da informação acerca de determinados desportos ou uma actividade física melhora a qualidade de vida e poderá reduzir o risco de doenças crónicas. O risco de lesões agudas verifica-se entre os diversos tipos de desporto tendo em consideração que o tipo de lesões varia consoante o tipo de prática desportiva. É sabido que a sobrecarga sobre as articulações provoca instabilidade e futuramente aparece a lesão. Os desportos onde se utilize grandes velocidades e contactos físicos há mais probabilidades de as lesões e traumatismos serem de maiores dimensões.

Lesões do sistema músculo-esquelético representam mais de 30% dos traumatismos verificados em clínicas médicas (Krista et al, 2007). Contudo há opiniões contrárias relativamente aos mais variados métodos e estudos para reduzir o número de lesões através do aquecimento e alongamentos efectuados.

Apesar de na comunidade de atletas ser muito bem aceite os programas de aquecimento e alongamentos com intuito de prevenir lesões e traumatismos, há autores que se questionam em relação a estas actividades para diminuir o número de situações traumáticas.

Num estudo efectuado (Pope et al, 2002), a militares do exército conclui-se um programa de aquecimento onde se incluem algumas sessões de alongamentos não reduziu significativamente o risco de lesões.

Quando se fala em prevenção da lesão tem que se ter em consideração a predisposição dos indivíduos para as sofrerem, o factor genético, a idade, o género, o estado nutricional, fadiga, o equipamento, a presença ou não de lesão prévia, doenças crónicas, estes são alguns factores que influenciam a normal actividade sobretudo dos atletas de alta competição devido ao facto de o esforço a nível do sistema músculo-esquelético ser maior. Um parâmetro de grande importância a avaliar é a variabilidade antropométrica, estas medidas e o somatótipo podem desempenhar um papel central na avaliação e prevenção de traumatismos. A título de

exemplo, se considerarmos um indivíduo obeso a exercer uma actividade física em que tenha que ser submetida a cargas excessivas a probabilidade de lesão é três vezes superior a um indivíduo de estatura normal (Whiting, et.al. 2001)

## **5 Preparação física dos jogadores de basquetebol de alto rendimento**

A preparação física e psicológica do jogador e psicológica são factores importantes no que respeita a um bom desempenho durante as épocas de jogo. Como é sabido o basquetebol moderno evolui para um aumento cada vez maior do ritmo, da intensidade, e do dinamismo quer das acções ofensivas quer das defensivas (Ortega, Carmello, 2000).

A etapa de preparação geral dedica-se à preparação física geral dos jogadores numa evolução gradual, das cinco sessões de treino por semana, uma é dedicada apenas à preparação física, aqui inclui-se logo pela manhã um passeio matinal e desenvolvimento dos grandes grupos musculares juntamente com o desenvolvimento da flexibilidade e o aperfeiçoamento da habilidade para se relaxarem, assim como desenvolver rapidez, coordenação e resistência

A força, é a qualidade física que permite desenvolver uma determinada tensão muscular máxima, uma das qualidades mais importantes do basquetebolista. A velocidade ou rapidez requerem que se execute diferentes gestos motores e a mobilização muscular momentânea, é importante nesta fase que o jogador tenha bastante elasticidade para de uma forma rápida os músculos poderem responder à tensão e relaxamento.

A flexibilidade é a qualidade que permite o movimento no espaço de todas as partes do corpo, para o desenvolvimento desta qualidade há que intervir precocemente.

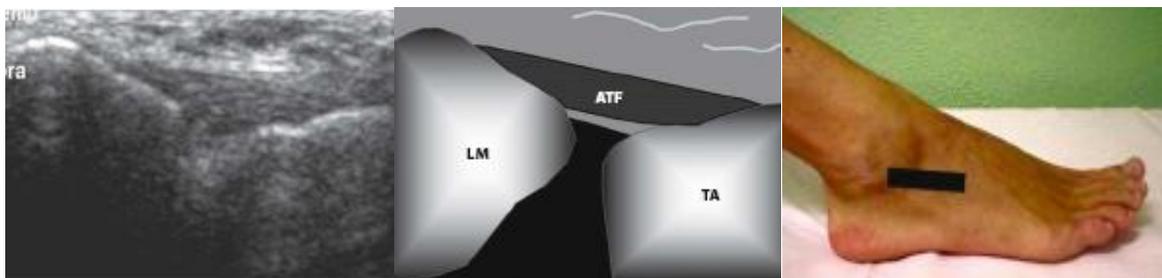
Todas estas exigências a que os jogadores são submetidos são de extrema importância para um excelente desempenho durante as épocas de jogos e permite que durante as épocas em que o esforço físico é maior o atleta tenha uma boa preparação física a fim de evitar lesões a nível do sistema musculo-esquelético.

## 5.1 O Basquetebol e a relação com a biomecânica do Tendão Calcaneano

Qualquer tipo de tecido submetido a uma carga, desenvolve uma resistência interna em resposta à carga e alteram o seu formato quando envolve resistências externas, esta modificação dos tecidos designa-se por deformação.

No basquetebol concretamente há uma determinada deformação dos tecidos devido a determinadas sobrecargas, como o impulso, quando isto acontece irá atingir as estruturas mais frágeis como os ligamentos laterais da articulação.

A região do tornozelo inclui as articulações túbio-astragalina, perónio- astragalina e túbio-peronial, A maioria dos movimentos centram-se na articulação túbio astragalina onde a superfície convexa do astrágalo articula com a superfície côncava da tibia. As três articulações estão envolvidas pela cápsula articular que é mais espessa na face medial e mais fina na face posterior. Nesta articulação há três ligamentos de relevante importância para a estabilidade da articulação, são eles o perónio-astragalino anterior (Figuras 25) e posterior e o peróneo-calcaneano que reforçam a cápsula articula lateralmente (Figuras 26). E na face medial, menos as quatro faixas do ligamento deltóide contribuem para a estabilidade articular no compartimento medial.

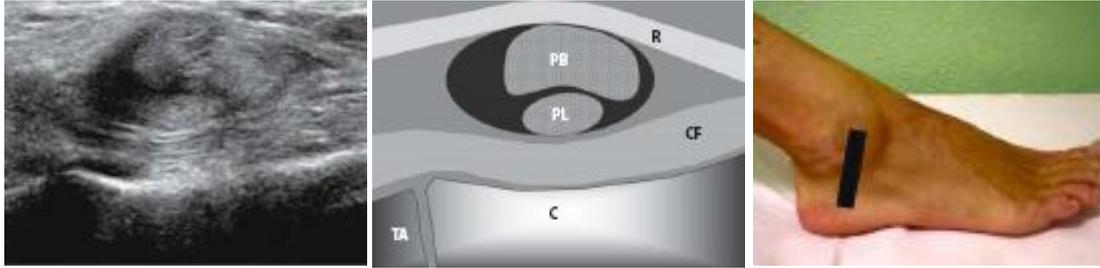


**Figura 25** - Ecografia do ligamento perónio–astragalino

A – Ecografia no plano longitudinal B – Esquema da imagem ecografica C – Esquema de Localização da sonda

Legenda da imagem B: LM malelo lateral, TA astrágalo, ATF ligamentos perónio-astragalino

(Martino, 2006)



**Figura 26** - Ecografia do ligamento perônio-calcaneano

A – Ecografia no plano longitudinal B – Esquema de imagem ecografica C – Esquema de Localização da sonda  
Legenda da imagem B: R – retinaculum, CF – ligamento calcâneo-peroneal, C – Calcâneo, TA – astrágalo.  
(Martino, 2006)

Relativamente aos movimentos que se exercem durante a actividade física principalmente nos jogos de basquetebol, uma vez que é sobre esta modalidade que incide esta tese, são variados, tendo em consideração apenas os principais movimentos como flexão/extensão ou também chamados, flexão plantar e flexão dorsal. (Hall, et, al 1993). Na actividade desportiva o gastrocnémio e o soleus ficam activos após o pé estar totalmente em contacto com o solo e continuam na fase de propulsão na medida em que controlam o movimento da tibia sobre o pé e geram forças propulsoras. Isto acontece durante a fase de tracção para cima a perna move-se posteriormente pela flexão plantar para aumentar a posição vertical. O principal músculo que produz este movimento é o soleus com alguma contribuição do gastrocnémio. Na articulação do tornozelo as malelos servem como superfícies para os tendões dos músculos que cruzam o tornozelo podendo as forças produzidas contribuir para a flexão e dorsal ou flexão plantar.

A flexão dorsal ou dorsiflexão é exercida pelos músculos tibial anterior, extensor longo dos dedos e o terceiro fibular, o extensor do halux apenas auxilia a dorsiflexão, relativamente à flexão plantar os principais flexores são o gastrocnémio medial e lateral e o solear que se encontra profundamente ao gastrocnémio (Hall, et al 1993)

A etiologia das lesões do TA como as tendinopatias resulta de erros de treino, falhas biomecânicas, uso de calçado inadequado, idade, género, antropometria, meio ambiente e condição psicológica do jogador.

Como resultado da instabilidade anatómica relativa e da função de apoio a articulação do tornozelo é lesionada com frequência, em determinados desportos. No basquetebol as lesões são mais comuns, relativamente à ruptura do tendão talcaneano. Os quatro os mecanismos (figura 27), que estão implicados neste tipo de lesão, a dorsiflexão, levantamento do pé responsável pela sustentação do peso do corpo (movimento típico do basquetebol), excesso

brusco de tensão de um tendão já em extensão e o tendão ser atingido quando já se encontra em extensão. (William, 2001)



**Figura 27** - Função da marcha do tendão calcâneo do calcanhar ao 1º dedo do pé (Maffulli, 2005)

Os planos predominantes do movimento da articulação da tíbio-társica em relação ao tendão calcâneo são o plano sagital e frontal. O complexo grupo muscular que constitui o tendão calcâneo executa movimentos em três modos diferentes de contração, concentricamente, o tendão sofre algum encurtamento enquanto sofre tensão, isometricamente, não altera o seu comprimento enquanto sofre tensão, excentricamente, aumenta ou alonga enquanto sofre tensão (Figura 27). Os tendões em particular o calcâneo sofre uma tensão excêntrica durante a tensão.

## Objectivos

O Tendão Calcaneano é considerado o tendão mais forte do corpo. Os músculos que o constituem são o gastrocnémio medial e lateral e o soleu, estes formam um tendão comum que se vai inserir na tuberosidade do calcâneo. Pela localização que ocupa considera-se importante fazer uma avaliação tendo em consideração alguns aspectos que se consideram importantes em relação à sua dimensão, alterações que possam surgir com movimentos repetidos e patologias associadas. Para avaliar esta estrutura existem alguns métodos fiáveis que nos permitem obter imagens de forma a se poder medir e visualizar esta estrutura em toda a sua extensão, o método que se irá utilizar é a ecografia pois permite obter imagens onde se visualiza o tendão permitindo obter um estudo dinâmico. Tendo em consideração esta estrutura, o objectivo principal desta dissertação é avaliar o Tendão Calcaneano num plano transversal por ecografia onde se irá proceder à medição antero-posteio e transversal utilizando dois grupos, um que pratique actividade física de alto rendimento e outro sedentário. pretende-se determinar parâmetros que sejam indicadores de alterações nas dimensões e se essas alterações poderão estar relacionadas com algum tipo de patologia. Parâmetros que irão ser utilizados para se poder comparar as dimensões do tendão são as dimensões antropométricas do gastrocnémio, a distância bi-maleolar, e o pé dominante, estes factores permitem-nos saber se há relação entre os tendões de maiores dimensões. Outros factores importantes como a idade e género e etnia vão também ser considerados. Uma questão importante a ter em consideração é saber se há alguma relação entre as dimensões dos tendões nos desportistas e a sua vascularização, isto é, se os tendões de maiores dimensões são mais vascularizados e se poderão ser indício de algum tipo de patologia. Não podendo esquecer que como todas as técnicas a ecografia tem limitações e acontece na avaliação das estruturas do sistema músculo-esquelético este método não conseguir confirmar o diagnóstico, sendo necessário recorrer a outras técnicas.

## **II Material e Métodos**

# 1 Metodologia

## Introdução

O tendão calcaneano é o maior tendão do corpo humano e também bastante vulnerável a lesões devido ao seu fraco suprimento sanguíneo combinado com a força que se exerce sobre ele. Alguns estudos já afirmam que com alongamento o tendão pode aumentar e a sua espessura, e em resposta a uma actividade física intensa, (Mazzone et al, 2002).

Com o avanço da tecnologia o tendão calcaneano pode ser diagnosticado com relativa facilidade. Algumas técnicas utilizadas, como a ecografia têm grande vantagem por não utilizar radiação ionizante, não ser invasivo, ser de fácil manuseamento, baixo custo, e adquire imagens de alta qualidade, permitindo que se obtenham as repetições necessárias às reavaliações de algumas estruturas. Há estudos efectuados que confirmam a eficácia e a precisão da ecografia para avaliação de estruturas do sistema músculo esquelético no diagnóstico das lesões.

A ecografia, assim como os restantes métodos de avaliação de imagem têm sofrido grande evolução no que se refere à qualidade da imagem. Este método tem grande aceitação na comunidade médica mais propriamente nas especialidades de ortopedia, fisioterapia e reumatologia no que respeita à avaliação das estruturas do sistema músculo-esquelético. A técnica ecográfica utiliza conceitos para caracterizar a imagem, como sendo a ecogenicidade, que se refere a uma estrutura que tem capacidade de reflectir ecos, hipocogenicidade, (uma estrutura que reflecte poucos ecos) e hiperecogenicidade, que é o caso dos tendões, são estruturas que reflecte muitos ecos por serem densos, daí reflectirem uma imagem “branca”. Quando isto não acontece poder-se-á estar na presença de um artefacto que se designa por anisotropia, este define-se por uma obliquidade da sonda ao avaliar as estruturas tendíneas. A ecografia é um método de eleição para abordagem e avaliação das estruturas tendinosas e musculares, assim como todas as estruturas que fazem parte dos tecidos moles. Apresenta vantagem de se poder realizar o exame dinâmico e em tempo real, possibilitando o estudo dos dinâmico dos tendões (Mello et al, 2006). Outra vantagem importante neste método é o seu baixo custo, a grande disponibilidade de acesso ao exame e ao facto de durante o exame se poder fazer uma avaliação do lado oposto sem que isso traga qualquer efeito nocivo aos pacientes.

O método para avaliações do tendão calcâneo baseia-se numa abordagem longitudinal que inclui as inserções proximais e distais do tendão, uma vez que é a 6 cm proximal da inserção do calcâneo que acontecem com mais frequência rupturas parciais ou completas do tendão (Krolo, 2007).

A aquisição de imagem em ecografia obedece a determinados critérios, e o princípio para obtenção de imagem baseia-se na variação de uma onda sinusoidal, em que existe um determinado comprimento de onda e uma determinada frequência, estando estes parâmetros sujeitos a variações.

O feixe de US envia pulsos sonoros curtos para os tecidos e a velocidade com que esses pulsos atingem as estruturas pode variar consoante o tipo de tecido ou estrutura que se pretende observar. Um conceito importante a reter é que a velocidade do som não depende a frequência nem do comprimento de onda. Apenas as características do tecido é que podem fazer variar a velocidade dos feixes. É conhecido que a propagação do som varia consoante a disposição das moléculas no tecido, isto é, se estivermos em presença de um meio com gás, com líquido, tecidos moles ou osso a velocidade do som aumenta respectivamente de acordo com as estruturas. Neste contexto tentou-se padronizar a velocidade do som nos tecidos moles, que é de 1450 m/s

O equipamento de ecografia vem provido de sondas que nos permita executar o exame, estas geram ondas acústicas de pressão e rarefacção alternadas que são convertidas em energia mecânica, através do efeito piezoelectrico, demonstrado em 1880 por Jacques e Pierre Curie, através da fricção do cristal de quartzo e detectaram um potencial eléctrico na face oposta do material que induziu uma deformação mecânica. Deste modo o transdutor piezoelectrico converte o sinal eléctrico numa onda acústica e vice-versa (Richard et al 2000).

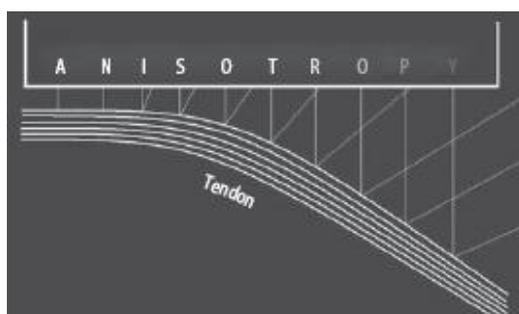
O tendão calcâneo assim como toda a articulação do tornozelo e túbio-társica são constituídos por estruturas superficiais e de fácil avaliação por ecografia. Esta técnica, além das vantagens já referidas permite que se tenha uma aproximação com o doente de forma a conhecer a sua informação clínica e fazer o exame bilateral. Permite obter imagens em tempo real e fazer uma comparação imediata com o lado contralateral.

A utilização do Doppler permite a avaliação da vascularização sem a utilização de produto de contraste.

Todas as estruturas do sistema músculo-esquelético têm boa resolução com a utilização da ecografia. Actualmente os equipamentos já dispõem de sondas de multi-frequência que variam entre 7 a 15MHz, oferecendo uma excelente resolução em vários planos e permitindo estudos estáticos e dinâmicos.

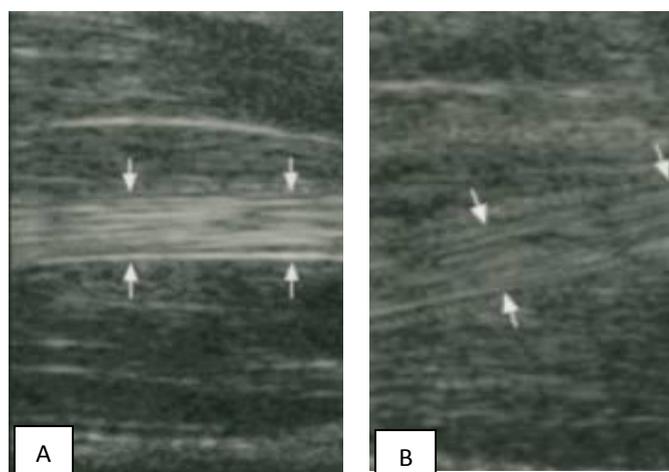
Dos variados estudos efectuados por ecografia e da avaliação efectuada ao sistema músculo-esquelético conclui-se que as várias estruturas que fazem parte deste sistema adaptam-se a uma avaliação ultrassonográfica e se isto é verdade para todo o sistema para o estudo dos tendões este facto é especialmente verdade. As interfaces entre as fibras internas dos tendões produzem fortes reflexões especulares quando o som é reflectido pelos tendões em 90 graus. O resultado desta forte reflexão é denominado como um padrão fibrilar que consiste em brilhantes reflexões lineares, paralelas, e intimamente espaçadas, (Figura 29A)

Quando a imagem é executada a menos de 90 graus a potência das reflexões diminui e os tendões visualizam-se mais hipocogénicos levando à perda do padrão fibrilar (figura 20B e 30 B). A ecogenicidade é variável dependendo da orientação da sonda e da estrutura a ser examinada. A anisotropia (Figura 29 B) está presente em várias estruturas do corpo particularmente proeminente nos tendões. Como bom critério de qualidade, na avaliação dos tendões, deve-se ter em atenção o padrão fibrilar, tem que ser bem visível (figura 29A 30A). Outra estrutura que é importante avaliar são ligamentos, e a sua aparência à ecografia assemelha-se à dos tendões.



**Figura 28** - Diagrama representativo do efeito de anisotropia

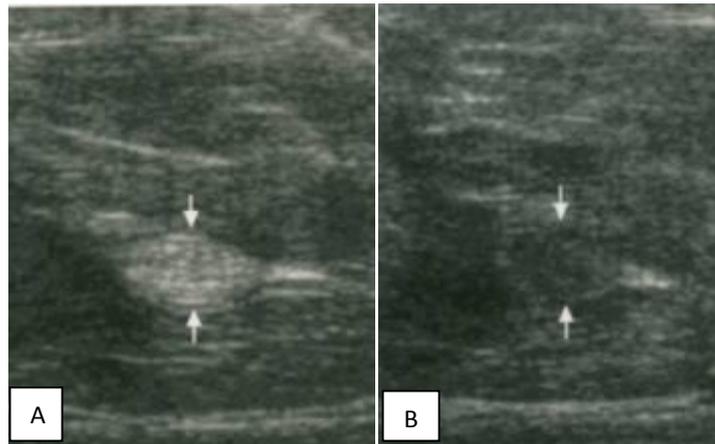
Quando o feixe de US está perpendicular reflecte o som na totalidade, se o feixe está oblíquo a maior parte do som não reflecte à sonda dando uma imagem hipocogénica. (Maffulli, Nicola 2005)



**Figura 29** - Imagem Ecográfica do tendão em corte longitudinal

A – Fibras do tendão hiperecogénicas, sem anisotropia.

B - Tendão hipocogénico devido a anisotropia. (Alfred, 2005)



**Figura 30** - Tendão flexor longo do 1º dedo da mão normal  
A – Tendão hiperecogénico onde se verifica as fibra do tendão (setas)  
B - Tendão hipocogénico onde se verifica a perda das fibras devido ao artefacto de anisotropia (setas)  
(Alfred, 2005)

Entender a anatomia das inserções musculares que constituem o tendão calcaneano é crucial para uma adequada realização do exame.

## Seleção da amostra

Para execução deste trabalho foram escolhidas equipas de basquetebol de alto rendimento para avaliação do tendão calcaneano, e um grupo de controlo sedentário, que inclui estudantes da Escola Superior de Tecnologias da Saúde de Coimbra (ESTESC). A nossa amostra é constituída por 50 indivíduos em que 25 são jogadores de alto rendimento na modalidade de basquetebol da equipa da académica masculina e feminina e a equipa masculina dos Olivais de Coimbra e os restantes 25 são indivíduos sedentário em que a maioria não pratica qualquer modalidade desportiva e os que praticam resume-se numa prática desportiva por lazer uma vez por semana, principalmente futebol. Foram incluídos neste estudo indivíduos do género masculino e feminino quer no grupo de controlo quer no grupo dos atletas. As idades dos indivíduos da nossa amostra encontra-se entre os 20 e os 23 anos. De considerar que a equipa dos jogadores de basquetebol é constituída por indivíduos de etnia negra e foram incluídos no estudo.

Todos os indivíduos da amostra foram submetidos à avaliação por ecografia de ambos tendões visando a análise morfométrica do tendão calcaneano.

## Avaliação antropométrica

Para além da avaliação ecográfica em ambos grupos, no grupo dos desportistas foi ainda efectuada uma avaliação das medidas antropométricas da região da tíbio-társica mais concretamente, a dimensão bi-maleolar, onde se utilizou uma régua antropométrica. Nesta avaliação o individuo mantém os membros inferiores numa posição neutra e em ortostatismo. Além desta avaliação bi-maleolar foi avaliado com uma fita métrica plástica, o perímetro do gastrocnémio, que corresponde ao local onde o músculo é de maiores dimensões

A avaliação ecográfica do tendão calcaneano foi realizado na ESTESC, no Pavilhão Multiusos da cidade de Coimbra e no pavilhão dos Olivais no período de Setembro a Novembro de 2009, com um equipamento Phillips, HD3 Sistema de Ultra-sons com sonda lineare de 7,5MHz.

A avaliação antropométrica foi efectuada em simultâneo com a avaliação do tendão, foi feito um pedido ao laboratório da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, para requisição de material, onde foi utilizado uma fita métrica plástica com dois metros, precisão de 0.1 cm, com referência Harpenden Anthropometric Tape para medição do gastrocnemio e uma régua antropométrica, modelo 01291, Lafayette Instrument Company, para medição da distância bimaleolar.

Antes de se proceder às avaliações todos os indivíduos foram devidamente informados do procedimento para avaliação do tendão com consentimento informado.

Além destas avaliações foi efectuado um questionário a todos os participantes no estudo onde constam alguns parâmetros onde se inclui o tempo que praticam desporto de alto rendimento. As questões que se relacionam com patologia relativamente ao tendão, ou se toma algum tipo de medicação que se relacione com o sistema musculo-esquelético, são factores de exclusão para o estudo. No questionário foi também avaliado o IMC com a tabela da Classificação Internacional de Adultos. A avaliação foi feita com base na seguinte fórmula,  $IMC = Kg / (m)^2$ . A tabela 2 indica os índices utilizada para discussão dos resultados.

**Tabela 2** - Tabela de classificação do IMC em adultos  
(Adaptado de World Health Organization)

Classificação	IMC (kg/m <sup>2</sup> ) em Adultos
Magro	Abaixo de 18,5
Normal	Entre 18,5 e 24,9
Acima do peso	Entre 25 e 29,9
Obesidade grau I	Entre 30 e 34,9
Obesidade grau II	Entre 35,0 e 39,9
Obesidade grau III	Acima de 40

As avaliações do tendão calcâneo baseiam-se na utilização de US, por ser, como já mencionado, uma técnica que permite a avaliação correcta deste tipo de estruturas.

O estudo dos tendões para avaliação das dimensões foi efectuado nos planos longitudinal e transversal com modo B, bidimensional e em tempo real. As medidas antropométricas na região da tíbio-társica foram feitas no plano bimaleolar e as medidas na porção média da perna foram efectuadas onde se concentra a maior massa muscular.

A utilização da ecografia para este estudo traz grandes vantagens devido ao facto de permitir obter imagens dinâmicas desta estrutura.

## **2 Critérios de qualidade para avaliação dos tendões**

### **Medições dos tendões**

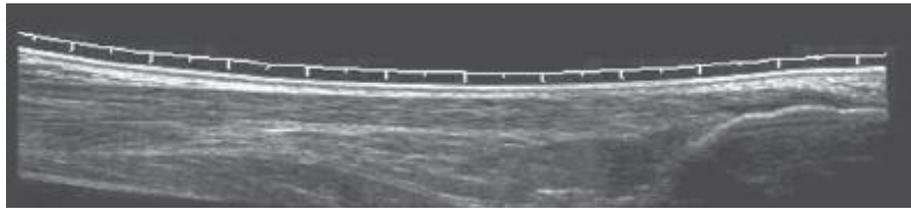
Para realização de um exame ecográfico com bons resultados torna-se imprescindível uma técnica correcta e um conhecimento da anatomia normal desse do tendão bem como da correcta análise das suas dimensões e inserções

Durante a execução do exame há aspectos importantes a ter em consideração, desde a extensão da estrutura que queremos observar, os planos que devemos executar para uma correcta e completa abordagem de toda a área em estudo e estruturas anexas.

Os planos protocolados para avaliação do tendão calcâneo incluem um corte longitudinal e um corte transversal como se verifica nas figuras 31 e 32. No plano longitudinal para se obter uma avaliação sem perda de informação deve-se fazer um varrimento da longa porção do tendão com a sonda perpendicular à estrutura a fim de evitar artefactos de anisotropia que podem de alguma forma mascarar a existências de lesões.

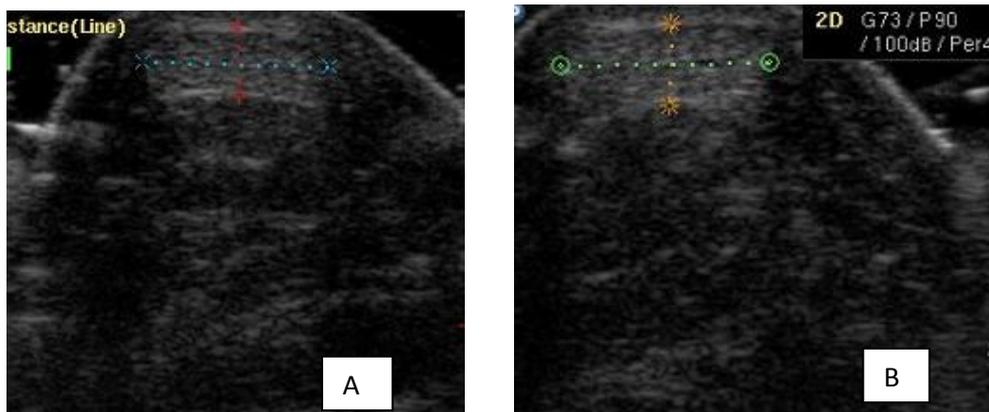
Ecograficamente as fibras de colagénio encontram-se ordenadas paralelamente e com uma elevada ecogenecidade, isto é, são estruturas capazes de reflectir ecos. Durante a execução do exame poder-se-á proceder a uma avaliação dinâmica a fim de avaliar a mobilidade do tendão.

O exame em dois planos deve ser sempre executado a fim de evitar que alguma anomalia possa passar despercebida, uma vez que o tendão calcâneo ao contrário do que acontece com outros tendões da articulação tíbio-társica tem um percurso em linha recta o que facilita muito a sua avaliação, excepto próxima da inserção no calcâneo.



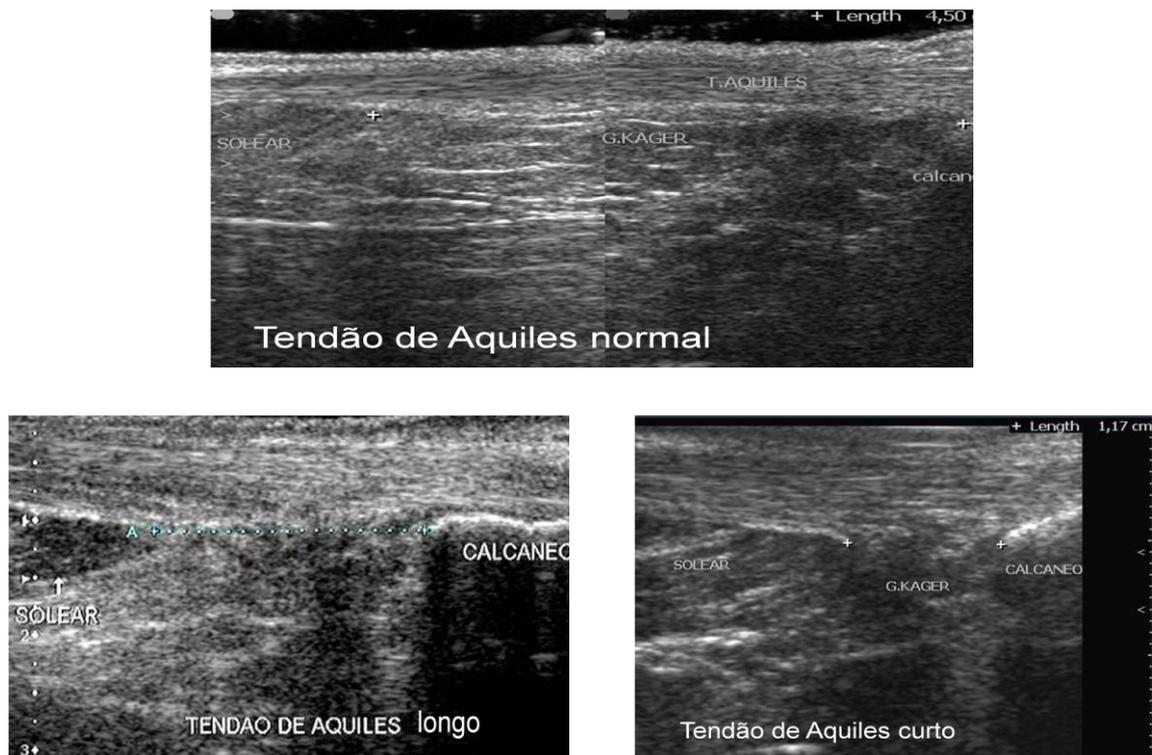
**Figura 31** - Tendão em plano longitudinal  
Maffuli, Nicolla (2005)

Assim num plano longitudinal o tendão visualiza-se com elevada ecogenicidade e com um padrão de fibras paralelas entre si, numa abordagem transversal o aspecto ecográfico altera-se, continua com uma elevada ecogenicidade mas a imagem apresenta-se com uma configuração ovoide, designada na literatura por *ovoid shape* (Figura 32)



**Figura 32** - Corte transversal TA num indivíduo sedentário género masculino (IMC 22)  
A – Tendão esquerdo, medida antero-posterior: 0,43 cm e transversal:1,15 cm  
B – Tendão direito, medida antero-posterior :0,47 cm e transversal: 1,17 cm  
(Fonte Própria)

Há vários métodos para se avaliar o tendão, o seu comprimento é adquirido fazendo a medição desde o ponto das fibras baixas do músculo soleus até à superfície do osso calcâneo. Na imagem 33, pode-se verificar pela avaliação e determinar se o tendão é curto ou longo. Se apresentar uma dimensão inferior a 0,3 cm é considerado curto, se apresenta uma dimensão superior a 0,5 cm é considerado um tendão longo. Em geral o diâmetro antero-posterior do deste tendão é de 0,35 a 0,60 cm e a largura 1,5cm.



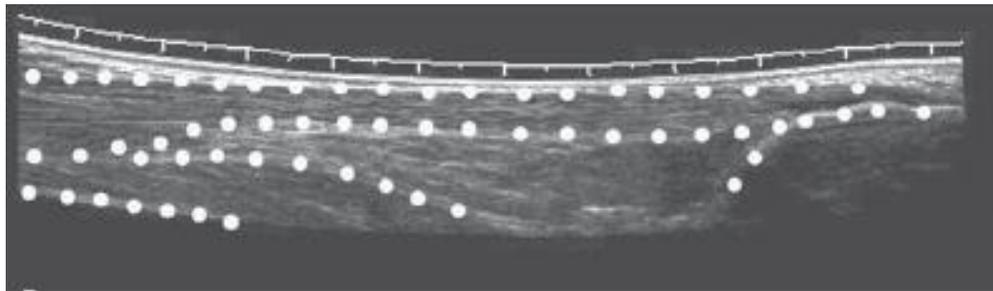
**Figura 33** – Avaliação das dimensões do Tendão Calcaneano num plano longitudinal. Considerando a sua anatomia, pode ser normal, longo, curto  
Imagem cedida pelo Dr. Mauro Brandão, Médico Radiologista.

As medidas morfométricas do tendão podem variar, em estudos efectuados (Mello et.al, 2006) pode-se verificar que o valor médio do tendão num plano transversal é de 1,33 cm para o género feminino e 1,44cm para o género masculino e relativamente ao diâmetro antero-posterior verificou-se que para o género feminino é de 0,54 cm e para o género masculino 0,56cm. Tendo em consideração estas medidas, o próprio estudo afirma que devido ao facto de a amostra ter sido recolhida num local onde a população é de várias raças, pode haver alterações nas avaliações do tendão quando comparado com outros estudos. Outro estudo efectuado e não saindo dos padrões normais da população em estudo pode-se afirmar que numa população de cem indivíduos de ambos os sexos, a medida antero posterior do tendão no género feminino é de 0,45 cm e no género masculino de 0,50 cm, em relação à medida longitudinal no género feminino a medida é de 1,22 cm e no género masculino a medida é de 1,36 cm. Estes valores foram determinados num estudo efectuado na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, onde se concluiu que os indivíduos do sexo masculino apresentam tendões de maiores dimensões em relação ao sexo feminino ( $p < 0,05$ ).

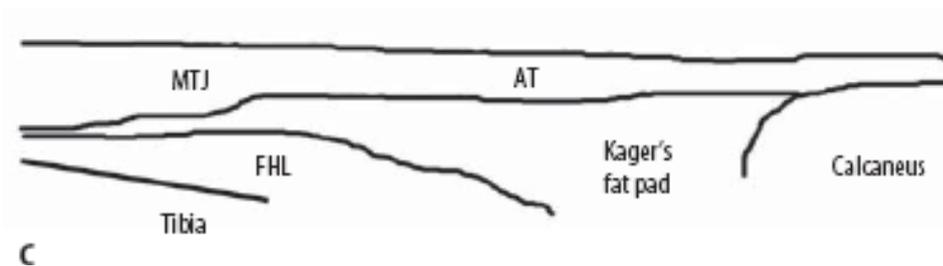
No plano longitudinal quando se avalia o tendão calcaneano, podem-se observar outras estruturas como, triângulo de Kager's, proximal á inserção do tendão no calcâneo. Identifica-se

como uma área de tecido adiposo com baixa ecogenicidade em relação à hiperecogenicidade do tendão, num plano mais profundo o músculo longo flexor do halux (Figura 34).

As duas bolsas podem ser observadas próximo da inserção do tendão no calcâneo. À ecografia estas bolsas são delineadas, no entanto a bolsa retrocalcaneana que se estende entre o tendão calcâneo e o calcâneo, normalmente é visível no exame podendo alterar o seu aspecto ecográfico com extensão e flexão da articulação tíbio-társica. A bolsa superficial do tendão que se encontra entre o tendão calcâneo e o tecido subcutâneo não são visíveis na imagem ecográfica. No entanto poder-se-ão observar se estiverem aumentadas devido a um processo inflamatório que se designa por bursite.



**Figura 34-** Interface dos tecidos moles assinalados com pontos brancos Maffuli, Nicolla (2005)



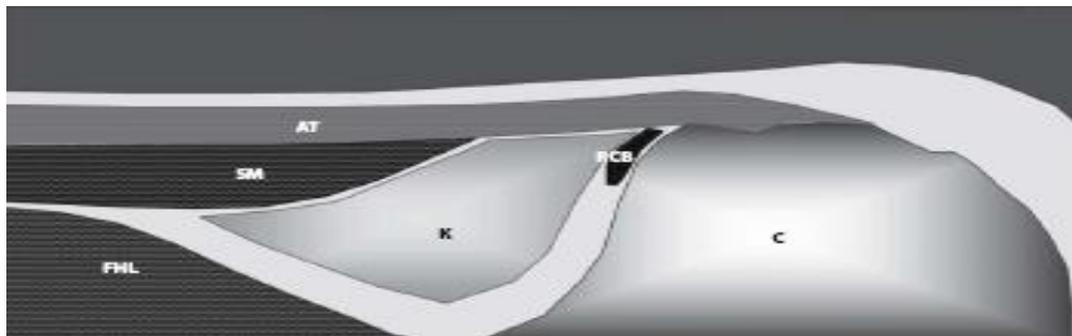
**Figura 35 -** Diagrama de Interface dos Tecidos Moles  
AT – Tendão Calcâneo, MTJ – junção musculotendinosa, FHL – flexor longo do halux  
Maffuli, Nicolla (2005)

Outro factor importante que se deve ter em consideração quando se avalia este tipo de estruturas é o equipamento, como já foi referido os ecografos nos últimos anos têm sofrido uma evolução no que se refere à avaliação das estruturas do sistema músculo-esquelético, desde o uso de sondas de multi-frequência às imagens panorâmicas, o que se verifica na figura 36 e 37.



**Figura 36** - Técnica Ecográfica aquisição em corte longitudinal do TA

A – Técnica ecográfica e zona a avaliar  
B - Corte longitudinal do tendão Aquiles  
(Martino et al 2007)



**Figura 37** - Esquema ecográfico da aquisição em corte longitudinal do TA

AT – Tendão Calcâneo, K – kager pad, C – calcâneo, SM – músculo solear,  
FHL – músculo flexor longo do halux , RCB – bolsa retrocalcanea  
(Martino et al 2007)

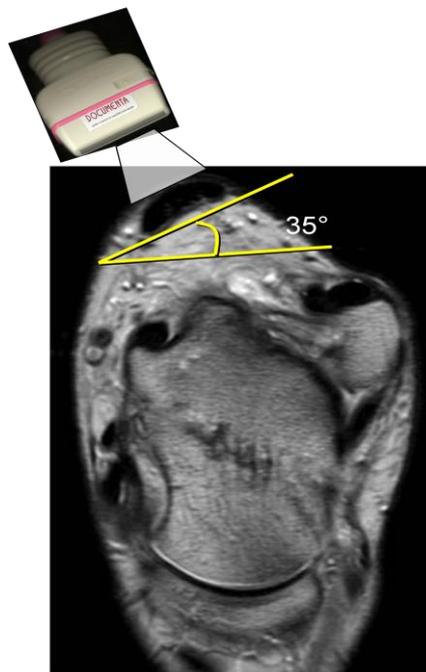
Pelos motivos já referidos a ecografia considera-se um exame de primeira linha para avaliação do tendão calcâneo nunca sendo de mais referir os principais motivos, que vão desde, a confirmação da integridade do tendão na sua inserção, avaliação de situações em que se está presente uma dor atípica, avaliação de tendinites, espessamentos, nódulos, calcificações, discontinuidades, corpos estranhos, entre outros (Fornage, Bruno, 1986)

Além destas vantagens existem outras, como o facto de os pacientes poderem fazer uma avaliação periódica destas estruturas (tendões)

### 3 Técnica para avaliação

Para avaliação dos tendões deve-se utilizar um equipamento de ecografia com boa resolução, e quando nos referimos a boa resolução pretende-se avaliar com sondas de alta frequência, o que nos permite obter imagens com detalhe e informação que permite fazer uma avaliação correcta destas estruturas assim como estruturas adjacentes e avaliar a irrigação do tendão.

Conhecer o equipamento de modo a poder otimizar todos parâmetros, como a frequência, ganho, a profundidade, o foco, entre outros que durante a execução terão que ser aferidos. A utilização da sonda, deve ser compatível com a aplicação, tendo em consideração que as sondas para este tipo de avaliações são lineares com frequências altas que podem variar dos 7 aos 15 MHz. A orientação da sonda deve ser a correcta para evitar erros de posicionamento, não esquecendo que o tendão calcaneano tem uma ângulação até 35 graus (figura 38).



**Figura 38** – Imagem de RM para visualização da ângulação do tendão calcaneano e posição da sonda com angulação para compensar o ângulo que faz o tendão. Imagem cedida pelo Dr. Mauro Brandão, Médico Radiologista

O local onde se vai executar o exame deve conter uma marquês, gel para que haja uma interface que permita obter imagem, o ecografo e papel.

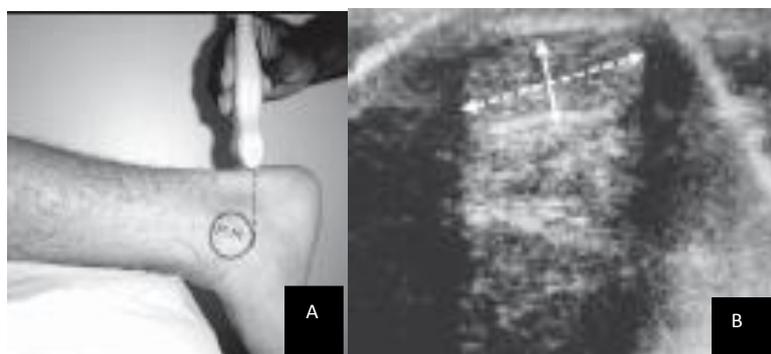
Para estudo do tendão o paciente coloca-se em decúbito ventral com os membros inferiores em extensão e o pé tem que fazer um ângulo de 90 graus com a tíbio-társica. Para determinar as medidas antropométricas no membro inferior o paciente colocou-se em ortoestatismo marcou-se os pontos com um lápis dermográfico e para evitar erros utilizou-se uma fita plástica. Na tíbio-társica o avaliado encontra-se em ortoestatismo, as hastes da régua antropométrica são ajustadas à altura dos malelo, paralelamente ao solo. Os malelos são delimitados pelos dedos médios, enquanto os indicadores controlam as hastes do antropometro.

Todas as avaliações foram feitas por dois examinadores mediante consentimento prévio do avaliado

Na avaliação do tendão apenas foram adquiridas imagens em corte transversal e determinadas as medidas transversal e antero-posterior. O tendão foi medido a partir do malelo medial a nível do bordo inferior (Figura 39). Foi escolhido este local para determinar as medidas devido ao facto de os malelos serem de fácil localização e permite deste modo uniformizar as avaliações para que não se executem medidas erradas devido à falta de critério para a localização do plano a ser avaliado (Mello, et.al 2006)

Todas as avaliações foram devidamente marcadas com os avaliados a fim de minimizar o tempo de espera.

No dia da avaliação todos os indivíduos foram devidamente informados sobre o exame ao qual iam ser submetidos, para permitir esclarecer dúvidas e responder a algumas questões sobre as suas expectativas em relação ao exame.



**Figura 39** - Técnica usada para avaliação das medidas do tendão no plano transversal  
A - Posicionamento da sonda e do pé, onde se utilizou os malelos para pontos de referência  
B – Medida do tendão calcaneano antero posterior e transversal

Neste estudo foram incluídos quatro grupos, o primeiro grupo é constituído por elemento do género masculino que praticam desporto de alta competição, o segundo grupo por elementos do género masculino e que não praticam desporto, o terceiro grupo consiste em atletas do género feminino que praticam desporto e o quarto grupo do género feminino que não praticam desporto.

O total de participantes neste estudo é de 50 indivíduos com idades compreendidas entre os 18 e os 31 anos.

Antes de dar início ao exame todos os indivíduos deverão responder a um questionário onde constam algumas questões em relação à idade, género cor da pele, prática desportiva, IMC.

A partir das informações da massa corporal e estatura de cada indivíduo, foi obtido o índice de massa corporal também designado por índice de Quetelet, que se calcula dividindo o peso pelo quadrado da altura em metros ( $IMC = \text{peso} / \text{altura}^2$ ). Este índice é para indicar o estado ponderal em relação à estatura. Em adultos com idades superiores a 20 anos o IMC é classificado em quatro categorias: magro com índice de 18,5, normal com índice de 18,5 e 24,9, gordo com índice entre 25,0 e 29,9 e obeso com índice de 30,0.

## Métodos estatísticos

O método utilizado para tratamento estatístico foram as médias aritméticas, desvios-padrão e distribuição de frequências, para comparação de medidas dos tendões em relação ao género, faixa etária, cor da pele e IMC foi utilizado o teste *t* de *Student*.

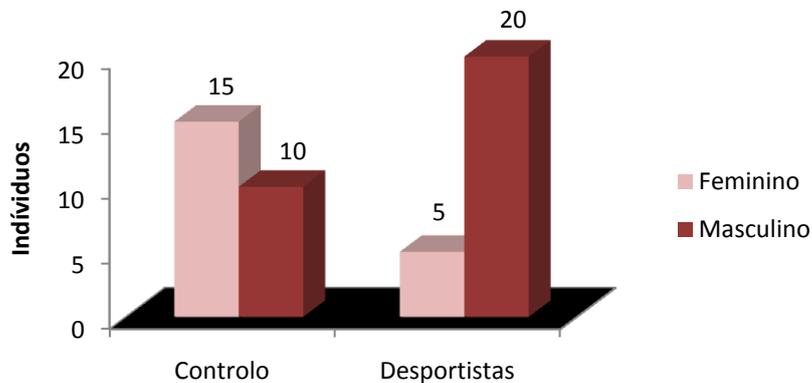
Para verificar o grau de relação entre a idade e os diâmetros do tendão calcaneano foi aplicado o coeficiente de relação linear (*r*) de *Pearson*. Foi adoptado o nível de significância de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

## 4 Resultados

Foi objectivo deste estudo avaliar as dimensões do tendão calcaneano pelo método de US numa amostra de jogadores de Basquetebol de alta competição com um grupo de controlo. Efectuou-se uma avaliação por ecografia do tendão calcaneano obedecendo a determinados parâmetros para que não haja discrepância das medidas efectuadas. Esta avaliação prende-se ao facto de se saber se a prática desportiva leva ao aumento das dimensões do tendão e se esse aumento pode de alguma forma evoluir para algum processo patológico que interfira no desempenho da actividade desportiva. Tendo em consideração que a ecografia tem limitações, permitido-nos apenas fazer uma avaliação das dimensões e avaliar a estrutura do tendão. Os resultados obtidos serão submetidos a comparação com a literatura.

### 4.1 Caracterização da amostra

Na constituição da amostra foram incluídos atletas de alto rendimento e um grupo sedentário. A amostra é constituída por 50 indivíduos. O género dos indivíduos constituintes da amostra, por grupo, está descrito no gráfico 1.



**Gráfico 1** – Género dos indivíduos constituintes da amostra, onde se inclui o grupo dos desportista e grupo de controlo do sexo masculino e feminino

Dos 50 indivíduos da amostra 25 eram atletas e os restantes pertenciam ao grupo de controlo. Neste estudo foram excluídos elementos que se encontravam lesionados ou que no momento não estavam a ser submetidos a qualquer tipo de medicação.

Como referido foi feita uma avaliação das dimensões do tendão calcaneano e convém lembrar que os parâmetros padrão desta estrutura para indivíduos normais, isto é, que não exerçam actividade desportiva, estatura normal, no plano transversal é de 1,22 cm para o género feminino e 1,36 cm para o género masculino e relativamente ao diâmetro antero-posterior verificou-se que para o género feminino é de 0,45 cm e para o género masculino 0,50cm.

A tabela 3 representa número de indivíduos da nossa amostra que foram avaliados, num total 50 indivíduos, em que 25 são jogadores de basquetebol e os restantes 25 fazem parte do grupo de controlo e não realizam qualquer actividade física.

Nesta amostra determinamos variação média das idades em ambos os grupos, onde se inclui a estatura e massa corporal, descritos na tabela 3.

**Tabela 3** – Variações médias de idade (anos), estatura (m) e massa corporal (Kg) dos desportistas e grupo de controlo. Os valores representam médias  $\pm$  desvio padrão em ambos os grupos da amostra.

Média	Idade	Estatura	Massa Corporal
Desportista	22,80 $\pm$ 3,94	1,87 $\pm$ 0,10	83,78 $\pm$ 14,14
Controlo	19,68 $\pm$ 1,89	1,69 $\pm$ 0,09	64,02 $\pm$ 13,40

Dos resultados da tabela verificou-se que a média das idades dos atletas foi de 23 anos ( $\pm$  3,94) e do grupo de controlo foi de 20 anos ( $\pm$  1,89). Relativamente à estatura média, os atletas revelaram maior estatura assim como maior massa corporal em relação ao grupo de controlo. Relativamente à nacionalidade dos indivíduos da amostra, verificamos na tabela 4 que a maioria dos indivíduos é de nacionalidade portuguesa Quando separamos por grupo de sedentária e atletas verifica-se que é no grupo dos atletas que se encontram indivíduos de nacionalidade estrangeira.

**Tabela 4** – Análise da diversificação de etnias da amostra, onde consta a etnia caucasiana e negra do grupo de atletas e desportistas

Etnia	Desportistas		Controlo		Total	
	Caucasiana	Negra	Caucasiana	Negra	Caucasiana	Negra
Nacionalidade Portuguesa	17	4	25	-	42	4
Nacionalidade Estrangeira	-	4	-	-	-	4

## 4.2 Avaliação das medidas Transversais e Antero-Posterior

Relativamente às medidas no plano transversal pode-se constatar que não se registaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), do tendão calcaneano direito comparativamente ao esquerdo, quer em desportistas quer ao grupo dos sedentários.

**Tabela 5** - Medida transversal esquerda do tendão calcaneano no grupo dos desportistas e no grupo de controlo, onde consta a média e desvio padrão

	Controlo	Desportistas	<i>p</i>
<b>Medida Transversal dta</b>	0,4648 ± 0,6482	1,3368 ± 0,21289	
<b>Medida Transversal esq</b>	0,4556 ± 0,05470	1,3912 ± 0,20807	*

\* $P < 0,001$  em relação ao grupo de controlo

Como se pode observar na tabela 5, verificou-se um decréscimo na medida transversal do tendão esquerdo no grupo de controlo quando comparado com o direito. Já nos atletas destaca-se o facto de o tendão ser maior que no grupo de controlo, que ao contrário deste grupo o tendão esquerdo é maior que o direito

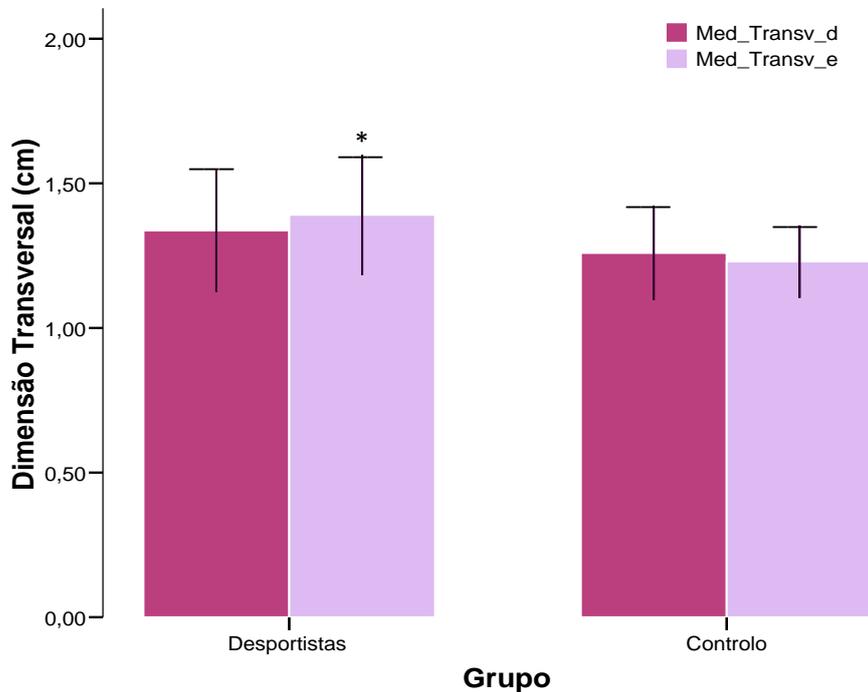
Relativamente à medida antero-posterior do tendão no grupo de controlo, verifica-se na tabela 6, que as dimensões do tendão direito e esquerdo se aproximam. O tendão direito apresenta um aumento pouco significativo em relação ao esquerdo. No grupo dos atletas estes valores também se aproximam mas ao contrário do grupo de controlo é o tendão esquerdo que apresenta um ligeiro aumento.

**Tabela 6** - Avaliação das medidas antero-posterior do tendão calcaneano direito, no grupo dos desportistas e controlo  
Onde se pode verificar a média das dimensões e desvio padrão.

	Controlo	Desportistas	<i>p</i>
<b>Medida antero posterior dta</b>	0,4648 ± 0,6482	0,5608 ± 0,6020	*
<b>Medida antero-posterior esq</b>	0,4556 ± 0,05470	0,5740 ± 0,11783	*

\*  $P < 0,001$ , em relação ao controlo

No gráfico 2 pretende-se demonstrar as alterações das medidas nos grupos dos desportistas e de controlo.

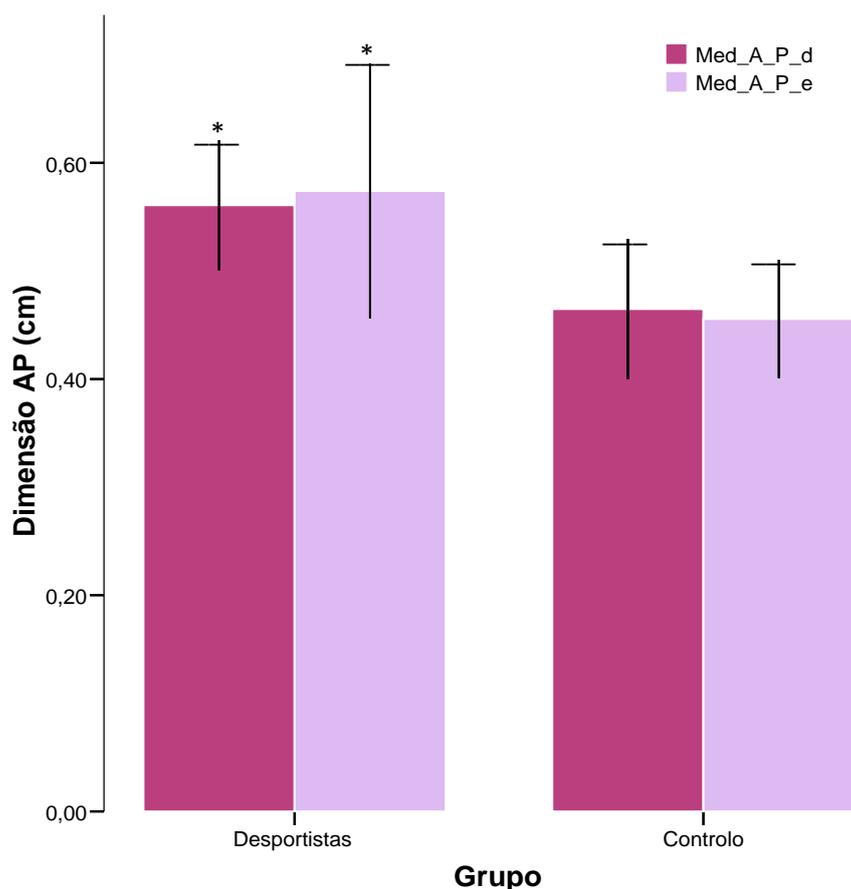


**Gráfico 2-** Avaliação da medida transversal do tendão direito (Med\_Transv\_d) e esquerdo, (Med\_Transv\_e) no grupo dos desportistas e do grupo de controlo, onde se verifica significância no tendão esquerdo dos desportistas.

Fazendo a avaliação das dimensões de ambos os grupos da nossa amostra constata-se que não se verificam diferenças médias significativas ( $p > 0,05$ ) das medidas transversal do tendão direito por tipo desportista. Apesar de serem os atletas que apresentaram valores médios de medida transversal superiores que os de controlo, a diferença não foi significativamente diferente (superior).

Quanto à medida transversal do tendão esquerdo, pode-se constatar diferenças médias significativas por tipo de atleta ( $p < 0,05$ ). Foram os atletas que apresentaram uma média de medida transversal esquerda significativamente superior face ao grupo de controlo (diferença de 0,1616 cm).

No gráfico 3 estão demonstrados os valores das medidas antero-posterior dos tendões dos indivíduos da nossa amostra onde consta as dimensões médias.



**Gráfico 3** - Avaliação da medida antero-posterior nos grupos dos desportistas e controlo do tendão calcaneano do lado esquerdo (Med\_A\_P\_e) e direito, (Med\_A\_P\_d) onde se verifica diferenças significativas no grupo dos desportistas em ambos os lados. \*  $P < 0,05$  em relação ao grupo de controlo.

Como se pode constatar, registaram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), das medidas antero-posterior do tendão direito por tipo de desportista, se avaliarmos as dimensões verificamos que é no grupo dos desportistas que se verificam as dimensões antero-posteriores superiores do tendão, relativamente ao grupo de controlo. No entanto a diferença não foi significativamente diferente.

Da avaliação das dimensões antero-posteriores do tendão esquerdo verifica-se que houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). Foram os desportistas que apresentavam uma média de medida antero-posterior superior relativamente ao grupo de controlo (diferença de 0,1184 cm).

Feita a descrição da amostra pretende-se determinar e avaliar as dimensões apenas no grupo dos desportistas e o modo como variam.

Dos resultados pode-se constatar que, relativamente à tabela 7, existe uma forte correlação entre os valores das medidas transversal direita relativamente às medidas transversal esquerda ( $p < 0,001$ )

**Tabela 7** - Correlação das dimensões transversais do tendão calcaneano no grupo dos desportistas

		Medida Transversal esquerda
	<b>Pearson Correlation</b>	0,783
Medida Transversal Direita	<b><i>p</i></b>	0,000
	<b>n</b>	25

Estamos perante uma correlação positiva, isto é, os atletas que apresentam valores médios de medida transversal direita mais elevados correspondem aqueles que também apresentam valores médios de medida transversal esquerda mais elevados.

Quanto à força de associação a mesma classifica-se como boa ( $r=0,783$ ) e este padrão de ocorrência observa-se num total de 61,3% da nossa amostra

No que se refere às medidas antero-posterior pode-se afirmar que também existe uma correlação significativa entre os valores das medidas antero-posterior direita relativamente às medidas antero-posterior esquerda ( $p < 0,001$ ).

Da avaliação da tabela 8, conclui-se que a correlação é positiva, pois valores elevados na medida antero-posterior direita equivalem também a valores elevados na medida antero-posterior esquerda, no entanto quanto à força de associação podemos classificá-la como boa, ( $r=0,764$ ) o que acontecia também na medida transversal, assim valores elevados no lado direito equivalem a valores elevados no lado esquerdo, isto ocorre na nossa amostra em 58,3%.

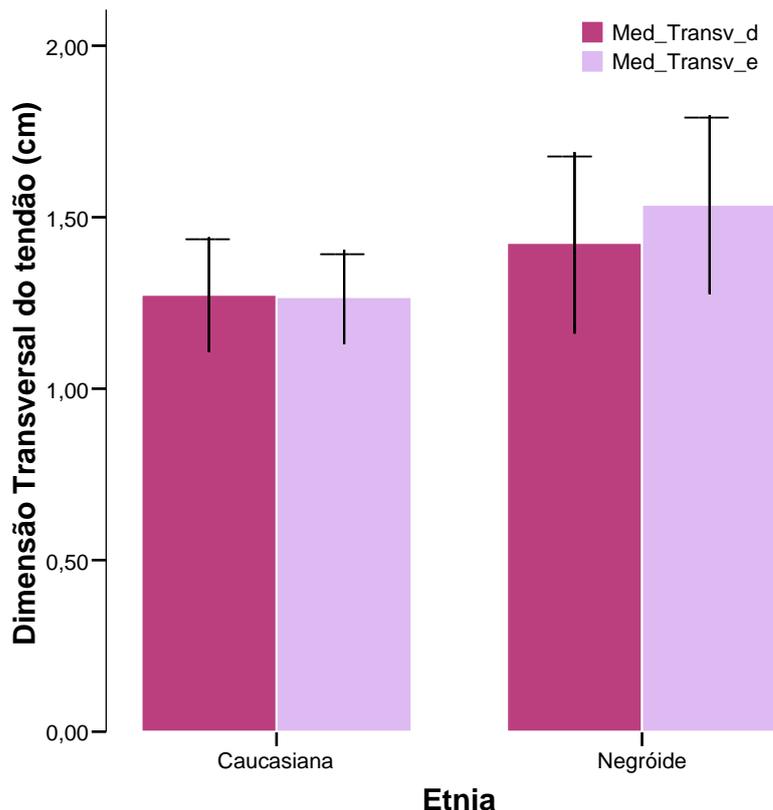
**Tabela 8** - Correlação das dimensões antero-posterior do tendão calcaneano no grupo de controlo

		Medida antero-posterior esquerda
	<b>Pearson Correlation</b>	0,764
Medida antero-posteriro direita	<b><i>p</i></b>	0,000
	<b>n</b>	25

### 4.3 Dimensões transversais e antero-posterior dos desportistas face à etnia

Da avaliação das medidas transversais no grupo dos desportistas, verifica-se que entre os jogadores de etnia diferentes existem alterações nas dimensões, isto é, quando se divide o grupo em etnia caucasiana e negra verifica-se que não há diferenças significativas no que se refere às dimensões transversais do tendão. Mas efectivamente, verifica-se os valores obtidos e constata-se que a população negra tem tendência a ter um aumento das dimensões do tendão.

Ao analisar o gráfico 4 verifica-se que são os jogadores de etnia negra que apresentam maiores dimensões, mesmo dentro deste grupo verificamos que há uma tendência para um aumento do tendão do lado esquerdo quer do lado direito, comparativamente aos atletas de etnia branca.



**Gráfico 4** – Dimensões transversal do tendão calcaneano por etnia onde se verifica maiores dimensões no tendão no grupo de atletas de raça negra.

Verifica-se também que em média as dimensões antero-posteriores do tendão quer direito quer esquerdo, são superiores quando nos referimos à etnia negra.

Pedemos então afirmar que não há diferenças significativas por etnia ( $p > 0,05$ ) quando nos referimos às dimensões do tendão nas medidas transversal e antero-posterior.

Ao avaliar a correlação entre as medidas transversal e antero-posterior do tendão conclui-se que, no que se refere à associação das medidas antero-posterior direita a correlação é significativa ( $p < 0,05$ ) com a medida antero-posterior esquerda, e as medidas transversais de ambos os lados. Quanto às dimensões antero-posterior esquerda verifica-se que há correlação significativa com as medidas transversais direitas e esquerda ( $p < 0,05$ ), o mesmo acontece com a correlação significativa entre as antero-posterior direita e esquerda ( $p < 0,05$ ).

#### 4.4 Dimensões transversais e antero-posterior dos desportistas face à idade

Foram divididos em medidas transversal esquerda e direita e separados por faixas etárias que varia dos 18 aos 31 anos, foram agrupadas as idades entre [18-19], [20-23], [24-31], como se pode verificar nas tabelas 9 e 10.

**Tabela 9** - Avaliação da dimensão transversal do tendão direito às idades

Idade	n	Média±Desvio-Padrão	p
[18-19] anos	7	1,2971±0,21360	0,836
[20-23] anos	6	1,3683±0,22622	
[24-31] anos	12	1,3442±0,22167	
<b>Total</b>	25	1,3368±0,21289	

**Tabela 10** - Avaliação da dimensão transversal do tendão esquerdo em relação às idades

Idade	n	Média± Desvio Padrão	p
[18-19] anos	7	1,2900 ± 0,16269	0,325
[20-23] anos	6	1,4183 ± 0,18148	
[24-31] anos	12	1,4367 ± 0,23639	
<b>Total</b>	25	1,3912 ± 0,20807	

Assim a medida transversal direita apresenta valores no total de 1,3368 cm ( $\pm 0,20807$ ) e no lado esquerdo a medida transversal apresenta valores no total de 1,3912 cm ( $\pm 0,20807$ ).

No que diz respeito aos valores médios da dimensão transversal direita do tendão por grupos etários, verifica-se não existirem diferenças significativas de médias de tendão direito entre os grupos ( $p > 0,05$ ).

Quanto aos valores médios da dimensão transversal esquerda na tabela 10, verifica-se que apesar de não existirem diferenças significativas em relação às dimensões verifica-se que os valores médios são mais elevados na faixa etária entre os [24-31] anos de idade.

Voltando à interpretação das dimensões no que se refere às avaliações antero-posterior pode-se afirmar que há diferenças significativas no que se refere à medida antero-posterior do tendão direito ( $p < 0,05$ ) por grupos etários (tabelas 11 e 12).

Quanto aos valores médios da medida antero- posterior do tendão esquerdo verifica-se que não há diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), no entanto é na faixa etária dos [24-31] anos que se verifica uma tendência para um aumento das dimensões.

**Tabela 11** - Avaliação da dimensão Antero-posterior do tendão direito relação às idades

Idade	n	Média $\pm$ Desvio Padrão	p
[18-19] anos	7	0,5171 $\pm$ 0,05823	0,045
[20-23] anos	6	0,5600 $\pm$ 0,04195	
[24-31] anos	12	0,5687 $\pm$ 0,05758	
Total	25	0,5608 $\pm$ 0,06020	

**Tabela 12** - Avaliação da dimensão antero-posterior do tendão esquerdo em relação às idades

Idade	n	Média $\pm$ Desvio Padrão	p
[18-19] anos	7	0,5043 $\pm$ 0,06241	0,178
[20-23] anos	6	0,5900 $\pm$ 0,15582	
[24-31] anos	12	0,6067 $\pm$ 0,11284	
Total	25	0,5740 $\pm$ 0,11783	

Aplicou-se o teste de comparações múltiplas Scheffé, como se verifica na tabela 13, para avaliar as diferenças de medida antero-posterior do tendão direito nos jogadores.

Pode-se verificar que as diferenças médias de medida antero-posteiro direita verificam-se entre o grupo de atletas com 18-19 anos para os de 24-31 anos de idade.

**Tabela 13** - Avaliação média das dimensões do tendão em relação às idades

Classes Etárias (I)	Classes Etárias (J)	Diferença de Médias (I-J)	Std Error	Sig
[18-19] anos	[20-23] anos	-0,04286	0,03038	0,386
	[24-31] anos	-0,06952	0,02597	0,045
[20-23] anos	[18-19] anos	0,04286	0,03038	0,386
	[24-31] anos	-0,02667	0,02730	0,627

## 4.5 Dimensões do tendão calcaneano dos desportistas face ao pé dominante

No estudo em questão foi considerado o pé dominante dos atletas, durante a prática desportiva, descrito na tabela 14. Verificou-se que na população de 25 atletas, 10 utilizam mais o pé direito durante a actividade desportiva e 15 atletas utilizam mais o pé esquerdo.

**Tabela 14** – Dimensão transversal dos tendões relativamente ao pé dominante  
Da avaliação da tabela verifica-se que a maioria dos atletas da amostra utilizam o membro esquerdo como membro dominante

Pé dominante	n	Média	<i>p</i> (2-tailed)
Direito	10	1,2880 ± 0,19280	0,360
Esquerdo	15	1,3693 ± 0,22575	

Feita a avaliação transversal do tendão direito relativamente ao pé dominante, não se verificam diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), no entanto verificam-se diferenças quanto às médias dos atletas que referem ser o pé esquerdo o pé dominante, comparativamente ao com o pé direito.

Da mesma forma que foi avaliada a medida transversal direita, também foi avaliada a medida transversal esquerda na tabela 15, onde se verifica um resultado idêntico à tabela 14, pois não se verificam diferenças significativas.

**Tabela 15** - Dimensão transversal dos tendões relativamente ao pé dominante

Pé dominante	n	Média	Sig (2-tailed)
Direito	10	1,3110 ± 0,20311	0,117
Esquerdo	15	1,4447 ± 0,20010	

No entanto no que se refere às medidas direita e esquerda verifica-se que o pé dominante é o esquerdo com medida média superior.

Verifica-se uma associação do pé esquerdo, o pé dominante, no grupo dos atletas e a medida transversal, ambos com com dimensões superiores.

Quanto à medida antero-posterior do tendão verificamos o mesmo resultado, sendo o pé esquerdo o pé dominante da maioria dos indivíduos da nossa amostra do grupo de atletas também a medida antero-posterior é superior, como mostrado nas tabelas 16 e 17.

**Tabela 16** – Dimensão antero-posterior do tendão direito relativamente ao pé dominante

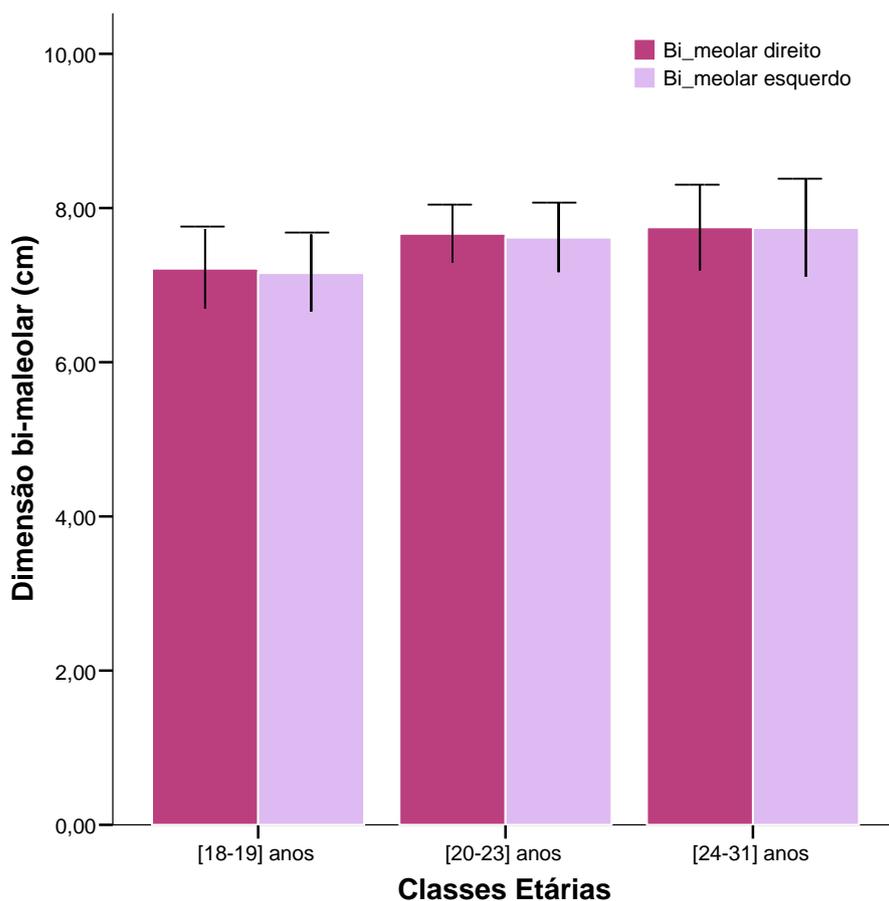
Pé dominante	n	Média	Sig (2-tailed)
Direito	10	0,5580 ± 0,06339	0,854
Esquerdo	15	0,5627 ± 0,6017	

**Tabela 17** - Dimensão antero-posterior do tendão esquerdo relativamente ao pé dominante

Pé dominante	n	Média	Sig (2-tailed)
Direito	10	0,5520 ± 0,13332	0,788
Esquerdo	15	0,5687 ± 0,1109	

## 4.6 Dimensões bi-maleolares dos desportistas face à idade

No gráfico 5 estão representadas as medidas bi-maleolares do tendão direito e esquerdo do grupo dos atletas por faixa etária.



**Gráfico 5 – Dimensões bi-maleolares por faixa etária**

Verifica-se que é nas idades compreendidas entre os 24 e 31 anos que as dimensões são superiores, de ambos os lados. Se fizermos uma interpretação dos resultados observa-se que as medidas vão aumentando de acordo com o aumento da idade, isto é, na faixa etária dos 18-19 anos a média das dimensões do lado esquerdo é de 7,16 para 7,74 na faixa etária dos 24-31 anos.

Na avaliação bi-maleolar direito o resultado é idêntico, as dimensões aumentam em proporcionalidade com a idade.

Outro factor a ter em consideração é o aumento das dimensões entre os malelos em todas as faixas etárias predominantemente do lado direito

#### 4.7 Dimensões dos gastrocnemios dos desportistas face à idade

No gráfico 6 procedeu-se à avaliação dos gastrocnemios direito e esquerdo no grupo dos desportistas.

As dimensões do gastrocnemio foram tidas em consideração neste estudo devido à relação anatómica com o tendão calcaneano.

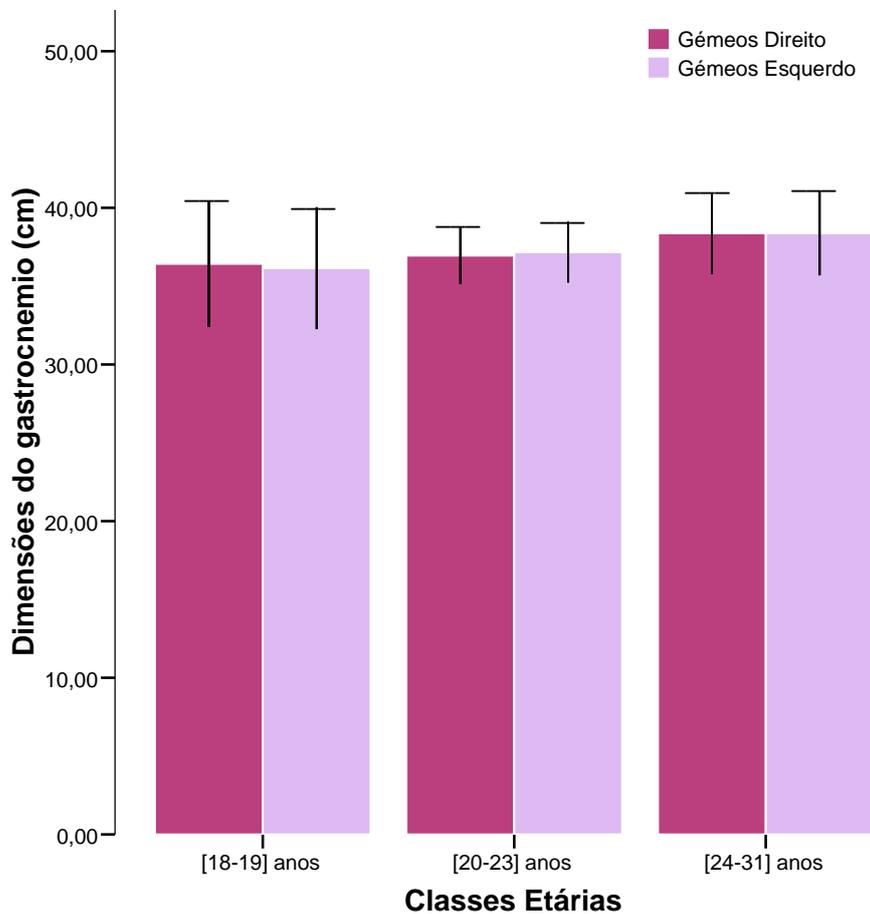


Gráfico 6 – Dimensões dos gastrocnemios por faixa etária

Foram avaliados todos os desportistas da amostra como é representativo na no gráfico 6 e concluí-se que a dimensão do gastrocnemio aumenta ligeiramente com a idade. Verifica-se

que o gastrocnémio esquerdo numa faixa etária entre os 18 e 19 anos a média é de 36,14cm, para uma média de 38,37cm, numa faixa etária dos 24-31 anos.

Relativamente ao lado direito o resultado é idêntico, a dimensão do gastrocnémio aumenta em proporção à idade.

Um factor relevante é o facto de as dimensões serem superiores no lado direito, na faixa etária compreendida entre os 18-19 anos e 20-23 anos, já na faixa etária entre os 24-31 anos a dimensões são superiores no lado esquerdo.

## 4.8 Dimensões do tendão calcaneano no grupo controlo face à idade

Após avaliação dos indivíduos que praticam desporto procedeu-se à avaliação do grupo de controlo. Os primeiros parâmetros a serem avaliados foram as medidas transversais do tendão esquerdo e direito, descritas na tabela 18.

**Tabela 18** - Dimensões transversais do tendão direito e esquerdo no grupo de controlo por faixa etária

		Classes Etárias			Total
		[18-19] anos	[20-23] anos	[24-31] anos	
<b>Medição Transversal Direita</b>	Mediana	9,65	17,55	6,5	
	Média	1,18 ± 0,11	1,36 ± 0,17	1,16	25
	Total	13	11	1	
<b>Medição Transversal Esquerda</b>	Mediana	10,19	17,32	2,00	
	Média	1,18 ± 0,09	1,30 ± 0,13	1,06	25
	Total	13	11	1	

Ao analisar os resultados, verificou-se um aumento da medida transversal direita do tendão no grupo de controlo, na faixa etária compreendida entre os 20-23 anos. Na medida transversal esquerda também se observa que é na faixa etária compreendida entre os 20 e 23 anos que a média das dimensões é superior.

Em relação às restantes faixas etárias verificamos que nas idades compreendidas entre os 18-19 anos a medida do tendão direito é de 1,18 cm para uma medida de 1,36 cm. Na faixa etária dos 24-31, em relação ao tendão esquerdo sucede o contrário as dimensões aumentam na

faixa etária dos 24-31 anos. Esta situação acontece provavelmente pelo facto de um só elemento que constitui a faixa etária dos 24-31 exercer de alguma forma e região em estudo. Observa-se nos valores da medida transversal diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) por faixa etária dos sujeitos do grupo de controlo. Foram estes que na idade compreendida entre os 20-23 anos revelaram valores de medida transversal direita superiores às restantes classes.

Da análise da tabela 19, para a avaliação das medidas antero-posterior do tendão direito verificamos, de forma idêntica à medida transversal, que a dimensão é superior na classe dos 20-23 anos. A classe etária onde se verificam as dimensões menores é na classe dos 24-31 anos.

**Tabela 19** - Dimensões antero-posterior do tendão direito e esquerdo no grupo de controlo por faixa etária

		Classes Etárias			Total
		[18-19] anos	[20-23] anos	[24-31] anos	
<b>Medição AP Direita</b>	Mediana	9,81	17,09	9,50	
	Média	0,43 ± 0,05	0,50 ± 0,06	0,44	25
	Total n	13	11	1	
<b>Medição AP Esquerda</b>	Mediana	10,81	16,05	8,00	
	Média	0,44 ± 0,06	0,48 ± 0,04	0,43	25
	Total n	13	11	1	

Da avaliação geral da tabela observamos diferenças significativas quando nos referimos à dimensão antero-posterior do tendão direito. Foram os sujeitos da classe do 20-23 anos que revelaram valores Antero-posterior superiores.

## 4.9 Distribuição das dimensões do tendão em relação ao IMC

No estudo efectuado foi feita uma avaliação do IMC dos desportistas e do grupo de controlo, para avaliar qual a relação das dimensões antero-posterior e transversal do tendão relativamente ao IMC. Pretende-se saber, se existem variações das dimensões com os diferentes índices de massa corporal da população em estudo.

**Tabela 20** - IMC em relação às medidas antero-posterior no grupo dos desportistas

	Designação	n	Média	Mínimo	Máximo	p
Medição AP Direita	Magro	5	0,4260 ± 0,3847	0,38	0,47	0,434
	Normal I	15	0,4680 ± 0,7143	0,34	0,60	
	Normal II	2	0,5000 ± 0,8485	0,44	0,56	
	Obesidade	3	0,4900 ± 0,4583	0,45	0,54	
Medição AP Esquerda	Magro	5	0,4320 ± 0,4087	0,40	0,50	0,573
	Normal I	15	0,4560 ± 0,6468	0,34	0,57	
	Normal II	2	0,4600 ± 0,00000	0,46	0,46	
	Obesidade	3	0,4900 ± 0,0100	0,48	0,50	

Analisando o grupo dos desportistas, 15 indivíduos apresentam um IMC dentro do normal, que pode variar entre [18,5-24,9]. Avaliando os indivíduos que se encontram dentro do IMC normal verifica-se que a média das dimensões antero-posterior para o lado direito é de 0,4680 ( $\pm$  0,07143) e que as dimensão máxima é de 0,34 cm e a mínima de 0,60 cm.

Nas medidas antero-posterior esquerda verifica-se que há uma variação mínima e máxima de 0,34 e 0,57 respectivamente sendo a média das dimensões para este parâmetro de 0,4560 ( $\pm$ 0,06468). Desta avaliação podemos verificar que não há diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ) no que diz respeito ao IMC com as dimensões do tendão.

A avaliação das medidas transversal está descrita na tabela 24, abaixo exposta.

**Tabela 21** - IMC em relação à medida transversal direita e esquerda no grupo dos desportistas

	Designação	n	Média (Desvio Padrão)	Mínimo	Máximo	p
Medição Transversal Direita	Magro	5	1,1500 ± 0,07314	1,07	1,24	0,353
	Normal I	15	1,2873 ± 0,18733	0,95	1,72	
	Normal II	2	1,3500 ± 0,14142	1,25	1,45	
	Obesidade	3	1,2400 ± 0,07211	1,18	1,32	
Medição Transversal Esquerda	Magro	5	1,1560 ± 0,06986	1,09	1,27	0,199
	Normal I	15	1,2487 ± 0,13490	1,04	1,52	
	Normal II	2	1,3550 ± 0,16263	1,24	1,47	
	Obesidade	3	1,1733 ± 0,04041	1,15	1,22	

No que se refere à dimensão transversal direita a variação mínima e máxima das dimensões encontra-se entre 0,95 cm e 1,72cm, respectivamente. Verifica-se desta forma as dimensões médias foram de 1,2873 cm ( $\pm 0,18733$ ) para o grupo de indivíduos que se situam no peso normal.

Relativamente à medida transversal esquerda verifica-se uma variação entre o mínimo e máximo de 1,04 cm e 1,52 cm respectivamente, sendo a média das dimensões de 1,2487 ( $\pm 0,13490$ ).

Desta avaliação pode-se afirmar que não há diferenças estatisticamente significativas referentes à dimensão transversal do tendão relativamente ao IMC.

#### 4.10 Variação das dimensões do tendão relativamente ao género

As tabelas 22 e 23 descrevem as dimensões do tendão em relação ao género.

Na tabela 22, referente ao grupo dos desportistas 5 indivíduos são do género feminino e 20 do género masculino. Pode-se afirmar que a média das dimensões é superior no género masculino. Sendo no plano transversal do lado esquerdo a média superior relativamente ao género feminino.

Desta avaliação pode-se afirmar que há diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) nas dimensões transversais de ambos os lados.

**Tabela 22** - Avaliação das medidas antero-posterior e transversal em relação ao género no grupo dos desportistas

	Género	n	Média (Desvio Padrão)	Sig
<b>Medição AP Direita</b>	Feminino	5	0,5500 $\pm$ 0,05831	0,975
	Masculino	20	0,5635 $\pm$ 0,06184	
<b>Medição AP Esquerda</b>	Feminino	5	0,5560 $\pm$ 0,10164	0,900
	Masculino	20	0,5785 $\pm$ 0,12351	
<b>Medição Transversal Direita</b>	Feminino	5	1,1580 $\pm$ 0,09121	0,044
	Masculino	20	1,3815 $\pm$ 0,21209	
<b>Medição Transversal Esquerda</b>	Feminino	5	1,2080 $\pm$ 0,08044	0,198
	Masculino	20	1,4370 $\pm$ 0,2563	

\*P <0,05 da medida transversal direita em relação ao género feminino

Após a análise dos desportistas analisou-se o grupo de controlo, estando as dimensões descritas na tabela 23. Neste grupo 15 indivíduos são do género feminino e 10 do género

masculino, sendo a média das dimensões, superior no género masculino, onde a maior dimensão é a medida transversal direita em ambos os géneros. No grupo de controlo verificam-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) nas dimensões do tendão em relação ao género.

**Tabela 23** - Avaliação das medidas antero-posterior e transversal em relação ao género no grupo de controlo

	Género	n	Média (Desvio Padrão)	Sig
<b>Medição AP Direita</b>	Feminino	15	0,4400 ± 0,05593	0,521
	Masculino	10	0,5020 ± 0,06143	
<b>Medição AP Esquerda</b>	Feminino	15	0,4367 ± 0,5178	0,651
	Masculino	10	0,4840 ± 0,04812	
<b>Medição Transversal Direita</b>	Feminino	15	1,1913 ± 0,11300	0,183
	Masculino	10	1,3610 ± 0,17660	
<b>Medição Transversal Esquerda</b>	Feminino	15	1,1767 ± 0,10090	0,622
	Masculino	10	1,3090 ± 0,12013	

## Discussão

O estudo para avaliação do tendão calcaneano baseou-se numa avaliação ecográfica das dimensões no plano transversal, onde foram avaliados 50 indivíduos em que 25 eram desportistas e os restantes não executavam qualquer actividade desportiva. Destes a faixa etária encontra-se nos 23 anos ( $\pm 3,94$ ) de idade para desportistas e para o grupo de controlo era de 20 anos ( $\pm 1,89$ ). No grupo dos desportistas oito indivíduos são de raça negra (16% do total da amostra). Quando nos referimos à estatura e massa corporal verifica-se que no grupo de controlo este parâmetro é de 1,69 m ( $\pm 0,09$ ), com peso de 64 kg (13,40). No grupo dos desportistas verifica-se um parâmetro com diferenças consideráveis, estes apresentam uma estatura de 1,87m ( $\pm 0,10$ ) com massa corporal média de 84 kg (0,09).

Como se verifica pelos resultados apresentados há diferenças entre os indivíduos da amostra, no que se refere à estatura. Se compararmos este estudo com outros efectuados onde se avaliou este parâmetro, afirma-se que dimensões dos tendões variam relativamente ao biótipo do indivíduo, o diâmetro das fibrilhas de colagénio sofrem um marcado aumento com o desenvolvimento (Maffulli, 2007).

As dimensões dos tendões na generalidade variam com a prática desportiva e com o biótipo, isto confirma-se nos resultados obtidos após a avaliação das dimensões do tendão calcaneano. A arquitectura do próprio músculo tem influência no aumento das dimensões do tendão quando nos referimos a músculos longitudinais ou fusiformes que dispõem de fibras musculares paralelamente à linha de tracção do tendão. As fibras musculares exercem tracção em linha recta e toda a força é dirigida ao longo da linha de acção tendão (Whiting, et. al. 2001)

Relativamente ao biótipo, num estudo efectuado à população Japonesa foram avaliadas as dimensões do tendão com um grupo de controlo caucasiano e afirmam que tendencialmente a população caucasiana tem uma estatura maior, o que leva a afirmar que as dimensões dos tendões, e especificamente o tendão calcaneano, é maior nos indivíduos com maior estatura. No presente estudo a medida transversal do tendão direito nos desportistas e no grupo de controlo foram 1,3368 ( $\pm 0,2189$ ) e 1,2592 cm ( $\pm 0,6230$ ) respectivamente, em que  $p > 0,05$  este resultado está de acordo com o descrito na literatura.

Quando nos referimos ao lado esquerdo verificamos que, existem diferenças na medida transversal esquerda, em que nos desportistas a média é de 1,3912 cm ( $\pm 0,20807$ ) e o grupo de controlo de 1,2296 cm ( $\pm 12542$ ). Este resultado é justificado pelo facto de ser o pé esquerdo o pé dominante nos atletas que praticam basquetebol e que fazem parte da nossa

amostra. Num estudo efectuado numa população japonesa (Ying Micheal et al, 2003) que se baseava na avaliação por ecografia do tendão calcaneano, o efeito do exercício no tornozelo dominante leva a um aumento do tendão. As dimensões são superiores quando se refere ao membro dominante na prática desportiva e quando se avalia a tíbio-társica do membro não dominante não se verificam diferenças significativas.

Outro parâmetro a ter em consideração no nosso estudo é a avaliação antero-posterior do tendão dos desportistas em relação ao grupo de controlo. No tendão esquerdo, isto justifica-se, como foi referido, devido ao facto de os desportistas terem maior tendência para utilização do membro esquerdo durante a modalidade desportiva que praticavam, que neste estudo foi basquetebol. Tendo em consideração a falta de informação da população portuguesa em avaliações morfométricas destas estruturas podemos basear-nos em estudos feitos que confirmam este dado (Ying Micheal et al, 2003)

No grupo dos desportistas de basquetebol verifica-se que entre jogadores de etnia diferentes existem diferenças nas dimensões transversais do tendão com maior incidência na etnia negra, verifica-se que para esta população as dimensões do lado direito apresentam um valor médio de 1,4250 cm ( $\pm 0,26458$ ) em relação à etnia caucasiana que apresenta valores de 1,2953 cm ( $\pm 0,17787$ ). Quando nos referimos à medida transversal do lado esquerdo verificamos que a raça negra apresenta em relação à raça caucasiana umas dimensões superiores de 1,5362 cm ( $\pm 0,26076$ ) para 1,3229 cm ( $\pm 0,14044$ ) respectivamente, este facto vai de encontro a um estudo efectuado no Brasil onde se verifica a presença de uma população de diversas etnias, levando o autor a afirmar que verificou diferenças nas dimensões do tendão devido à presença de uma miscelânea de raças (Mello, 2005).

Relativamente à dimensão Antero-posterior de ambos os lados, verifica-se  $p < 0,05$  dos jogadores de raça negra em relação à raça caucasiana, tendo a população negra uma tendência para o aumento das dimensões. Estes valores devem-se ao facto de os indivíduos de raça negra (Americanos) apresentarem um biótipo diferente em relação à raça caucasiana. No estudo efectuado em indivíduos de biótipos diferentes confirmam este dado. (Ying Micheal et al, 2003)

Relativamente ao resultado das dimensões verifica-se que é do lado esquerdo que se apresentam as maiores dimensões, devido ao facto de ser o membro esquerdo ser o membro dominante para a prática desportiva de basquetebol. Apesar de não haver estudos que apresentem o efeito do pé dominante no aumento das dimensões dos tendões, podemos afirmar que este aumento deve à fisiologia do tendão, em que no treino consecutivo as faixas de colagénio sofrem adaptações, e quando nos referimos ao crescimento do tendão

verificamos que as fibrilhas de colagénio aumentam o seu diâmetro, não querendo isto dizer que o número de fibras elásticas aumentam.

Quando nos propomos a avaliar as dimensões transversais e antero-posterior verificamos que existem diferenças, em que o grupo dos desportistas apresentam umas dimensões superiores e mais significativas no membro esquerdo e na medida antero-posterior. Este facto pode estar relacionado com a adaptação das fibras ao treino desportivo, quando se verifica o aumento do volume das fibras deve-se à constituição fisiológica do tendão. Esta afirmação confirma-se quando em situação de pós lesão e pós cirurgia, o tendão apresenta-se hipertrofiado e para proceder à recuperação e alinhamento das fibras inicia-se um processo de treino cíclico (William et al, 2001). Outro factor importante é a alteração da matriz, com o crescimento diminui o número de células e há um aumento da matrix (Maffulli, 2007).

A idade é um factor que provoca alterações no sistema músculo-esquelético particularmente nos tendões, pois é um ponto de transmissão de forças quer seja na junção miotendinosa quer na junção osteotendinosa além deste factor há a considerar outro importante que são as alterações associadas à idade. Estas resultam de um declínio da estrutura e função do tendão. Das avaliações efectuadas constata-se que até à idade jovem-adulta as dimensões do tendão vão aumentando progressivamente quer no grupo dos desportistas quer no grupo de controlo, quando avaliamos a faixa etária compreendida entre os 24-31 anos verificamos que há uma ligeira tendência para diminuição das dimensões do tendão. Confirma-se assim que a idade se correlaciona com a diminuição do número de tenoblastos e consequentemente com a actividade tenoblástica tal como foi sugerido por trabalhos de Maffulli. Podemos ter ainda em consideração que os tendões estão sujeitos a alterações degenerativas uma vez que o colagénio e componentes da matriz dos tendões mostram mudanças qualitativas e quantitativas (Maffulli, 2007).

A dimensão transversal do tendão diminui com a idade, esta situação relaciona-se com processo de sarcopenia que provoca uma diminuição do tamanho fibras musculares. Estudos confirmam que para se avaliar o envelhecimento das fibras a biopsia é o melhor método comprovando que a massa muscular em indivíduos idosos (entre os 63 e os 83 anos) contém menos tecido contráctil e mais tecido não contráctil quando comparado com o tecido muscular jovem (26-44) (Williams, 2002). Relativamente ao estudo as dimensões musculares nos jovens atletas aumentam com a idade, tendo em consideração que se encontram numa faixa em que este tipo de tecidos sofre grandes alterações com a prática desportiva. Se considerar no estudo em causa as dimensões do músculo na faixa etária entre [24-31], são

ligeiramente superiores por o membro esquerdo que é o membro dominante na prática desportiva (Ying Micheael et al, 2003).

O osso, como é sabido no meio de toda a comunidade investigadora é dos tecidos mais resistente do corpo, o seu desenvolvimento começa quando se condensam as células mesenquimatosas. Relativamente ao ossos longos estes sofrem um processo de crescimento que formam no inicio uma estrutura cartilaginosa e posteriormente é que se processa a ossificação através de um processo lento que acompanha o crescimento do individuo. Na avaliação bimaleolar do estudo em causa verificamos que há uma tendência para um aumento das dimensões desta estrutura. Este facto relaciona-se com o processo crescimento ósseo e com o treino desportivo, tendo em consideração que há dois processos que provocam algumas alterações nas estruturas ósseas. Este processo designam-se por modelagem e remodelagem que envolvem crescimento de osso novo e reabsorção e (re)formação de osso respectivamente, (Whiting,William et.al, 2001). Pode-se constatar que o facto de as dimensões serem ligeiramente superiores na faixa etária dos 24-31 anos, poderá estar relacionado com o facto de haver nesta idade uma maturação óssea, CMO (conteúdo mineral ósseo) máximo que é alcançado a partir dos 20 aos 30 anos de idade.

Após uma avaliação de todos os parâmetros para estudo do tendão calcaneano, chegamos à conclusão que o biótipo e as fibras de colagénio sobrem alterações com actividade física. O colagénio tipo I, o mais abundante consiste em duas cadeias uma alfa - I outra alfa - II, encontra-se principalmente nos ossos, tendões, ligamentos. Este tipo de fibras, com grande espessura tem uma função suporte, protecção, resistência e tracções (Carneiro, Junqueira, 1986). Posto isto, pode-se referir que uma actividade física activa, isto é “crónica”, provoca um aumento das dimensões do tendão e se nos referirmos apenas a uma actividade física em que haja um esforço agudo do tendão verifica-se a estimulação da síntese de colagénio (LeMoine, et al 2008)

Depois de descritos todos os resultados e comparados com a literatura, podemos dizer que a actividade física é um factor de grande relevância para aumento das fibras que constituem os tendões e as técnicas utilizadas são um instrumento imprescindível para se poder ter uma primeira abordagem quer das dimensões quer da avaliação estrutura dos tendões.

## Conclusão

A avaliação do tendão Calcaneano é de extrema importância pois é uma estrutura anatómica sujeita a grandes forças de tensão e pela sua posição anatómica e a biomecânica tem grande possibilidade de sofrer lesões.

A avaliação por ecografia permite obter imagens do tendão em tempo real e nos planos transversal e longitudinal, revelando-se uma técnica de grande acuidade para avaliação de estruturas tendinosas, em especial no que se refere a dimensões ou detecção de patologia.

Há um aumento das dimensões relativamente a indivíduos que não pratiquem qualquer actividade ( $p < 0,05$ ).

Neste estudo o objectivo principal, era a avaliação do tendão relativamente às suas dimensões, e daí tirar conclusões em relação ao aumento do tendão no grupo dos desportistas que praticam Basquetebol comparando com o grupo de controlo. Foram avaliadas num plano transversal as medidas antero-posteriores e transversal do tendão, verificando-se diferença no tendão

Para além desta avaliação foram adquiridas as medidas antropométricas do gastrocnémio e bi-maleolar no grupo dos desportistas. Verificam-se que há um aumento das dimensões do gastrocnémio em proporção ao aumento da idade e para a distância bi-maleolar o resultado é idêntico.

Avaliou-se também a amostra por género e constatou-se que existem diferenças na avaliação por género, em que a dimensão transversal direita é significativa. Relativamente à faixa etária e IMC não se verificaram diferenças significativas.

As dimensões efectuadas sugerem que os atletas de Basquetebol avaliados apresentam um aumento das dimensões do tendão. Este aumento pode estar relacionado com um processo patológico numa fase precoce o que é difícil avaliar apenas por ecografia.

Isto pode significar que para além da adaptação ao exercício o engrossamento do tendão pode deixar antever a possibilidade de ocorrência de lesão. Seria necessário quando a clínica assim o exige, a utilização de outros métodos de diagnóstico como ressonância magnética, pela sua acuidade e exames laboratoriais. Deste modo poder-se-á se esclarecer se se está na presença de um processo inflamatório ou apenas um aumento das dimensões do tendão calcaneano em resposta à actividade física.

## Referências Bibliográficas

Alfredson, Hakan, (2000). Chronic Achilles Tendinosis Recommendations for Treatment and Prevention. *Sports Med*, 29 135-146

Alison, R. Spounge, Thomas, L. Pope (2001), *Practical MRI of the Foot and Ankle*, CRC Press

Andersen, J.C. (2005). Stretching Before and After Exercise: Effect on Muscle Soreness and Injury Risk, *Journal of Athletic Training*, 40, 218-220

Aquino, Redondo, (2007), Factores asociados com la severidad de la lesion deportiva: *Rev. Med. Inst. Mex. Seguro*, 45(1): 47-52

Aslan, Hadi (2008). Moleculara Targets for Tendon Neoformation, *The Journal of Clinical Investigation*, Vol 118, Nº 2

Azzoni, R. (2004), Achilles tendon pathology: the role of ultrasonography, *J Orthopaed Traumatol*, 5: 172-177

Brushoj, C. (2006). Reproducibility of Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging Measurements of Tendon Size. *Acta Radiologica*, 954-959

Chapman, Michael W.(1992), *Radiologia Ortopédica* . 2ª Ed, Editora Guanabara Koogan S.A.

Cook, J.L., (2002), Achilles tendinopathy: *Manual Terapy*, 7(3): 121-130

Fernandes, Paula Roquetti, (2006). *Manual de Antropometria*, Ed. Sector Editorial dos SDE, Cap. 2: 35

Fornage, D. Bruno, (1986). Achilles Tendon: US Examination. *Radiology*, 159, 759-764.

Goldberg , L: Richard, Smith, et al (2000), *Ultrasound, The Biomedical Engineering Handbook*, 65 *Ultrasound*, 2ª Ed, Joseph D. Bronzino

GN,Williams, et.al. (2002), Aging Skeletal Muscle: Physiologic Chances and Effects of Training, *Physical Therapy*, Vol:82. Number 1. 82:62-68

Hall, Susan J. Adilson Dias Salles, (1993), *Biomecânica Básica*, Ed. Guanabara koogan

Herbert, D. Rob (2002), Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review, *vol 325*, 325-468

Hyland, Rachel, (2003), Imaging of chronic ankle injuries in the athlete: *International SportMed Journal*, Vol.4 No.4

James, Roshan, Girish Kesturu MS, Balian, Gary PhD, Chhabra, Bobby A., (2008), *Tendon: Biology, Biomechanics, Repair, Growth, Factors, and Evolving Treatment Options*, *JHS*, vol:33A

Junqueiro e Carneiro, (1982), *Histologia e Citologia*, 5ª Ed. Cap. 5, 93-104, Guanabara Koogan

Kovacs, Mark S. (2006). The Argument Against Static Stretching Before Sports and Physical Activity, *Athletic Therapy today*, 6-8 Malliou, Paraskevi, (2007), Reducing

Krolo, Ivan, (2007), The Risk of Sports Activities – The Injuries of the Achilles Tendon in Sportsmen. *Coll Antropol.* 31, 1:275-278

LeMoine, Jennifer K. Lee D. Jonah, Trappe. A.Todd (2008), Impacto f sex and cronic resistance training on human patellar tendon dry mass, collagen content, and collagen cross-linking, *Am J. Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 296:R119-R124.

Leppilahti, Juhana (1998), Total Achilles Tendon Rupture, *Spots Med.*, 25(2), 79-100

Maffulli, Nicola, (2005), Tendon Injuries, *Basic Science and Clinical Medicine* 1ª Ed, Springer

Maffulli, Nicola, (2007), The Aquilles Tendon, 1ª Ed, Springer

Magnusson, S. P., Hansen, P., Kjaer M., (2002), Tendon properties in relation to muscular activity and physical training, *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13:21-223

Malliou, Paraskevi, (2007), Reducing risk of injury due to up and cool down in dance aerobic instructors. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 20, 29-35

Martino, Fabio, (2007), *Musculoskeletal Sonografy*, Springer

Mazzone, Michael F., et al. (2002) Common Conditions of the Achilles Tendon. *American Family Physician*, Vol 65 nº9

Mello, Ricardo A., et al (2006). Avaliação Morfométrica do Tendão Calcaneano por Ultrasonografia

Middleton, William D., (2005), *Requisitos em Ultra-sonografia*, 2ª Ed, Cap. 1,11, Elsevier

Netter, Frank k.H., M.D. (2011), *Atlas of Human Anatomy*, 5ª Ed, Saunders Elsevier

Nieman, David C., (1999), *Exercício e Saúde – Com se prevenir de doenças usando o exercício como seu medicamento – Cap.17*, Ed. Manole Ltda

O`Neill, John, (2008), *Musculoskeletal, Anatomy and Technique*, 1ª Ed, Springer

Ortega, Carmelo,(1978) *O Mellor Basquetebol no I Congresso Mundial*, Lisboa

Paavola, Mika, (2001), Achilles tendon Overuse Injuries –Diagnosis and Treatment, Academic Dissertation, University of Tampere, Myotendinous Plasticity to Ageing and Resistance Exercise in Humans, *Exp. Physiol*, 91.3 pp 483-498

Parkkari, Jari, Kujala M. Urho, Kannus Pekka, (2001), It is Possible to Prevent Sports injuries?, *Sports Med*, 31 (14): 985-995

Paula, Rui Souza, (1967), *Basquete – Metodologia do Ensino*, Ed. Sprints

Pestana, Helena Maria, Gageiro, João Nunes, (2005), *Análise de Dados para Ciências Sociais*, 4ª Ed, Edições Sílabo Lisboa

Reeves, N.D, Narici M. V., Maganaris C. N., (2006), Myotendinous plasticity to ageing and resistance exercise in humans, *Exp. Physiol*, 91.3 pp 483-498

Rumack, Carol M., (1999), *Tratado de Ultrassonografia Diagnóstica*. 2ª Ed, Vol. I, Cap. IV, Guanabara Koogan

Seeley, Rod R.(1997) , *Anatomia & Fisiologia* . 3ª Ed, Cap. 6, 7, 8, Lusodidacta

Spouge, Alison R., Thomas L. Pope, (2001), *Practical MRI of Foot and Ankle*, London

Tabela IMC – bibliografia da net

Teramoto, Atsushi, (2007). Temporary tendon strengthening by preconditioning, *Clinical Biomechanics*, 23, 619-622

Whiting, C. William et al (2001), *Biomecânica da Lesão Musculo-Esquelética*, 2Ed, Cap. 2, Guanabara Koogan

Woods, Krista, (2007), Warm-up and Stretching in the Prevention of Muscular Injury: *Sports Med*, 37(12): 1089-1099

World Health Organization (2010), BMI Clasification, Acedido em : 13 de Maio de 2010, Disponivel em: 22.01.10

Ying, Michael, (2003). Sonographic Evaluation of the size of Aquilles Tendon: The effect of exercise and dominance of the ankle. *Ultrasound in Med. & Biol*, Vol.29, 5, 637-642

## **Anexos**

Exmo. Sr. Presidente da Escola Superior de  
Tecnologia da Saúde de Coimbra

Na qualidade de aluna de Mestrado na FCDEFUC, a desenvolver a tese na área da ecografia.

Pretendo avaliar as dimensões do Tendão Calcaneano numa população que exerce actividade física em comparação com um grupo de controlo que não exerce qualquer actividade

Tendo em consideração que avaliação do sistema músculo-esquelético por ecografia é uma técnica que tem vindo a ganhar grande expansão nos últimos anos no que respeita à imagem

Embora se utilize desde os anos 70, apenas recentemente e com a evolução dos equipamentos, do estudo em tempo real e das sondas de alta resolução é que se pode realizar estudos mais pormenorizados dos tecidos moles.

Esta avaliação baseia-se num estudo exploratório onde se pretende ter um amostra de 80 indivíduos com idades compreendidas entre os 19 e 35 anos, que exercem actividade física activa e um grupo de indivíduos sedentários

Os grupos são constituídos por elementos do género masculino e feminino

O processo de avaliação dos atletas vai-se basear na ecografia da articulação tíbio-társica com maior incidência no Tendão Calcaneano, e avaliar as medidas antropométricas na região dos gastrocnemios e bi-maleolar

Venho por este meio pedir autorização para a utilização dos ecografos da ESTeSC no pavilhão multidesportos devido ao facto de alguns atletas não terem disponibilidade de comparecerem no horário marcado para a avaliação. Deste modo após marcação prévia terei que me deslocar ao pavilhão nos dias 5/11, 12/11 e 19/11 para avaliar os restantes desportistas e assim desenvolver o projecto e contribuir para o desenvolvimento desta técnica na avaliação das estruturas do sistema músculo-esquelético

Desde já agradeço a sua atenção

Coimbra 04 de Novembro de 2009