



Centro Universitário Augusto Motta  
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação  
Mestrado Acadêmico em Ciências da Reabilitação

**Desempenho muscular, composição corporal, dor e funcionalidade em  
idosos com osteoartrose de joelho**

Wagner Teixeira dos Santos

Rio de Janeiro  
Dezembro, 2012

**Desempenho muscular, composição corporal, dor e funcionalidade em  
idosos com osteoartrose de joelho**

Wagner Teixeira dos Santos

Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciências da Reabilitação, do Centro  
Universitário Augusto Motta, como parte  
dos requisitos para obtenção do título de  
Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientadoras:

Professora Dr<sup>a</sup>. Miriam Raquel Meira Mainenti

Professora Dr<sup>a</sup>. Erika de Carvalho Rodrigues

Rio de Janeiro

Dezembro, 2012

Wagner Teixeira dos Santos

Desempenho muscular, composição corporal, dor e funcionalidade em idosos com osteoartrose de joelho.

Orientadoras:

Professora Dr<sup>a</sup> Miriam Raquel Meira Mainenti

Professora Dr<sup>a</sup> Erika de Carvalho Rodrigues

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, do Centro Universitário Augusto Motta, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Aprovado em 18 de dezembro de 2012.

---

Orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miriam Raquel Meira Mainenti (UNISUAM)

---

Professor Dr. Júlio Guilherme Silva (UNISUAM)

---

Professora Dr<sup>a</sup>. Patrícia dos Santos Vigário (UNISUAM)

---

Professor Dr. Elirez Bezerra da Silva (UGF)

## **Dedicatória**

A Deus por estar alcançando mais um momento muito especial em minha vida, pois através dele obtive a calma e perseverança para obter esse objetivo.

Aos meus pais Humberto e Walnéa que foram exemplo de vida e dedicação sendo os maiores incentivadores da minha vida, importantes na minha formação e meus eternos amigos.

A minha esposa Gabriele, pela paciência, pelo o incentivo e que nos momentos difíceis sempre esteve ao meu lado.

As minhas filhas Maria Eduarda e Julia, que compreenderam a minha ausência em alguns momentos que poderíamos estar juntos.

## Agradecimento

À orientadora Professora Dr.<sup>a</sup> Míriam Mainenti que sempre esteve ao meu lado com sua calma que lhe é peculiar, agradeço as horas dedicadas a este trabalho e por todos os conhecimentos transmitidos, muito obrigado.

À professora Erika Rodrigues, pelo o profissionalismo e pelos ensinamentos que foram fundamentais para a realização deste estudo.

À minha afilhada Camila Pereira pelas horas de dedicação nas aulas de inglês.

Ao professor Dr. Elirez Bezerra da Silva, que sempre me incentivou a realizar este trabalho.

Aos pacientes do Centro Municipal de Reabilitação, pela importante participação deste estudo.

Aos diretores do Centro Municipal de Reabilitação e a Chefe do Serviço de Fisioterapia Letizia Maddaluno que facilitaram a minha participação no mestrado.

À Professora Dr.<sup>a</sup> Sara Menezes e ao grupo de professores do Mestrado de Ciência da Reabilitação pelos ensinamentos transmitidos.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>01</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>05</b>
2.1. Objetivos gerais	05
2.2. Objetivos específicos	05
<b>3. HIPÓTESES</b>	<b>06</b>
<b>4. APRESENTAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO</b>	<b>07</b>
<b>5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>08</b>
5.1. Processo de envelhecimento humano	08
5.1.1. Envelhecimento e Composição corporal	10
5.1.2. Envelhecimento e Desempenho muscular	12
5.1.3. Envelhecimento e Capacidade funcional	13
5.2. A articulação do joelho	15
5.3. Osteoartrose	19
5.4. Fadiga muscular	22
5.5. Composição corporal	31
5.6. Avaliação do joelho com Osteoartrose	34
5.7. Dor	38
5.8. Desempenho muscular, composição corporal, dor e funcionalidade em idosos – estudos recentes	39
<b>6. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>43</b>
6.1. Amostra	43
6.2. Critérios de inclusão	44
6.3. Critérios de exclusão	44
6.4. Critérios de interrupção da pesquisa	44
6.5. Avaliações realizadas	44
6.5.1. Composição corporal	45
6.5.2. Teste de Força e Resistência à Fadiga	46
6.5.3. WOMAC - Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index.	47
6.5.4. Avaliação da dor	48

6.6. Questões éticas	48
6.7. Análise Estatística	49
<b>7. MANUSCRITO SUBMETIDO</b>	<b>50</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 1 - FICHA DE ANAMNESE</b>	<b>85</b>
<b>ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO WOMAC</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO 3 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b>	<b>91</b>
<b>ANEXO 4 - COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO CEP</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO 5 - COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO</b>	<b>95</b>

## RESUMO

Nas últimas décadas, o processo de envelhecimento populacional atingiu os países desenvolvidos e subdesenvolvidos e tem sido considerado um aspecto relevante pelo poder público e pela sociedade desses países. Esse processo acarreta em um declínio progressivo das funções articulares, neuromusculares, cardiovasculares, pulmonares, metabólicas e importantes alterações na composição corporal, resultando no aumento da adiposidade corporal, redução da massa magra, dentre outros. Dentre as doenças que acometem a função articular, a osteoartrose (OA) é considerada a que mais acomete o aparelho locomotor, levando a degeneração da cartilagem articular, sendo o joelho a segunda articulação mais acometida por essa doença. O decréscimo da função muscular apresenta-se potencializado na população idosa com OA de joelhos, podendo ser atribuído ao menor nível de atividade física ou à dor e ao derrame articular. O presente estudo teve como objetivo correlacionar o desempenho muscular, a composição corporal, presença de dor e a funcionalidade em idosos com osteoartrose de joelho. Tratou-se de um estudo transversal, realizado no Laboratório de Análise do Movimento Humano do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), com 21 indivíduos idosos, dos quais 18 mulheres, com 60 anos ou mais, triados no setor de fisioterapia do Centro Municipal de Reabilitação, no bairro do Engenho de Dentro, Rio de Janeiro. Foram utilizados como métodos de avaliação a bioimpedância elétrica visando avaliar a composição corporal, a eletromiografia de superfície objetivando analisar a força e a fadiga muscular e a aplicação do questionário de qualidade de vida específico para osteoartrose de quadril e joelho WOMAC, com a finalidade de observar a capacidade funcional desses idosos. Foi utilizado o teste de correlação de Pearson, considerando-se significativo quando  $p \leq 0,05$ . A amostra apresentou  $67,36 \pm 4,21$  anos, percentual de gordura de  $40,57 \pm 6,15\%$ , o escore geral de WOMAC de  $43,27 \pm 16,32 \%$ , e a força máxima de  $19,95\text{kgF} \pm 6,98 \text{ KgF}$ . Dor em movimento mostrou associação com os domínios de dor ( $r=0,47$ ;  $p=0,02$ ), atividade física ( $r=0,47$ ;  $p=0,02$ ) e geral ( $r=0,51$ ;  $p=0,01$ ) de WOMAC; e o nível de dor noturna com os domínios de dor ( $r=0,42$ ;  $p=0,05$ ) e

rigidez ( $r=0,55$ ;  $p=0,01$ ) do WOMAC, além da correlação negativa com os valores de slope da Frequência Mediana do sinal eletromiográfico. Pode-se concluir que a intensidade da dor está correlacionada à incapacidade funcional dos idosos com OA de joelho e a uma maior prevalência dos sinais de fadiga.

Descritores: Força muscular, fadiga muscular, osteoartrose, joelho, idoso, dor.

## ABSTRACT

In the last decades, population ageing hit both developed and developing countries and it has been considered a relevant issue by the public sector and the society in those countries. The ageing process gives rise to a progressive decline of joint, neuromuscular, cardiovascular, pulmonary and metabolic functions and also to important changes in body composition, which result in an increase in body adiposity and in a reduction in lean body mass, to name but a few consequences. Amongst the diseases that strike the joint function, osteoarthritis is considered the one that affects the musculoskeletal system the most, causing degeneration of the articular cartilage, being the knee the second most affected joint by the aforementioned disease. The decrease in muscular function is potentially more evident in elderly citizens with knee osteoarthritis, being possibly attributed to reduced levels of physical activity, to pain and to joint effusion. The present study aimed at correlating muscular performance, body composition, pain and functionality in elderly patients with knee osteoarthritis. Methodologically, it was a cross-sectional study that took place at Laboratório de Análise do Movimento Humano of Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) with 21 elderly patients, 18 of whom were sixty-year-old (or older) women, who had been previously trialed at the physiotherapy department at Centro Municipal de Reabilitação, in Engenho de Dentro, Rio de Janeiro. The following methods of analysis were used: bioelectrical impedance aimed at evaluating body composition; surface electromyography to analyze muscular strength and fatigue; and the questionnaire about quality of life specific for patients with hip and knee osteoarthritis WOMAC, aiming at observing the functional capacity of those elderly patients. Pearson's correlation test was used, having the results being considered significant when  $p \leq 0.05$ . The sample showed  $67.36 \pm 4.21$  years old, body fat percentage of  $40.57 \pm 6.15$  %, total score in WOMAC of  $43.27 \pm 16.32$ , and maximum strength of  $19.95 \text{ kg.F} \pm 6.98 \text{ KgF}$ . Pain during movement showed an association with pain domain ( $r=0.47$ ;  $p=0.02$ ), physical activity ( $r=0.47$ ;  $p=0.02$ ) and activities in general ( $r=0.51$ ;  $p=0.01$ ) in WOMAC; and pain intensity at night with pain domain ( $r=0.42$ ;  $p=0.05$ ) and stiffness ( $r=0.55$ ;  $p=0.01$ ) in WOMAC, in addition to having a negative

correlation with the slope values of the Medium Frequency of the electromyographic signal. In conclusion, pain intensity is correlated to the functional incapacity of elderly people with knee OA and to a higher prevalence of fatigue signs.

Keywords: Muscular strength, muscular fatigue, osteoarthritis, knee, aged, pain.

## 1. INTRODUÇÃO

A sociedade tem observado o crescimento do envelhecimento populacional mundial acarretando modificações nos orçamentos desses países (MOIMAZ *et al.*, 2009). Na Europa, a expectativa de vida foi elevada para 77 anos, fato aliado ao baixo índice de natalidade (FIGUEIRA *et al.*, 2006). Na França e Inglaterra, a média de vida é 60 anos ou mais anos, enquanto que no Japão, o envelhecimento supera todas as outras nações com a maior proporção de idosos: 21% com idade superior a 65 anos (EI-MOOR *et al.*, 2008). No Brasil, onde idoso é definido como a pessoa que tem 60 anos ou mais de idade, há uma previsão, para o ano de 2025, de ser o sexto país do mundo em população idosa. Informações provenientes da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD 2009, demonstraram que a taxa de fecundidade estava abaixo do nível de reposição populacional em nosso país e o alargamento do topo da pirâmide etária pode ser observado pelo crescimento da participação relativa da população com 65 anos ou mais, que era de 4,8% em 1991, passando a 5,9% em 2000 e chegando a 7,4% em 2010 (IBGE, 2010).

À medida que o homem envelhece, ocorrem modificações em sua saúde, maiores são os riscos de adquirir doenças não transmissíveis (hipertensão arterial, diabetes mellitus e cardiopatias), aumenta a ocorrência das disfunções osteomioarticulares, há um declínio da potência sexual, diminuição da capacidade orgânica, entre outros (IBGE 2010; CAROLINO *et al.*, 2011). Dentre as doenças crônicas, a osteoartrose (OA) é considerada aquela que mais acomete sistema locomotor. Trata-se de uma doença degenerativa que acomete as articulações sinoviais e caracteriza-se por apresentar alterações na cartilagem articular, dando origem a zonas de fibrilação e fissuração. Também são observadas micro-fraturas, cistos e esclerose no osso subcondral e formação de osteófitos nas bordas articulares (MARQUES *et al.*, 1998, LEITE *et al.*, 2011).

No estudo de Framingham foi identificado que cerca de 40% dos adultos com idade acima de 70 anos apresentam OA de joelhos, e 80% dos que apresentam a doença têm algum tipo de limitação de movimento (LEITE *et*

*al.*,2011). Estima-se que 4% da população brasileira apresente OA, sendo o joelho a segunda articulação mais acometida pela doença, com 37% dos casos (VASCONCELLOS *et al.*, 2006), ocupando o terceiro lugar na lista dos segurados da Previdência Social que recebem auxílio-doença. A OA também corresponde a 65% das causas de incapacidade ,estando atrás somente das doenças cardiovasculares e mentais (MARQUES *et al.*, 1998).

Em função da diversidade das manifestações clínicas, são várias as formas de classificação da OA. Considerando a etiologia, a osteoartrose pode ser primária, quando não existe uma causa conhecida; ou secundária, quando desencadeada por fatores conhecidos e determinados (BIASOLI *et al.* , 2003). A classificação da OA também pode estar vinculada à análise radiológica convencional, que é um método de imagem simples e de baixo custo para avaliação da osteoartrose do joelho (GARRIDO *et al.*, 2011) . O método permite a visualização direta das alterações ósseas, incluindo osteófitos marginais, esclerose e cistos subcondrais. A avaliação do espaço articular fornece uma suposição indireta da espessura da cartilagem (GARRIDO *et al.*, 2011). São utilizados três sistemas para o estadiamento da doença degenerativa do joelho: Ahlbäck modificado, Dejour e Kellgren, que têm como objetivo avaliar a redução do espaço articular, a progressão da doença degenerativa do joelho e nortear o tipo de tratamento necessário - através da redução do espaço e do desgaste articular - (ALBUQUERQUE *et al.*, 2008). A osteoartrose do joelho, também conhecida como gonartrose, é predominante no sexo feminino (VELANDAI *et al.*,2005), podendo ser observadas deformidades articulares, desequilíbrios musculares e ligamentares nos locais de maiores descargas de peso,e esclerose óssea, provocando conseqüentemente uma aceleração do processo de envelhecimento local (ALBUQUERQUE *et al.*, 2008) .

Os sintomas variam em função da gravidade das lesões, sendo os mais comuns: dor ao movimento e ao repouso, derrame articular, hipotrofia e fadiga muscular principalmente do quadríceps (BIASOLI *et al.*, 2003, ZACARON *et al.*,2006, RIECKE *et al.*, 2010), limitação do movimento de flexão e extensão do joelho, crepitação articular e limitação ao realizar atividades como subir e descer escadas. O decréscimo das funções dos músculos quadríceps e isquiotibiais apresentam-se potencializados na população idosa portadora de OA de joelhos,

podendo ser atribuído ao fator comportamental caracterizado por menor nível de atividade física adotada por esta população ou aos sinais e sintomas clínicos inerentes à doença (ZACARON *et al.*, 2006). Dessa forma, como a função muscular parece estar comprometida, a avaliação do desempenho muscular tanto no que se refere à força e à fadiga muscular precisa ser estudada nesses pacientes, assim como o impacto dessas alterações na realização das atividades da vida diária .

A fadiga é um mecanismo de defesa ativado antes que ocorra o comprometimento das estruturas musculares. É a dificuldade do músculo em manter uma determinada potência e ou sustentar um desempenho durante uma atividade física. A grande dificuldade de estudar a fadiga está relacionada a origem multifatorial e complexidade. Além disso, ela depende do tipo de atividade realizada, da fibra muscular envolvida e a capacidade física individual (SANTOS *et al.*, 2003; MOREIRA *et al.*, 2008). Pode-se dizer que nesse fenômeno há uma falha, um comprometimento no processo de excitabilidade- contração-relaxamento muscular, acarretando na modificação da força muscular. A fadiga pode ser classificada como central e periférica, sendo a primeira quando há o envolvimento do sistema nervoso responsável pela contração muscular, e a segunda quando as estruturas musculares e a sua bioquímica estão comprometidas (SANTOS *et al.*, 2003; MOREIRA *et al.*, 2008).

Existem vários métodos para quantificar a fadiga em humanos durante uma atividade muscular (PIMENTA *et al.*, 2002). A eletromiografia de superfície, um dos métodos de análise eletrofisiológica, não invasiva, sendo indicada tanto para a análise da amplitude como da frequência do sinal eletromiográfico para este fim (SILVA *et al.*, 2003, HOWE *et al.*, 2009).

Uma investigação interessante é analisar se a composição corporal interfere na fadiga, pois quando se fala em desempenho, desde atividades da vida diária até em competições de alto rendimento, assume-se que um dos fatores que influencia o comportamento do indivíduo é a proporção de gordura corporal (GC) e massa corporal magra (MCM) (BOTTARO *et al.*, 2002). A Bioimpedância (BIA) é um método usado para a avaliação dessa composição corporal. É de baixo custo, de aplicabilidade rápida e não invasiva (MAINENTI *et al.*, 2011).

Associado aos métodos de avaliação citados acima, podemos acrescentar a aplicação de questionários específicos para OA, objetivando verificar o grau de dificuldade na realização de suas atividades da vida diárias. Há dois instrumentos extensivamente utilizados: o questionário de WOMAC (Western Ontário and McMaster Universities) e o de Lequesne. O WOMAC tem como finalidade avaliar dor, rigidez articular e qualidade de vida nos pacientes com osteoartrose de joelho e quadril sendo muito utilizado nos Estados Unidos e Canadá (MARX *et al.*, 2006). Sua versão validada na língua portuguesa vem sendo utilizado no Brasil desde 2001 (FERNANDES, 2001). O questionário de Lequesne foi idealizado na França nos anos 70, sendo publicado pela primeira vez nos anos 80. Após atualizações mais recentes, vem sendo aplicado em nosso país (MARX *et al.*, 2006) e é composto de 11 questões sobre dor, desconforto e função (sua escala varia de 0 a 24 pontos).

Poucos são os estudos que correlacionam esses dados em idosos com as variáveis subjetivas de dor e função. Um estudo recente, de Santos *et al.* (2011), correlacionou o desempenho dos músculos do joelho em um dinamômetro isocinético e os domínios dor, rigidez e funcionalidade do WOMAC em um estudo transversal em idosas com OA de joelho. O estudo concluiu que menor força e resistência muscular e a presença de desequilíbrio dos músculos do joelho correlacionaram-se inversamente com todos os domínios do WOMAC. Entretanto não foram encontrados outros estudos que realizassem análises semelhantes, mesmo avaliando outro tipo de contração muscular, como a isotônica ou isométrica, que são mais utilizadas nas atividades da vida diária.

## **2. OBJETIVOS**

### *2.1. Objetivo geral*

O objetivo deste estudo foi quantificar o desempenho muscular isométrico de membro inferior, a composição corporal, os níveis de dor e funcionalidade em pacientes com OA de joelho.

### *2.2. Objetivos específicos*

- Verificar a existência de associação das medidas objetivas de força e fadiga muscular com as variáveis subjetivas de função articular e dor.
- Avaliar a força isométrica voluntária máxima e a fadiga do quadríceps (vasto medial) utilizando a eletromiografia de superfície através da raiz quadrática média e da frequência mediana (parâmetros eletromiográficos) em um teste isométrico de extensão do joelho em idosos com OA de joelho;
- Verificar a composição corporal total e a segmentar de membro inferior em idosos com OA;
- Avaliar a capacidade funcional dos idosos com OA de joelho através da aplicação do questionário de WOMAC;
- Quantificar os níveis de dor em movimento e em repouso através da Escala Numérica de Dor;
- Verificar a presença de correlação entre as diversas variáveis estudadas (força e fadiga; fadiga e dor).

### 3. HIPÓTESES

Com o envelhecimento, ocorrem importantes alterações na composição corporal, como o aumento da gordura corporal e a diminuição da massa muscular (sarcopenia), diminuição da densidade mineral óssea (osteopenia/osteoporose) além do comprometimento da força muscular. Nesse trabalho são assumidas as seguintes hipóteses:

- 1) O desempenho muscular está associado diretamente à funcionalidade do idoso com OA de joelho;
- 2) A intensidade da dor relatada pelo idoso com OA de joelho está inversamente associada ao desempenho muscular;
- 3) A intensidade de dor relatada pelo idoso com OA de joelho está inversamente associada à sua funcionalidade.

#### **4. APRESENTAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

A presente dissertação apresenta inicialmente um capítulo de fundamentação teórica (Capítulo 5), que aborda o processo de envelhecimento; uma revisão da anatomia e da função da articulação do joelho; a fisiopatologia da osteoartrose; conceitos relacionados à fadiga muscular e à composição corporal; avaliação do joelho com osteoartrose; dor; assim como estudos recentes que observaram a associação entre os aspectos anteriormente relatados em idosos. Em seguida, há uma explanação mais detalhada dos procedimentos adotados na coleta de dados (Capítulo 6). Os resultados, bem como a discussão, se encontram no manuscrito (Capítulo 7) encaminhado à revista *Acta Ortopédica Brasileira*. Em seguida, são apresentadas as considerações finais (Capítulo 8), referências bibliográficas, a ficha de avaliação (Anexo 1), o índice de WOMAC (Anexo 2), o Termo de Consentimento Livre e esclarecido (Anexo 3), o parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (Anexo 4), bem como o comprovante de submissão do artigo (Anexo 5).

## 5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 5.1. Processo de envelhecimento humano

Nas últimas décadas, o processo de envelhecimento populacional atingiu os países desenvolvidos e subdesenvolvidos e tem sido considerado um aspecto relevante pelo poder público e pela sociedade desses países. Estudos mostram que o número de idosos aumenta em uma proporção maior em relação às pessoas que nascem (IBGE 2010; KUREK *et al.*, 2011), acarretando modificações nas estruturas de gastos dos países em várias áreas. Se uma população passa a viver mais, é preciso pensar em novos projetos e adequar os países para que esses indivíduos tenham a melhor qualidade de vida possível. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a população idosa no mundo com faixa etária acima de 60 anos é de 600 milhões de pessoas e em 2050 será quase de 2000 milhões (IBGE 2010; LODOVICI *et al.*, 2011; MAGALHÃES *et al.*, 2011).

O envelhecimento da população Européia é um fenômeno contemporâneo que resulta de uma maior expectativa de vida adicionada a um declínio da taxa de fertilidade. A população idosa (com 65 anos ou mais) cresce mais do que qualquer outro grupo etário, comprometendo assim o orçamento dos países europeus em relação aos sistemas de pensão e cuidados com a saúde pública. O tamanho absoluto da população nessa faixa etária atingiu 84,6 milhões em 2008, que constituiu 17% da população total. Desde 1990, esse número aumentou em 20 milhões, ou seja, cerca de 30%, o que permite estimar que a partir de 2008, a população com 65 anos ou mais crescerá a uma taxa de 1,8 milhões pessoas a cada ano para os próximos 25 anos na Europa (FIGUEIRA *et al.*, 2006; KUREK *et al.*, 2011). Na Inglaterra, importantes transformações demográficas ocorreram no período compreendido entre os anos de 1980 e 2005 revelando claramente o processo de envelhecimento populacional do Reino Unido. Em 1980, a população total era de 55,5 milhões de pessoas e a proporção daquelas com 60 anos ou mais era de 20,1%. Em 2005,

esse grupo representava 21,2% de um total populacional de 59,7 milhões de pessoas (EL-MOOR *et al.*, 2008).

Hoje, 40 milhões de pessoas nos Estados Unidos estão situados em uma faixa etária de 65 anos ou mais, sendo que 15% com 85 anos ou mais, estando projetada para 2050 uma população idosa de 89 milhões, mostrando ser um segmento importante e crescente nesse país e no mundo (JACOBSEN *et al.*, 2011). Porém esse envelhecimento em relação aos outros países desenvolvidos acontece em um ritmo lento. O Japão atualmente lidera o mundo com quase um quarto de sua população com idades acima de 65 anos, seguido de perto pela Itália e na Alemanha. Entre os anos 1980 e 2010, a proporção de pessoas acima de 65 anos nos Estados Unidos aumentou apenas 2% em comparação com um aumento de 14% no Japão e 7% na Itália (JACOBSEN *et al.*, 2011).

As projeções realizadas pela ONU indicam que, em 2020, a população será de 62,5 milhões de pessoas e que a proporção da população com 60 anos ou mais chegará a 24,8%. Para 2050, as pessoas com 60 anos ou mais serão 29,4% de uma população total de 67,14 milhões de habitantes. No que tange à evolução da proporção de pessoas na faixa etária de 80 anos ou mais, os dados revelam um importante crescimento: em 1980 o grupo etário representava 2,8% da população, em 2005 já alcançava 4,4%. Estima-se que em 2020 esta proporção será de 4,9%, ao passo que em 2050 atingirá 8,8% (EL-MOOR *et al.*, 2008).

O crescimento da população idosa no Brasil tem ocorrido de forma ordenada e consistente, segundo a pesquisa nacional por Amostra de Domicílios – PNAD 2009. O país totalizava 21 milhões de idosos situados em uma faixa etária de 60 anos ou mais de idade, acompanhando assim o critério do estatuto do idoso no Brasil, que considera senil o indivíduo dentro dessa faixa etária (IBGE,2010). Devido ao fato da taxa de fecundidade estar apresentando nos últimos anos menores valores do que o nível de reposição populacional, dados da ONU demonstram que em 2025 o país ocupará o sexto lugar no mundo em relação à população idosa (CALDEIRA *et al.*,2005).

Informações do censo demográfico demonstram que a expectativa de vida dos brasileiros permanecerá em crescimento nas próximas décadas. Em 1940, as pessoas idosas no Brasil totalizavam 1,6 milhões, em 1970 essa taxa

aumentou para 4,7 milhões de pessoas senis. Essa evolução populacional em dez anos atingiu o índice de 14,5 milhões e os idosos acima de 60 anos ou mais representando 8,5% da população geral. Estima-se que para 2020 o número de idosos chegue a 30,9 milhões o que representaria 14 % da população total e que o patamar de faixa etária para 2050 será de 81 anos (EL-MOOR *et al.*, 2008 ; NUNES, 2011 ).

O processo de envelhecimento faz parte de um ciclo natural da vida – nascer, crescer, amadurecer, envelhecer e morrer. Todas as idades apresentam suas limitações, seus ganhos e seus prejuízos, porém é fundamental aceitar o momento do envelhecimento e adaptar-se a essa fase, convivendo com seus limites físicos, psíquicos e sociais. Sendo uma situação difícil de ser enfrentada, porém necessária para aceitar a própria natureza humana (CAROLINO *et al.*,2011).

À medida que o homem atinge a fase de envelhecimento, sua saúde torna-se um ponto importante a ser analisada, o seu aspecto físico sofre alterações, maiores são as chances de adquirir doenças crônicas como por exemplo hipertensão, dor na coluna, osteoartrose, diabetes, doenças do coração, alterações fisiológicas, declínio da potencia sexual, diminuição da capacidade orgânica, entre outras (IBGE 2010; CAROLINO *et al.*,2011). Porém o processo de envelhecimento não se prende apenas ao aspecto morfológico, ele também influencia sua participação na sociedade, passando muitas das vezes a ser desprezado pela população mais jovem, familiares e amigos, sendo submetido a um processo de perdas e rejeições, desenvolvendo assim um sentimento de improdutividade e inutilidade, fazendo com que o indivíduo tenda a procurar o isolamento (CAROLINO *et al.*, 2011; NUNES,2011; VEDANA *et al.*, 2011).

#### 5.1.1. Envelhecimento e composição corporal

O índice de massa corporal (IMC), também conhecido como índice de Quételet e expresso pela razão entre a massa corporal em kg e estatura em m<sup>2</sup>, vem sendo utilizado como indicador do estado nutricional por sua boa relação com a massa corporal ( $r=0,80$ ) e baixa correlação com a estatura. A utilização desse índice nos idosos não é confiável devido ao decréscimo da estatura,

acúmulo de tecido adiposo, redução da massa corporal magra, diminuição de água no organismo e pela presença de doenças (SANTOS *et al.*,2005).

No Brasil, não existe um estudo que permita avaliar o ajuste do IMC em idosos, como indicador de adiposidade, mesmo sendo um índice muito utilizado. Ele não é capaz de separar massa gorda e massa magra, quantificar a composição corporal, sendo indicados outros métodos que permitam uma melhor estimativa do percentual de gordura corporal. Dentre eles, podem ser destacados o antropométrico (através das medidas das dobras cutâneas) e a bioimpedância, que trata-se de uma técnica não invasiva, de rápida utilização, de fácil implementação e de baixo custo (MAINENTI *et al.*, 2011). Uma importante vantagem da bioimpedância é o baixo erro de medida associado ao avaliador, pois o posicionamento dos eletrodos é simples e a avaliação em si é rápida e não depende de alto nível de treinamento de quem aplica o teste.

Sabe-se que após a quarta década de vida e durante todo o processo de envelhecimento, há uma perda gradual da massa muscular e da força ocasionando uma perda na eficiência e na qualidade muscular. Um Estudo demonstrou que entre a segunda e oitava década de vida de 15% a 50% das pessoas apresentam diminuição de força e que há um declínio anual 1,5% a 3,5% na perda de força em diferentes grupos musculares nas pessoas acima de 60 anos (ABIZANDA *et al.*, 2011).

Alguns autores sugerem que a sarcopenia e a força muscular iniciam sua redução a partir da segunda década de vida, porém se acentuando na evolução do envelhecimento (VIDT *et al.*,2011). Para um melhor entendimento dos declínios funcionais apresentados pelos idosos, há uma necessidade de relacionar o volume muscular dos membros superiores e inferiores. A hipótese é que os membros inferiores apresentem uma menor massa muscular em relação aos membros superiores, devido ao sedentarismo, já que a maioria das atividades da vida diária é realizada com os membros superiores (VIDT *et al.*,2011).

Outro tecido que apresenta uma redução em sua densidade com o processo de envelhecimento é o tecido ósseo, levando ao aparecimento da osteoporose, que é uma doença óssea metabólica e que apresenta como características principais a redução da massa óssea e deterioração estrutural do

osso. Essa condição resulta na diminuição de sua resistência e conseqüentemente no aumento da sua fragilidade, deixando-o mais susceptível ao risco de fratura (WEATHERHOLT *et al.*, 2011). A osteoporose pode ser classificada em primária e secundária. Na primária, a mais comum (podendo ocorrer em ambos os sexos), relacionada com o envelhecimento, o processo de reabsorção sobrepõe-se ao de formação óssea iniciando-se uma perda óssea. Nas mulheres, ocorre um declínio médio de 1%-2% por ano, o que totaliza uma perda de 30-50% da massa óssea durante a vida e potencializado pela menopausa, com diminuição dos níveis estrogênicos. A secundária, por outro lado, pode estar relacionada com condições patológicas ou com uso de medicamentos, que possam afetar o metabolismo ósseo (SCHETTLER *et al.*, 2004; MENDES *et al.*, 2011).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, considera-se osteoporose se o valor da DMO (densidade mineral óssea) for inferior a -2,5 DP (desvio padrão) em relação à média para mulheres caucasianas e osteopenia se for inferior a -1DP, critério que se aplica também aos homens. Essa doença tem uma taxa elevada de morbidade e mortalidade, sendo as fraturas a ocorrência principal, estima-se que 40-50% das mulheres e 13% dos homens com mais de 50 anos seja acometido pela mesma (SCHETTLER *et al.*, 2004; MENDES *et al.*, 2011).

### 5.1.2. Envelhecimento e Desempenho Muscular

Com o processo de envelhecimento humano, o desempenho muscular sofre um decréscimo, ocorrendo uma redução no número, no tamanho e na vascularização das fibras musculares, esse processo é denominado sarcopenia (ZACARON *et al.*, 2006) . Juntamente com esse processo, a perda de força muscular também é atribuída a alterações químicas das fibras musculares, com redução no número e tamanho dos motoneurônios, diminuição da atividade neural e conseqüentemente das unidades motoras, ocorrendo degeneração nas junções neuromusculares além de um mau funcionamento dos elementos pré e pós-sinápticos (ZACARON *et al.*, 2006 ; VIDT *et al.*, 2011).

A resistência muscular é definida como uma característica física do músculo de realizar uma quantidade de repetições de contrações musculares,

sem interferir na redução na amplitude de movimento, na frequência, no ritmo e na força de realização do movimento, resistindo ao surgimento da fadiga muscular localizada (DANTAS et al., 2002). O declínio da resistência contribui para a perda funcional e para a incapacidade nos idosos. Quando comparados com adultos mais jovens, os idosos são obrigados a ativar um percentual maior da massa muscular reduzida para produzir a mesma força, isto é, na realização de uma atividade a intensidade determinada requer um percentual mais elevado da capacidade máxima em pessoas idosas (LACOURT et al., 2005). Esse fato resulta no aparecimento precoce da fadiga muscular e conseqüentemente de um maior estresse metabólico. O suprimento sanguíneo reduzido, o comprometimento do transporte de glicose, a menor densidade mitocondrial, a diminuição da atividade das enzimas oxidativas e a taxa de reposição de fosfocreatina reduzida contribuem para o decréscimo na resistência muscular verificado em pessoas com idade avançada (LACOURT et al., 2005). Trabalhos recentes demonstram que os idosos podem ser beneficiados pela atividade física, apresentando melhora não só na resistência e força muscular, mas também no equilíbrio e na mobilidade, reduzindo assim os riscos de queda (DANTAS et al., 2011; GONÇALVES et al., 2011).

### 5.1.3. *Envelhecimento e capacidade funcional*

Sampaio e Luz (2009) definem funcionalidade como uma interação dinâmica entre as condições de saúde (doença, trauma, lesões, distúrbios) e os fatores contextuais (incluindo fatores pessoais e ambientais). Outro importante conceito, o de incapacidade funcional, é definido por Rosa et al. (2003) como a dificuldade ou até mesmo a impossibilidade que o indivíduo apresenta em realizar determinados gestos e atividades da vida diária seja ela por doenças e ou limitação física.

Devido ao aumento do número de idosos no mundo, o cuidado em relação à capacidade funcional vem se destacando principalmente com a saúde desses indivíduos. Esse crescimento populacional possibilita uma maior probabilidade em desenvolver doenças crônicas e evoluindo assim para uma incapacidade funcional (RICCI et al., 2005).

No envelhecimento, a capacidade funcional apresenta-se comprometida ocasionando uma instabilidade e dependência do próprio idoso acarretando importantes implicações para os familiares, para a sociedade e para o sistema de saúde, acarretando em uma diminuição do bem-estar e da qualidade de vida do idoso (ALVES *et al.*, 2007). As restrições impostas pela família e pela sociedade configuram uma perda da autonomia e demonstra que com o envelhecimento o indivíduo não tem os mesmos direitos que lhe eram permitidos na vida adulta (RIBEIRO *et al.*, 2002; ALVES *et al.*, 2007).

Nascimento *et al.* (2012) realizaram um estudo observacional transversal, a partir de uma amostra de 621 idosos com idade maior ou igual a 60 anos, ambos os sexos, moradores do município de Viçosa (MG). Os autores avaliaram a prevalência dos fatores associados à incapacidade funcional nesses idosos através de questionários sócios demográficos e de condições de saúde. Foram aplicados os questionários de Katz *et al.* (1963) e de Lawton *et al.* (1969). Este estudo demonstrou a associação entre as condições de saúde, condições sócio demográficas e capacidade funcional, encontrando que a faixa etária  $\geq 80$  anos e história de osteoporose foram fatores associados positivamente com a incapacidade funcional e negativamente com a atividade física.

Falsarella *et al.* (2012) avaliaram através de um estudo transversal, a influência das doenças reumáticas e os sintomas crônicos articulares na qualidade de vida dos idosos. Participaram do estudo 2209 idosos moradores da cidade de Amparo (SP) com faixa etária maior ou igual a 60 anos, em ambos os sexos, sendo utilizado neste estudo o questionário Short-Form Health Survey (SF-36). Os resultados encontrados mostraram que o domínio aspectos físicos foi o que apresentou os escores mais baixos dentre os itens avaliados de qualidade de vida. Ao analisarem os escores médios do SF-36 ajustado por sexo, doenças reumáticas e sintomas comuns, foi observado que a variável vitalidade teve o escore menor para ambos os sexos, enquanto que os aspectos sociais tiveram um escore maior. Os domínios de capacidade funcional e dor apresentaram correlação significativa com o sexo, idade, doença reumática e sintomas articulares. As mulheres foram mais afetadas pela dor e limitação funcional ( $r = -0,286$ ,  $p < 0,001$ ); a capacidade funcional em idosos jovens apresentou escores mais elevados e o grupo mais jovem mostrou uma melhor

qualidade de vida em relação à dor ( $r = - 0.060$ ,  $p < 0.001$ ). Os idosos com doenças reumáticas apresentaram um escore menor para capacidade funcional e dor. Foram encontrados também associação entre declínio da função devido à dor em idosos com queixas articulares. Aspectos físicos, saúde geral e aspectos emocionais foram associados aos sintomas articulares e idade; aspecto físicos ( $r = - 0.160$ ,  $p < 0.001$ ), saúde geral ( $r = 0.079$ ,  $p < 0.001$ ) e aspectos emocionais ( $r = 0.136$ ,  $p < 0.001$ ). Em relação à idade, um maior escore foi encontrado nos idosos jovens quando associado ao aspecto vitalidade ( $-0.079$ ,  $p < 0.001$ ) e aspectos sociais ( $r = 0.064$ ,  $p < 0.001$ ). Os sintomas articulares em indivíduos mais velhos apresentaram escores piores para as variáveis e aspectos sociais. A correlação entre idade e escores do SF-36, estabelecido para o sexo, doenças reumáticas e sintomas comuns, mostrou que o aumento da idade apresentou associação significativa com quase todos os domínios de qualidade de vida, com exceção apenas para a saúde mental. Este estudo demonstrou que as doenças reumáticas estão significativamente relacionadas à capacidade funcional e ao domínio dor; e que os sintomas articulares comprometem os itens de qualidade de vida do SF-36.

## 5.2. A articulação do joelho

Os primeiros antepassados humanos tem origem terrestre e arbórea, sendo os seres humanos os únicos primatas há utilizarem definitivamente e exclusivamente o caminhar em bípedestação. Para o conhecimento da evolução filogenética do joelho é necessário uma adequada compreensão das mudanças do estilo de vida terrestre para o bipedalismo (JAVOIS *et al.*, 2009).

A evolução para mudança em bípedestação habitual entre os seres humanos foi associada a alterações anatômicas no quadril proporcionando modificações na distância entre as articulações sacroilíacas e as articulações coxofemorais consequentemente um importante alargamento do sacro (SHEFELBINE *et al.*, 2002; JAVOIS *et al.*, 2009).

Na região do quadril o desenvolvimento do glúteo máximo contribui para o endireitamento da coluna vertebral e consequentemente o surgimento das

quatro curvas que compõe essa estrutura. Na articulação do joelho, a flexão permanente encontrada nos primatas não humanos arbóreas e terrestres foi transformado para sustentar o peso corporal e permitir os movimentos específicos de flexão e extensão do joelho completo (JAVOIS *et al.*, 2009).

Embora a articulação do joelho possa parecer uma articulação simples, ela é uma das articulações sinoviais mais complexas do corpo humano, do tipo dobradiça modificada e que permite os movimentos de flexão, extensão e rotação, sendo composta pela a articulação fêmuro patelar e femuro tibial (GOLDBLATT *et al.*, 2003; SHAHABPOUR *et al.*, 2005; ENAB, 2011). A estabilização dinâmica e estática dessa articulação é realizada pela a arquitetura óssea do fêmur, da tíbia e da patela, acrescentando a contribuição dos ligamentos, cápsula articular, meniscos e grupos musculares que compõe o joelho (GOLDBLATT *et al.*, 2003). Considerada a maior articulação do corpo, a articulação femuro tibial é composta por dois condilos femorais (medial e lateral), que se articula com o platô tibial. Devido à incongruência entre essas duas superfícies ósseas, os meniscos medial e lateral atuam melhorando a congruência e a estabilização articular (GOLDBLATT *et al.*, 2003; MCDERMOTT *et al.*, 2008).

A articulação femoro - patelar é classificada do tipo selar formada pela extremidade distal do fêmur e a patela, que é considerada um osso sezamoíde. Esta articulação é importante para a estabilização do joelho, pois é envolvida pelo mecansimo extensor do tendão do quadríceps. Uma das finalidades da patela é aumentar a vantagem mecânica do aparelho extensor do joelho, o quadríceps, estando envolvida por quatro estruturas que a mantém alinhada alem de diminuir a sobrecarga articular. Essas estruturas são o retináculo lateral que une a patela com banda iliotibial na região lateral do joelho; o retináculo medial que é formado por tecido conjuntivo, entre eles o ligamento patelofemoral medial, que estabiliza a patela medialmente evitando a lateralização excessiva; o tendão distal da patela que une o quadríceps à tíbia e o tendão quadriciptal situado acima da patela dando sustentação nesse sentido (GOLDBLATT *et al.*, 2003; SANTOS, 2005).

O joelho é estabilizado por um conjunto cápsulo ligamentar muito complexo (cápsula e ligamentos) e pelos meniscos que são formados por

tecidos fibrocartilagosos, estruturas essas que são consideradas estabilizadores estáticos. Os principais ligamentos que lhe dão estabilidade são os ligamentos cruzado anterior, considerado um feixe de tecido conjuntivo denso que liga o fêmur e a tibia. Originando-se de espinha anterior da tibia e inserindo-se no lado medial do côndilo lateral do fêmur, tem como função primária conter a translação anterior da tibia e a função secundária restringir à rotação interna do joelho (ZANTOP *et al.*, 2005); o ligamento cruzado posterior origina-se da espinha posterior da tibia e insere-se na porção medial do côndilo medial do fêmur com função principal restringir a translação da tibia no sentido posterior na flexão do joelho acima de 30° e secundariamente a rotação externa (BOWMAN JUNIOR *et al.*, 2009; CHANDRASEKARAN *et al.*, 2011).

A função dos ligamentos colateral medial e lateral é assegurar a estabilidade do joelho no movimento de varo e valgo do joelho como também aos movimentos rotacionais. O ligamento colateral medial é formado por um feixe superficial e por outro feixe profundo tendo sua origem no epicôndilo medial dirigindo-se para baixo com um feixe largo de aproximadamente 11 cm com sua inserção na porção proximal e medial da tibia, restringindo o movimento de valgo e a rotação externa da tibia em relação ao fêmur. O ligamento colateral lateral tem sua origem no epicôndilo lateral inserindo-se na cabeça da fíbula, restringindo o movimento de varo e a rotação interna da tibia em relação ao fêmu (GOLDBLATT *et al.*, 2003; KÖNIG *et al.*, 2011).

Os meniscos são importantes estabilizadores do joelho, tem como função amortecer o impacto sobre a articulação, prevenir a deterioração e degeneração da cartilagem articular e melhorar a congruência articular, pois devido às diferenças anatômicas entre as estruturas ósseas do platô tibial e o côndilo femoral, sem a sua presença esta articulação apresentaria uma grande incongruência/instabilidade (MAKRIS *et al.*, 2011). Os meniscos apresentam dimensões diferentes: o menisco lateral mede aproximadamente de 32,4 a 35,7mm de comprimento e de largura 26,6 a 29,3mm; o menisco medial apresenta entre 40,5 e 45,5 mm de comprimento e 27 mm de largura (MAKRIS *et al.*, 2011). Em relação a sua vascularização e sua inervação, estudos mostram que entre o período pré-natal até pouco depois do nascimento essas estruturas são totalmente vascularizadas, porém aos 10 anos de idade a

vascularização está presente em cerca de 10 a 30% do menisco e na fase da maturidade os meniscos apresentam vasos sanguíneos e inervação apenas na periferia entre 10 de à 25 % desse tecido (GOLDBLATT *et al.*, 2003; MAKRIS *et al.*, 2011).

Os estabilizadores dinâmicos são estruturas que têm como objetivo manter a estabilização através de músculos e tendões que cruzam a articulação. No joelho, o músculo quadríceps, situado na região anterior da coxa, é formado pelo músculo vasto medial, vasto lateral que ficam localizados respectivamente na região interna e externa da coxa, pelo o músculo reto femoral que se localiza na região anterior da coxa e o vasto intermédio que está posteriormente ao reto femoral, sendo sua principal função realizar a extensão do joelho (PASTA *et al.*,2010).

Os músculos isquiosurais, também conhecidos como posteriores de coxa, são três músculos: o bíceps femoral (porção longa), o semitendinoso e o semimembranoso. O músculo bíceps femoral tem duas origens, a cabeça longa na faceta medial da tuberosidade isquiática e a cabeça curta no terço médio da linha áspera e da crista supracondiliana lateral do fêmur e sua inserção no processo estilóide da cabeça da fíbula, ligamento colateral lateral e no côndilo lateral da tíbia. Esse músculo participam no movimento de extensão do quadril, flexão do joelho e rotação lateral da tibia (SANTOS, 2005; BELTRAN *et al.*, 2011). O músculo semitendinoso, origina-se na porção ínfero-medial da tuberosidade isquiática proximo ao tendão do músculo bíceps femoral porção longa, inserindo-se na superfície medial da tíbia, ajudando no movimento de extensão do quadril, da rotação interna da tíbia e flexão do joelho. O músculo semimembranoso origina-se na tuberosidade isquiática e sua inserção distal no côndilo medial da tíbia, realizando a rotação interna da tíbia, extensão do quadril e flexão do joelho (SANTOS 2005; BELTRAN *et al.*, 2011).

### 5.3. Osteoartrose

Osteoartrose (OA) é considerada a doença que mais acomete o aparelho locomotor, levando à degeneração da cartilagem articular. Vários fatores contribuem para tal fato, entre eles: envelhecimento, fatores mecânicos, genéticos, ósseos e metabólicos. Trata-se de uma doença de evolução lenta e progressiva, sendo a maior causa de incapacidade funcional e afetando a qualidade de vida dos idosos nos países desenvolvidos e emergentes (DIEPPE *et al.*,2005; CAMANHO *et al.*, 2011; LEITE *et al.*,2011).

A cartilagem articular é formada por um tecido conjuntivo, não innervado, avascular, hiperhidratado (conteúdo de água variando de 66 a 80%), com 20-34% de sólidos dos quais, 5-6% são componentes inorgânicos (principalmente hidroxiapatita) (REZENDE *et al.*,2000;PELLETIER *et al.*, 2008). O componente restante orgânico fornece cobertura para as superfícies articulares e serve como material de suporte de carga, absorvendo impacto e suportando as forças de deformidade. As propriedades deste tecido estão relacionadas com a composição e a estrutura da sua matriz extracelular, que consiste de macromoléculas de colágeno e proteoglicanos principais representantes. Estes componentes são altamente organizados a partir da superfície da cartilagem para as camadas mais profundas. A cartilagem é dividida em quatro zonas com funções diferentes: as zonas superficiais da cartilagem, zona média ou de transição, zona profunda ou radial e zonas calcificadas (REZENDE *et al.*,2000;PELLETIER *et al.*, 2008).

A zona superficial é a mais fina, das quatro zonas, composta por fibras finas colágenas com orientação tangencial, com o conteúdo de proteoglicanos baixo e condrócitos de formato comprido, alinhado paralelamente à superfície. Esta zona está em contato com o líquido sinovial e é responsável pela maioria das propriedades elásticas de cartilagem, permitindo que ela possa resistir à deformidade, à força de tração e à compressão impostas pelos movimentos das articulações (REZENDE *et al.*,2000;PELLETIER *et al.*, 2008).

A zona do meio representa 40-60% da altura da cartilagem total. É formada por proteoglicanos e fibras de colágeno mais grossas organizadas em

feixes radiais ou camadas. Os condrócitos nesta zona são de baixa densidade e têm uma forma redonda (REZENDE *et al.*,2000;PELLETIER *et al.*, 2008).

Na zona profunda, os condrócitos têm a mesma forma como aqueles na zona média e estão alinhados perpendicularmente à superfície articular, mas com baixa densidade. Esta zona contém as fibras de colágeno maiores numa disposição radial, e conteúdo *aggrecan* (espécie predominante de proteoglicanos) está no seu ápice (REZENDE *et al.*,2000;PELLETIER *et al.*, 2008).

A cartilagem calcificada, também chamada zona calcificada é dividida a partir das zonas de *tidemark* e separando fisicamente e mecanicamente a cartilagem hialina do osso subcondral. Sua principal função parece ser a ancoragem da cartilagem até o osso subcondral através das fibras do colágeno da zona radial penetrando na cartilagem calcificada. Nesta área o número de células é escasso e os condrócitos são hipertrofiados (PELLETIER *et al.*, 2008).

Os condrócitos conduzem as trocas dos componentes da matriz, provavelmente intermediando a ação enzimática, suprimindo a necessidade interna de remodelação dentro de um metabolismo normal. Em um tecido maturado, o equilíbrio da matriz (onde não há perda e nem ganho tecidual) é controlado pelas proteínas denominadas fatores de crescimento e citocinas (REZENDE *et al.*,2000;PELLETIER *et al.*, 2008).

Na osteoartrose, a cartilagem articular se torna patológica perdendo a sua forma homogênea, apresentando-se rompida, fragmentada, com fibrilação, fissuras e ulcerações. Na evolução desse distúrbio, as áreas do osso subcondral ficam expostas, a coloração histoquímica da matriz para proteoglicanos é desigual e a linha de separação entre a cartilagem calcificada e a zona radial é invadida por capilares. Esse processo desencadeia a formação de osteófitos, que são encobertos por cartilagem hialina e fibrocartilagem recém-formada, mostrando grande irregularidade na sua estrutura (REZENDE *et al.*,2000; PELLETIER *et al.*, 2008;).

Em relação à classificação da osteoartrose, a mesma pode ser primária e secundária. A OA primária ocorre quando não existe uma causa conhecida; e a secundária, quando desencadeada por fatores conhecidos e determinados (BIASOLI *et al.* , 2003; HERRERO-BEAUMONT *et al.*,2009).

Outra forma de classificação da OA está vinculada à análise radiológica convencional, que é um método de imagem simples e de baixo custo para avaliação da osteoartrose, permitindo a visualização direta das alterações ósseas, incluindo osteófitos marginais, esclerose e cistos subcondrais. A avaliação do espaço articular fornece uma suposição indireta da espessura da cartilagem (GARRIDO *et al.*, 2011). Em relação à ocorrência na articulação do joelho, são utilizados três sistemas para estadiamento da doença degenerativa: I) Ahlbäck modificado, II) Dejour, e III) Kellgren e Laurence, que têm como objetivo avaliar a redução do espaço articular, a progressão da doença degenerativa do joelho e nortear o tipo de tratamento necessário (ALBUQUERQUE *et al.*, 2008). Todos os três sistemas são bastante utilizados na prática clínica.

O sistema Ahlbäck modificado se baseia na redução e no atrito do espaço articular, avaliando a incidência ântero-posterior e lateral com apoio monopodálico do joelho. O objetivo é correlacionar a localização do desgaste no platô tibial medial com a integridade ou não do ligamento cruzado anterior, podendo observar nos casos mais avançados a presença de OA (VILLARD *et al.*, 2006). Esse sistema de estadiamento propõe a seguinte classificação:

- *Grau I*: Redução de espaço articular.
- *Grau II*: Obliteração de espaço articular.
- *Grau III*: Antero Posterior (AP) – desgaste do platô tibial < 5 mm; perfil – parte posterior do platô intacta.
- *Grau IV*: AP – desgaste de 5 a 10 mm do platô tibial; perfil – extenso desgaste da margem posterior do platô tibial.
- *Grau V*: AP – grave sub-luxação da tibia; perfil – sub-luxação anterior da tibia > 10 mm.

Dejour propôs um sistema de classificação da osteoartrose do joelho pelo grau de comprometimento articular (ALBUQUERQUE *et al.*, 2008):

- *Estágio 1* - Pré – artrose: Não há lesão do osso subcondral, apenas o comprometimento da cartilagem articular considerada condropatia . Clinicamente assintomático, sua evolução para atingir o estágio 2 é em média 10 anos.

- *Estágio 2* - Artrose inicial: Ocorre uma diminuição do espaço articular ao raio X lesão do osso subcondral, presença de osteófitos, porém os sintomas clínicos são discretos.
- *Estágio 3* - Artrose propriamente dita: Apresenta desequilíbrio articular devido ao grau acentuado da degeneração óssea. O exame quando realizado com apoio monopodal demonstra um pinçamento completo da interlinha articular.
- *Estágio 4* - Artrose severa: Apresenta comprometimento de todas superfícies articulares (femoropatelar, femorotibial interna e femorotibial externa).

Kellgreen e Lawrence propõem um sistema de estadiamento para a osteoartrose de joelho na seguinte classificação:

- *Grau 0*: Normal.
- *Grau I*: Estreitamento do espaço articular é duvidoso e possível osteófitos na borda.
- *Grau II*: Possível estreitamento do espaço articular e osteófitos definido.
- *Grau III*: Definido estreitamento do espaço articular, múltiplos osteófitos moderados, alguma esclerose subcondral e possível deformidade do contorno ósseo.
- *Grau IV*: Notável estreitamento do espaço articular, severa esclerose subcondral, definida deformidade do contorno ósseo e presença de grandes osteófitos.

Clinicamente, os idosos com OA relatam dor que aparecem geralmente ao movimento. Pode-se observar também rigidez e crepitação articular, função articular diminuída, hipotrofia e hipotonia muscular e deformidades diversas (BIASOLI *et al.*, 2003; HERRERO-BEAUMONT *et al.*, 2009; LEITE *et al.*, 2011).

#### 5.4. Fadiga Muscular

Durante a atividade física é muito comum que o desempenho do músculo diminua gradualmente quando o mesmo é utilizado repetidamente próximo do seu trabalho máximo. Esse declínio do desempenho muscular é geralmente

descrito como fadiga muscular, que é um problema complexo, que merece a atenção dos profissionais da área de saúde (CÍHALOVÁ *et al.*, 2009).

Os mecanismos da fadiga muscular ainda não são bem compreendidos, pois as dificuldades ao pesquisar a fadiga muscular devem-se ao caráter multifatorial e a complexidade do desenvolvimento da mesma (SANTOS *et al.*, 2003; CÍHÍHALOVA *et al.*, 2009; BÖL *et al.*, 2011).

A fadiga muscular foi definida por vários autores como sendo a incapacidade do músculo em manter e ou gerar a tensão muscular, redução da capacidade funcional, deficiência em sustentar o desempenho muscular durante um trabalho de força que gere contrações musculares repetidas (SANTOS *et al.*, 2003; MOREIRA *et al.*, 2008; CÍHALOVÁ *et al.*, 2009; BÖL *et al.*, 2011; BOYAS *et al.*, 2011). Na realidade, na fadiga deve ser analisada com um mecanismo de defesa, que é estimulado antes que ocorram degradações de algumas funções orgânicas e celulares, evitando assim que ocorram lesões celulares irreversíveis não só no esporte como também nas atividades da vida diária (SANTOS *et al.*, 2003; MOREIRA *et al.*, 2008).

Em relação à instalação do processo de fadiga muscular durante a realização dos exercícios, o desempenho submáximo ou máximo do músculo acarreta a diminuição da produção da força sendo esta causada por diferentes fenômenos fisiológicos (BOYAS *et al.*, 2011). A classificação da fadiga muscular é realizada conforme o seu surgimento, podendo ser aguda, subaguda e crônica (SANTOS *et al.*, 2003).

A fadiga muscular, fenômeno que foi analisado no presente estudo, está relacionada à alteração na produção da força muscular desejada ou exigida em consequência da degradação de um ou mais processos que interferem no estímulo, na contração e no relaxamento, levando a uma diminuição da frequência da facilitação muscular podendo ocorrer no neurônio ou nos motoneurônios (SANTOS *et al.*, 2003). Essa alteração na frequência pode ser causada por inúmeros fatores entre eles, a hipoglicemia, presença de substâncias tóxicas como o íon de amônia, falha na absorção de aminoácidos para a produção de neurotransmissores acarretando na diminuição da acetilcolina prejudicando a reprodução do potencial de ação na membrana pós-sináptica (SANTOS *et al.*, 2003; BOYAS *et al.*, 2011). Essa diminuição no

potencial de ação pode ser devido à saída do potássio intracelular e a entrada de água, em uma seqüência esta diminuição é transmitida para os túbulos T e acarreta na redução da liberação de cálcio desde o retículo sarcoplasmático (SANTOS *et al.*, 2003; BOYAS *et al.*, 2011).

Em relação às etiologias da fadiga muscular, podemos observar a localização dos mecanismos etiológicos, que podem ser periférico e ou central (SANTOS *et al.*, 2003; MOREIRA *et al.*, 2008; BOYAS *et al.*, 2011).

Fadiga aguda central esta relacionada com os processos de elaboração de padrões motores, que são transmitidos ao córtex cerebral, cerebelo, junções sinápticas e a nervos eferentes específicos dentro da corda espinhal (MOREIRA *et al.*, 2008). O sistema nervoso central está envolvido no processo de fadiga quando houver uma diminuição da quantidade de unidades motoras funcionais ou quando houver uma redução dos disparos das mesmas. Geralmente estando associado a esforços prolongados de baixa e alta intensidade (SANTOS *et al.*, 2003; MOREIRA *et al.*, 2008; ASTRAND *et al.*, 2006).

As causas da fadiga central são pouco conhecidas, porém várias hipóteses tentam explicar a mesma (ROHLFS *et al.*, 2005; BOYAS *et al.*, 2011). Uma delas é a redução ou acúmulo de alguns neurotransmissores cerebrais, que podem induzir a uma diminuição da estimulação cortiço-espinhal descendente, sendo a serotonina o neurotransmissor mais encontrado, atuando na formação da memória, na letargia e nas alterações na percepção do esforço (ROHLFS *et al.*, 2005; BOYAS *et al.*, 2011).

Outros neurotransmissores podem participar desse processo de fadiga central, entre eles a acetilcolina e a dopamina. Quando ocorre a diminuição da colina, que é o principal precursor da acetilcolina, há uma redução na velocidade transferência dos impulsos originado do sistema músculo esquelético. A dopamina é outro neurotransmissor que inibe a síntese e o metabolismo de serotonina, retardando a fadiga central. Estudos demonstram que baixos níveis de dopamina cerebral podem diminuir a eficiência da coordenação motora e a motivação (SANTOS *et al.*, 2003; MOREIRA *et al.*, 2008; ASTRAND *et al.*, 2006). Há um importante intercambio entre os sistemas serotoninérgico e dopaminérgico associado à fadiga central durante a atividade física. Uma baixa razão entre serotonina e dopamina em regiões cerebrais pode favorecer o

desenvolvimento da motivação e coordenação muscular e ao inverso uma razão alta de serotonina e dopamina pode levar a fadiga (MOREIRA *et al.*, 2008).

Em relação à fadiga periférica, a mesma deve-se a uma falha do sistema neuromuscular periférico, eventos neurais e mecânicos comprometem a transmissão dos impulsos nervosos periféricos e ou o processo de contração muscular (SANTOS *et al.*, 2003; MOREIRA *et al.*, 2008; BOYAS *et al.*, 2011).

A transmissão neuromuscular pode ser definida como a modificação do potencial de ação do nervo para um potencial de ação muscular ocorrendo na placa motora. Durante o processo de fadiga esse mecanismo pode ser alterado por inúmeros fatores entre eles: propagação insuficiente dos impulsos nervosos nas terminações nervosas, falha no acoplamento entre excitação e secreção de neurotransmissores na fenda sináptica; diminuição e redução na liberação de neurotransmissores, redução na sensibilidade da acetilcolina nos receptores e membrana pós-sináptica (BOYAS *et al.*, 2011). O tipo de fibra muscular que participa na contração muscular durante uma determinada atividade física pode significar uma importante relação com o início da fadiga (SANTOS *et al.*, 2003). Nas fibras de contração rápida (tipo II), o retículo sarcoplasmático é mais desenvolvido do que as fibras de contração lenta, promovendo a liberação de cálcio no interior da célula muscular, porém as fibras de contração lenta (tipo I) possuem um sistema oxidativo mais eficiente para produção de energia (SANTOS *et al.*, 2003). O acúmulo de prótons e alterações no pH no músculo durante esforços de alta intensidade e curta duração podem ser responsáveis pela produção da fadiga periférica (SANTOS *et al.*, 2003; Boyas *et al.*, 2011).

Existem vários métodos para avaliar a fadiga, tais como questionários e escalas, com o objetivo de verificar aspectos físicos, emocionais e cognitivos, avaliando sua dimensão e integrando a observação dos profissionais (PIMENTA *et al.*, 2002). A maioria dos questionários utilizados no Brasil para avaliar a fadiga, se detém na qualidade de vida a vantagem desses instrumentos é que são específicos para detectar particularidades em determinadas situações, avaliando de maneira individual aspectos da qualidade de vida (DANTAS *et al.*, 2003). Porém existe também o aspecto desvantagem que seria a dificuldade de compreender o fenômeno e validar as características psicométricas dos instrumentos (DANTAS *et al.*, 2003).

Outra forma de avaliar fadiga muscular seria a aplicação de protocolos utilizando a contração muscular isométrica, a contração muscular isotônica associando a análise das mesmas através da eletromiografia de superfície (AZEVEDO *et al.*, 2007).

A eletromiografia (EMG) de superfície é uma técnica que permite o registro dos sinais elétricos gerados pelas células musculares possibilitando a análise de sua atividade tanto dinamicamente como estaticamente. Sendo um recurso muito utilizado em diversas áreas que estão voltadas para a investigação dos fenômenos que levam à fadiga muscular (PAULA *et al.*, 2006; ALKAN *et al.*, 2011).

A apreciação das curvas gerada pelo sinal do EMG permite o estudo desses fenômenos em um determinado músculo, porém devemos conhecer as limitações impostas pelo equipamento e sua utilização, devendo ser implementadas com o conhecimento das estruturas fisiológicas e biomecânicas subjacentes à geração e o desenvolvimento do sinal elétrico e do potencial de ação (ASCENSÃO *et al.*, 2003). Diferentes parâmetros temporais e espectrais verificados a partir do desenvolvimento do sinal de EMG são indicados para detecção no controle da fadiga. As modificações no espectro frequência dos sinais mioelétricos tornaram-se ao longo do tempo uma ferramenta muito importante para avaliar a fadiga muscular localizada (PAULA *et al.*, 2006; AZEVEDO *et al.*, 2007). Em relação à frequência mediana, aparenta ser sensível em demonstrar o comportamento do espectro da frequência do EMG, em momentos que o músculo está saturado (PAULA *et al.*, 2006; AZEVEDO *et al.*, 2007).

Santos *et al.* (2008) afirmaram que a biomecânica aborda amplamente o fenômeno da fadiga por meio de atividade muscular voluntária de forma contínua e progressiva demonstrando alterações no comportamento do sinal eletromiográfico (EMG) captado no músculo em atividade. Esses autores realizaram um estudo com o objetivo de verificar a viabilidade na aplicação do sinal EMG, através de análise no domínio da frequência, como parâmetro para determinação e diferenciação no comportamento da fadiga muscular localizada no músculo tibial anterior comparando sujeitos atletas e sedentários. A amostra foi composta de 12 sujeitos homens, com média de idade de  $22 \pm 2,17$  anos e

sedentários e 12 sujeitos atletas profissionais jogadores de futebol com idade média de  $20 \pm 1,05$  anos, sendo executadas três etapas dos testes: I - Teste máximo – determinação da contração isométrica voluntária Máxima (CIVM). Para determinar a CIVM, o sujeito efetuou três contrações musculares sustentadas mantendo por seis segundos, descansando 10 minutos entre cada repetição. Desconsiderou-se da análise os dois primeiros e os dois últimos segundos coletados. Portanto foi considerado CIVM a média geral dos dados obtidos nesse intervalo para as três contrações, II - Teste de fadiga – execução do exercício sustentado por 35 segundos a 80% da CIVM. Nesse teste o sujeito foi orientado a sustentar por 35 segundos uma contração isométrica do músculo tibial anterior, a 80% da CIVM, tendo como feedback visual a intensidade da força externa monitorada pela célula de carga, III - Teste de recuperação – execução do exercício sustentado por 10 segundos a 80% da CIVM. Esse teste foi realizado dois minutos após a execução do teste anterior, o sujeito realizou uma contração isométrica por 10 segundos do músculo tibial anterior. Porém o sinal EMG foi captado apenas no segundo e terceiro teste. Outra observação importante foi que os testes de fadiga e de recuperação foram realizados em um intervalo mínimo de 48 horas após a da contração isométrica voluntária máxima. Para análise foram selecionados os três primeiros e três últimos segundos do sinal EMG provenientes dos testes de fadiga. A frequência mediana divide o espectro em duas áreas iguais e foram calculados para os dois períodos, constituindo parâmetros de frequência mediana inicial e frequência mediana final.

A frequência mediana dos testes de recuperação foi calculada após um período total de 10 segundos de sinal captado EMG, formando assim o terceiro parâmetro chamado de frequência mediana de recuperação. Em relação ao programa de exercício, pode se observar que a manutenção por um período de 35 segundos de 80% da CIVM foi o suficiente para induzir a fadiga muscular localizada no músculo tibial anterior. Esta afirmativa é baseada na observação da diminuição dos valores da frequência mediana final e a relação da frequência mediana inicial nos dois grupos; atletas frequência mediana inicial  $141,1 \pm 18,1$  e frequência mediana final  $114,2 \pm 16,5$   $p < 0,05$ , sedentários frequência mediana

inicial  $118,8 \pm 25,6$  e frequência mediana final  $90,2 \pm 18,6$   $p < 0,05$ , sendo assim há indicativos que o músculo está trabalhando em regime de fadiga.

Segundo Cardozo *et al.* (2011), a fadiga dos músculos da coluna tem sido citada como um fator de risco potencial para o desenvolvimento da dor lombar pela primeira vez e também há relatos da presença da mesma nas dores crônicas da coluna. Tais achados levaram a um crescente interesse na avaliação da fadiga muscular para auxiliar o diagnóstico e avaliação de pacientes com dores na coluna e análise dos últimos anos do potencial espectral da EMG tem sido usado cada vez mais para esta finalidade.

O objetivo desse trabalho (CARDOZO *et al.*, 2011) foi verificar mudanças na frequência mediana do espectro de potencial eletromiográfico que são frequentemente utilizadas para avaliar a fadiga músculo esquelética. Uma análise mais global das mudanças do espectro utilizando faixas de frequência pode fornecer uma medida mais sensível de fadiga do que as mudanças na frequência média ou mediana. Assim, a finalidade desse estudo foi caracterizar mudanças em diferentes faixas de frequência do espectro de energia e compará-los com as mudanças na frequência mediana. Participaram do estudo 20 indivíduos do sexo masculino, que realizaram contrações isométricas dos músculos da coluna em um dinamômetro isométrico a 30%, 40%, 50% e 60% da contração voluntária máxima (CIVM). Durante cada contração, os sinais de EMG de superfície foram registrados entre a direita e a esquerda do músculo longíssimos dorsal e o tempo de resistência foi medido. Os espectros de potência do EMG foram divididos em quatro faixas de frequência (20-50 Hz; 50-80 Hz; 80-110 Hz; 110-140 Hz) e as mudanças no potencial de cada faixa de fadiga foram comparados com alterações na frequência mediana. Uma semana antes da realização do teste, a CIVM dos músculos da coluna foi determinada para cada sujeito e esses testes foram repetidos durante dois dias. Em cada dia, foram realizadas três CIVM, com duração de cinco segundos, sendo gravados com um intervalo de cinco minutos entre os testes. Durante os testes, os sujeitos foram posicionados no equipamento MA ISOSTATION 2001 e o tronco foi mantido em  $45^\circ$  de flexão, confirmado por um goniômetro. A força média de cada cinco segundos da CIVM foi determinada e a média de todas as nove medidas foram utilizadas para representar o CIVM.

Durante os protocolos de fadiga, os sujeitos foram posicionados no mesmo equipamento e posição, realizando uma contração isométrica dos extensores da coluna até a fadiga, a uma força equivalente a 30%, 40%, 50% ou 60% medida anteriormente CIVM. A ordem dos testes foi aleatória e os testes em cada nível de força foram realizados em um dia diferente, com um mínimo de 24 h entre eles. Força de contração e EMG foram registradas em toda a contração e feedback visual foi usado para ajudar a manter a sujeitos a força no nível exigido. Se a força de contração diminuiu mais de 5% CIVM com relação à força-alvo, ou do tronco foi sensivelmente reduzida durante o teste, então o teste foi concluído naquele ponto e o tempo de resistência foi gravado. Se a força de contração diminuiu mais de 5% da CIVM em relação à força-alvo ou do tronco foi sensivelmente reduzida durante o teste, considera – se o teste concluído naquele ponto e o tempo de resistência foi gravado.

Os resultados desse estudo revelam que variações percentuais em 20-50 faixa Hz foram maiores do que em todos os outros e a taxa de mudança na potência, indicado pela inclinação foi maior também na faixa de 20-50 Hz. Além disso, 20-50 Hz banda teve uma mudança maior na potência do que a frequência mediana. A interpretação no espectro de potencia na frequência baixa do EMG aumenta com a fadiga de acordo com a carga.

Goulart *et al.* (2007) afirmam que durante uma partida de futebol inúmeros movimentos são realizados envolvendo um trabalho de força muscular importante e que alguns estudos analisaram a força muscular dos jogadores de futebol, porém os resultados dos mesmo tenham sido controversos principalmente quando analisada a força em relação função do posicionamento tático dos jogadores.

O objetivo desse estudo foi comparar o pico de torque (PT), o trabalho muscular total (TT), a potência máxima (PTM) e o índice de fadiga (IF) dos músculos flexores e extensores de joelho em jogadores de futebol de acordo com o posicionamento tático, sendo utiliza para avaliação o dinamômetro isocinético da marca Cybex, modelo Norm 6000 (CSMI USA).

A amostra incluiu 78 atletas jogadores de futebol, pertencente à categoria sub-20, organizados de acordo com posicionamento tático em campo de jogo: goleiros (n=7), zagueiros (n=14), laterais (n=16), volantes (n=11), meio campo

(n=14) e atacantes (n=16). A avaliação dos dados foi realizada por meio de estatística não paramétrica sendo os valores expressos em mediana e semi-amplitude interquartilica. Foi empregado teste de Kruskal-Wallis e teste U de Mann-Whitney quando encontrados valores significantes, com  $p < 0,05$ . Os coeficientes de correlação intraclasse encontrados foram de 0,95 a 0,98 para aos músculos flexores do joelho e 0,94 a 0,98 para os músculos extensores do joelho.

Antes de iniciar o protocolo, os sujeitos realizaram um trabalho de aquecimento por um período de 10 minutos em um ciclo ergômetro mecânico para membros inferiores (JOHNSON JPC- 5100, UK), utilizando carga de 0,5 kpm, com a cadência de pedaladas de 70 rpm. Após a realização dessa atividade, os indivíduos foram acomodados na cadeira do aparelho, na posição sentada, com inclinação do tronco de aproximadamente  $80^\circ$  e as coxas apoiadas no assento. O posicionamento do braço de alavanca do dinamômetro permaneceu paralelamente à perna do jogador com uma almofada de resistência fixa distalmente, alinhando o eixo do aparelho com o eixo do joelho.

A análise da força de flexores e extensores de joelho, começando pelo membro inferior direito, progredindo para o membro esquerdo. O protocolo de teste foi realizado em três séries sucessivas estabelecendo a seguinte ordem de velocidade:  $60^\circ/s$  com cinco repetições consecutivas e  $180^\circ/s$  e  $300^\circ/s$  com trinta repetições consecutivas. O tempo de intervalo entre as séries foi de 30 segundos. Para verificar os níveis de PT e TT foi adotada a velocidade de  $60^\circ/s$ , e para a PTM e IF a velocidade de  $300^\circ/s$ .

Os resultados desse estudo demonstraram que os músculos flexores do joelho apresentaram uma diminuição nos parâmetros avaliados (pico de torque, trabalho muscular total e da potência máxima) nos zagueiros em comparação às outras posições e um aumento no índice de fadiga dos laterais comparados aos atacantes. Nos músculos extensores de joelho, os goleiros tiveram uma diminuição do pico de torque e um aumento índice de fadiga comparado às demais posições. Aonde puderam concluir que o estudo realizado indicou a diferença na força entre posição de jogo, especialmente nos zagueiros, laterais e goleiros. Sugerindo que o posicionamento de nos jogadores durante a partida,

parece ter influência nos níveis de força isocinética em jogadores de futebol (GOULART *et al.*, 2007) .

Gonçalves (2011) verificou a fadiga do músculo vasto medial durante a contração isométrica sustentada por um minuto para a extensão do joelho, com 50% da contração isométrica máxima. Sendo utilizado um feedback visual projetado no monitor de um computador para que fosse mantida a contração muscular dentro do parâmetro de 50%. Os eletrodos foram posicionados no músculo vasto medial do membro inferior dominante, respeitando uma distância de 20 mm entre eles. Para a análise da contração isométrica voluntária máxima para extensão de joelho foi solicitado ao indivíduo que realizasse uma força máxima contra a alça acoplada a célula de carga, sensível as forças de tração, presa anteriormente ao tornozelo do indivíduo. Foi julgada a contração isométrica voluntária máxima, a maior força registrada num total de três contrações mantidas por 5 segundos com intervalo de 30 segundos de descanso entre elas. Os resultados desse estudo apontaram uma correlação da massa magra segmentar e total com a força máxima (quanto maior a massa magra, maior a força), mas não com os desfechos relacionados à resistência à fadiga nas 29 idosas avaliadas.

### 5.5. Composição Corporal

A avaliação da composição corporal permite qualificar os principais componentes estruturais do corpo (músculo, osso e gordura). O acúmulo elevado de gordura para determinada massa corporal é um fator de risco para diversas doenças, como o diabetes mellitus, a hipertensão arterial e a doença coronariana (RODRIGUES *et al.*, 2001).

Logo, quantificar a gordura corporal com o menor erro possível torna-se fundamental, levando a necessidade de desenvolver e validar técnicas para estimá-la, tais como: pesagem hidrostática, antropometria, bioimpedância elétrica, absorptometria de raio-X de dupla energia, pletismografia, entre outras (GLANER *et al.*, 2005).

As técnicas antropométricas têm sido utilizadas em todo mundo, por ter um baixo custo e por apresentar uma excelente fidedignidade aos resultados.

Fornecendo dados sobre medidas físicas e de composição corporal, é um método não invasivo, de fácil realização (GLANER *et al.*, 2005; MENEZES *et al.*, 2004). A antropometria utiliza medidas lineares, de massa, de diâmetros de perímetros e dobra cutânea. Tais medidas são usadas para se obter índices de massa corporal ou percentual de gordura - peso, estatura, massa corporal total e magra (GLANER *et al.*, 2005). O método de espessura de dobras cutâneas (EDC) tem se sobressaído, especialmente pela sua fácil aplicabilidade, pelo seu baixo custo operacional e por apresentar validade e fidedignidade. Sendo considerado um método duplamente indireto por ser organizado a partir dos pressupostos assumidos pela pesagem hidrostática, tendo sido considerado padrão ouro para os estudos da composição corporal em humanos possibilitando a avaliação da massa gorda e massa magra (CYRINO *et al.*, 2003).

A pesagem hidrostática é outra forma de prever o percentual de gordura do indivíduo. Fundamenta-se na correlação entre a densidade de um corpo com a densidade da água. Sendo gerado pelo princípio de Arquimedes, onde certo objeto quando imerso em líquido, perde um peso igual ao deslocado por este, determinando assim sua densidade (SALEM *et al.*, 2004).

O método de bioimpedância elétrica (BIA) é outra possibilidade de avaliar a composição corporal, sendo seus estudos iniciais feitos por Thomasett em 1962 (MIQUETO *et al.*, 2006). As características elétricas dos tecidos são estudadas desde 1871, mas somente em 1970 as bases da BIA foram descritos e, desde então, diferentes aparelhos foram postos no mercado (BRITTO *et al.*, 2008).

O princípio da bioimpedância é fundamentado na condutibilidade elétrica e no fato de que a massa corporal livre de gordura, com seu considerável conteúdo eletrolítico, tem uma condução muito maior que a gordura, permitindo assim o estabelecimento de uma relação entre resistência e massa livre de gordura (MIQUETO *et al.*, 2006 ; MIRANDA *et al.*, 2009). Trata-se de um método bastante utilizado na avaliação da composição corporal por ser um método relativamente barato, rápido, não invasivo e indolor, que se baseia na indução da corrente elétrica de baixa intensidade (500 a 800  $\mu$ A) através do corpo (MONTEIRO *et al.*, 2002). A impedância ou resistência ao fluxo da corrente é

medida através do analisador de BIA que é um aparelho tetrapolar, que usa quatro eletrodos para a avaliação. A água corporal total (ACT) pode ser avaliada pela impedância, porque os eletrólitos na água são excelentes condutores de corrente elétrica. Quanto maior o teor de água mais facilmente a corrente fluirá (BRITTO *et al.*,2008; SHAFER *et al.*,2008).

O tecido adiposo, que possui 80% de gordura, é um mal condutor de corrente elétrica e apresenta uma maior resistência (R). Já a massa corporal magra (MCM), que em circunstâncias estáveis contém 73% de água, apresenta uma menor resistência à passagem da corrente elétrica (BRITTO *et al.*, 2008).

A avaliação deve ser efetuada com o indivíduo deitado, membros afastados uns dos outros, dois eletrodos são posicionados no punho e dois no tornozelo, em um hemisfério, nesse momento, a corrente elétrica é aplicada e a queda de voltagem detectada por um aparelho (MIRANDA *et al.*, 2009).

Outro recurso utilizado para analisar a composição corporal é a Absortometria Radiológica de Dupla Energia - (DEXA), é uma técnica baseada na suposição de que o corpo é composto por três componentes, gordura, mineral ósseo e tecido magro, que apresentam diferentes densidades, sendo considerado um método de referência (FREGONASSE *et al* 2003;LAZZER *et al.*, 2005). O teste abrange uma análise total do corpo do indivíduo, o que proporciona uma estimativa completa da densidade óssea, massa de gordura e massa magra (MONTEIRO *et al.*,2002). Utiliza o raio X como a absortometria de fóton duplo que possui potência constante, com isso, a atenuação do tecido mole pode ser medida em vez de estimada sendo altamente confiável, apresentando erro padrão de estimativa para o tecido mineral total e para densidade mineral óssea de 50 g e < 0.01 g/cm<sup>2</sup>, ou 1.8% e 0,8%, respectivamente; e tem uma boa correlação para a percentagem de gordura corporal estimado por Pesagem hidrostática ( $r = 0,90$ ) (MONTEIRO *et al.*,2002; VERDICH *et al.*, 2010).

## 5.6. Avaliação do joelho com Osteoartrose

Osteoartrose (OA) do joelho também conhecida como gonartrose, trata-se de uma doença crônica que acomete a cartilagem articular, levando limitações nas atividades como, por exemplo, andar e subir escadas. Acomete especialmente os idosos (RAT *et al.*, 2005; KNOOP *et al.*, 2011).

A maioria dos instrumentos buscando avaliar funcionalidade de membros inferiores direciona-se para a verificação da qualidade de vida (QV) do indivíduo. No Brasil e no mundo questiona-se o conceito de QV, porque muitas das vezes confunde-se esse termo com estilo de vida, condições de vida e situações de vida. Outra discussão importante é sobre qual ou quais os instrumentos mais adequados para sua avaliação (PIMENTA *et al.*, 2008).

Os métodos de avaliação para qualidade de vida baseiam-se em informações qualitativas, que empregam técnicas biográficas de vida para impedir respostas estereotipadas e as quantitativas que convergem para a elaboração e validação de instrumentos multidimensionais. Nas duas situações, questionários auto-aplicáveis são apresentados ao próprio indivíduo, e as informações colhidas são comparadas. Atualmente são adaptados e aplicados como instrumentos para determinadas enfermidades (PIMENTA *et al.*, 2008).

Rat *et al.* (2005) desenvolveram o questionário de qualidade de vida para osteoartrose de joelho e quadril (OAKHQoL), com o objetivo de captar a percepção do paciente em relação a sua doença e com as propriedades psicométricas necessárias para uso no ensaios clínicos e estudos observacionais. Foram realizadas entrevistas individuais e discussão em grupo. Participaram desse processo 32 cuidadores e 96 pacientes. Um grupo de especialistas da saúde trabalhou de forma independente e então consensualmente utilizaram as transcrições das entrevistas para gerar um questionário de 46 itens. Os resultados das análises dos questionários preenchidos por pacientes com OA de quadril ou joelho resultou na exclusão de três itens (dois por causa da baixa confiabilidade e um por causa de uma baixa taxa de resposta).

Análise de componentes principais revelou quatro fatores: atividade física, saúde mental, funcionamento social, e Suportes sociais. A avaliação da escala

de dor foi individualizada. Os testes preliminares mostraram ser satisfatória a confiabilidade nas cinco dimensões (coeficientes de correlação intraclassa: 0,70-0,85), validade de construto foi adequada quando correlacionados com o SF36 (coeficientes de correlação de Spearman: 0,43-0,75), e a discriminação foi satisfatória. O OAKHQoL consiste de 43 itens em cinco dimensões e três itens independentes, sendo o primeiro instrumento específico de qualidade de vida para avaliar a OA de joelho e quadril. Seu desenvolvimento seguiu uma estratégia estruturada para garantir a validade do conteúdo, atendendo assim aos requisitos psicométricos de validade e confiabilidade.

Outro questionário utilizado para verificar a função do joelho é o Lysholm Knee scoring scale (pontuação da escala de Lysholm de joelho) traduzido e validado para língua portuguesa por Peccini *et al.* (2006). Esses autores selecionaram por conveniência 50 pacientes (29 homens e 21 mulheres com idade 38,7 anos) com diversas lesões no joelho (lesão ligamento cruzado anterior, lesão meniscal, Condromalácia e artroses). Em relação à reprodutibilidade e à concordância ordinal entre inter e intra-entrevistador, foram detectados excelentes coeficientes (variando de 0,8 a 1,0). A concordância nominal inter-entrevistadores foi boa (Kappa=0,7) e intra-entrevistador, excelente (Kappa = 0,8). No processo de validação, houve correlação do questionário com a escala numérica de dor ( $r = 0,6$ ;  $p = 0,001$ ). Outra correlação ocorreu com o questionário de Lequesne ( $r = 0,8$ ;  $p = 0,001$ ). As correlações entre o questionário e a avaliação global de saúde pelo paciente e pelo terapeuta apresentaram-se fracas e não significantes. As correlações entre o questionário Lysholm e o SF36 foram significantes nos aspectos físicos ( $r = 0,4$ ;  $p = 0,004$ ); de dor ( $r = 0,5$ ;  $p = 0,001$ ) e de capacidade funcional ( $r = 0,7$ ;  $p = 0,0001$ ). Com esses resultados a tradução e a adaptação cultural do questionário para a língua portuguesa apresentou reprodutibilidade e validade em pacientes com patologias na articulação do joelho.

No final dos anos 80, nos EUA, foi desenvolvido um novo instrumento de avaliação de qualidade de vida, o questionário Short Form-36 (SF-36) sendo empregado em várias circunstâncias com boa sensibilidade, eliminando o problema de distribuição excessiva das pontas de escala como excelente e muito ruim. Este instrumento foi traduzido e validado no Brasil para avaliar a

qualidade de vida em pacientes com artrite reumatóide e mostrou-se adequado às condições socioeconômicas e culturais da população brasileira, podendo ser utilizado em determinadas enfermidades, na qual a qualidade de vida e a função encontram-se comprometidas (CICONELLI *et al.*, 1999; PIMENTA *et al.*, 2008).

No Brasil, dois questionários algofuncionais são utilizados especificamente para indivíduos com osteoartrose de joelho e quadril visando analisar a qualidade de vida dos mesmos (FERNANDES *et al.*, 2002; MARX *et al.*, 2006). Segundo Fernandes *et al.* (2002), o questionário de WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), foi desenvolvido por Bellamy em 1982, que o introduziu em um estudo na Universidade McMaster, em Hamilton no Canadá, com a finalidade de organizar um instrumento de funcionalidade que aprimorasse a avaliação de procedimentos na osteoartrose, e, em 1988, esse mesmo autor expôs o WOMAC, um novo instrumento idealizado como um questionário específico para osteoartrose, com olhar tridimensional, avaliando dor, rigidez e atividade física.

Sua tradução e validação para a língua portuguesa foi realizada pelo método tradicional e pelo método simplificado, medido anteriormente com outros instrumentos de avaliação de qualidade de vida. Todas as questões foram consideradas aplicáveis não havendo necessidade de modificação em seu conteúdo na fase de tradução. Os questionários foram aplicados a 80 indivíduos com osteoartrose de joelho ou quadril através de sorteio, sendo que 42 indivíduos responderam o questionário tradicional enquanto 38 responderam o questionário simplificado. Em relação a análise da reprodutibilidade intra-observador e inter-observador, analisadas através do coeficiente de correlação intra classe, foi estatisticamente significativa, variando de 0,9066 a 0,9786 e de 0,7328 a 0,9787, respectivamente ( $p < 0,01$ ). A validade desse questionário foi examinada através da relação de cada um de seus domínios com outros instrumentos utilizados na avaliação de pacientes com osteoartrose.

Assim, para correlacionar o item dor, utilizou-se a escala visual analógica de dor e o domínio dor do índice de Lequesne para osteoartrose; em relação ao domínio rigidez articular foi correlacionada com o domínio rigidez articular do índice de Lequesne; e o domínio atividade física foi correlacionado com o

Questionário de avaliação de saúde (HAQ - Health Assessment Questionnaire) e com o domínio atividade física do índice de Lequesne.

Todas essas correlações foram estatisticamente significantes, porém a correlação mais considerável foi entre o domínio atividade física do WOMAC e o HAQ, 0,935 ( $p < 0,001$ ), e a menor correlação encontrada entre o domínio atividade física do WOMAC e a escala visual de dor em repouso, 0,425 ( $p < 0,05$ ). Portanto, pode-se confirmar que o questionário do WOMAC para a versão na língua portuguesa, tanto na forma tradicional, quanto na simplificada, é um instrumento reprodutível e válido, podendo ser utilizado na avaliação da qualidade de vida de pacientes com osteoartrose. Podendo ser observado que o método de tradução simplificado do questionário de qualidade de vida, apresentou menor custo de execução e menor tempo de realização.

Segundo Marx *et al.* (2006), o questionário de Lequesne foi elaborado na França nos anos 70 e publicado pela primeira vez nos anos 80. Sendo atualizado em 1997 e novamente revisado por Faucher *et al.* (2003). Composto de 11 questões sobre dor, desconforto e função, sendo seis questões sobre dor e desconforto distintas para joelho e outra para quadril, uma questão sobre distância a caminhar e quatro questões distintas para quadril ou joelho sobre atividades da vida diária. Sua pontuação altera de 0 a 24 (sem acometimento a extremamente grave, respectivamente).

Para sua tradução, validação e adaptação cultural na língua portuguesa o questionário original, publicado em língua inglesa, foi traduzido por três professores de inglês, e após, retraduzidos por outros três professores. Após essa fase, quatro fisioterapeutas se reuniram e comparando as traduções, elaboraram a primeira versão. Primeira etapa de sua aplicação foi realizada somente a 11 pacientes com diagnóstico de osteoartrite de joelhos e/ou quadris, sendo reconhecida plenamente pelos pacientes, que não referiram nenhum problema de compreensão. A versão definitiva foi então dirigida a outros 73 pacientes adotando os seguintes critérios de aplicação: uma vez pelo observador 1 (A1), no mesmo dia pelo observador 2 (A2) e uma semana mais tarde pelo observador 1 ou 2 (A3).

Os resultados demonstraram que para osteoartrite de joelhos, os indivíduos do pré-teste (10 de 11 avaliados) apresentavam idade média de 63

anos ( $\pm 9,3$ ) e dois eram homens. Sua nota média para o índice de Lequesne foi de 14,9 ( $\pm 5,1$ ). Já na aplicação da versão definitiva do questionário em 42 indivíduos, os mesmo apresentavam média de idade 67,5 anos ( $\pm 8,7$ ), cinco eram homens. Sua média para o índice de Lequesne foi para A1=11,9 ( $\pm 5,0$ ), para A2=12,1 ( $\pm 6,4$ ) e A3=11,3 ( $\pm 7,9$ ). A correlação intraclasse entre A1 e A2 foi de 0,99 e entre A1 e A3 foi de 0,99. O coeficiente de Pearson entre A1 e WOMAC dor foi de 0,800, WOMAC rigidez foi de 0,640 e WOMAC função foi 0,828, todas estatisticamente significantes.

Para os indivíduos com osteoartrite de quadris, na realização do pré-teste, três dos 11 avaliados apresentavam idade média de 67 anos ( $\pm 9,18$ ) e todos eram do sexo feminino. Sua nota média para o índice de Lequesne foi de 11,2( $\pm 5,86$ ). Os 37 indivíduos avaliados com a versão definitiva apresentavam idade em média 66,9 anos ( $\pm 9,01$ ). Sua média para o índice de Lequesne foi para A1=12,5( $\pm 5,6$ ), para A2=12,5 ( $\pm 5,7$ ) e A3=14,1 ( $\pm 6,3$ ). A correlação intraclasse entre A1 e A2 foi de 0,99 e entre A1 e A3 foi de 0,98. O coeficiente de Pearson entre A1 e WOMAC dor foi de 0,759, WOMAC rigidez foi de 0,659 e WOMAC função foi 0,851, todas também estatisticamente significantes.

A validação do questionário algofuncional de Lequesne para a língua portuguesa para a avaliação da osteoartrose de joelho e quadril foi obtida a partir dos resultados apresentado no seu processo de aplicação na população brasileira.

## 5.7. Dor

A dor é definida pela Sociedade Internacional para o Estudo da Dor (IASP) como uma experiência sensitiva emocional desagradável associada a prejuízo tecidual ou descrita em tais termos. Trata-se de uma manifestação subjetiva, que envolve mecanismos físicos, psíquicos e culturais (PEDROSO *et al.*, 2006).

Dellaroza *et al.* (2007) referem que a dor é compreendida como um elemento multifatorial. A lesão tecidual, aspectos emocionais, sócio - culturais e ambientais são fatores que compõem o elemento.

Booss *et al.* (2006) descrevem que a *Joint Commission on Accreditation on Healthcare Organizations* (JCAHO) divulgou norma que apresenta a dor como quinto sinal vital. Devendo ser sempre aferida e informada ao mesmo tempo em que são verificados os outros sinais vitais, para que exista conhecimento da conduta tomada, sua razão e seus resultados.

A dor pode ter implicações na qualidade de vida. Fatores como depressão, incapacidade física e funcional, dependência, afastamento social, mudanças na sexualidade, alterações na dinâmica familiar, desequilíbrio econômico, desesperança e outros, encontram-se integrados a quadros de dor, principalmente quando a mesma apresenta uma cronicidade (DELLAROZA *et al.*, 2007).

A mensuração é fundamental para a pesquisa científica. O conhecimento da natureza da medida da dor e das propriedades psicométricas das escalas de mensuração da dor é de fundamental importância tanto na teórica, na metodológica e na clínica (SOUSA *et al.*, 2005). Existem vários instrumentos para avaliar e mensurar a dor sendo eles:

- Unidimensionais, que avaliam a magnitude da intensidade da dor e são de rápida aplicação, utilizando as escalas - Escala Analógica Visual (EVA), Escala de Descritores Verbais (VDS), Escala Facial de Dor do Adulto, Escala Numérica de Dor - (SANTOS *et al.*, 2010).
- E as multidimensionais que, além de medir a intensidade da dor, abordam também outros aspectos da experiência dolorosa. São construídos para serem auto aplicados, porém um profissional poderá ajudar na aplicação (SANTOS *et al.*, 2010).

#### 5.8. Desempenho muscular, composição corporal, dor e funcionalidade em idosos – Estudos recentes.

Nos últimos anos pesquisas vêm sendo desenvolvidas para identificar associações entre vários aspectos da saúde dos idosos. Tanimoto *et al.* (2012) realizaram um estudo que teve como objetivo determinar a associação entre sarcopenia, força muscular, desempenho físico e nível de capacidade funcional na vida diária em japoneses idosos. Foram avaliados 1158 idosos com idade  $\geq$

65 anos. Para avaliar a massa muscular, foi utilizada a bioimpedância elétrica; para medir o desempenho muscular foi utilizada a força de preensão manual; a velocidade de caminhada habitual foi usada para avaliar o desempenho físico; e o Índice de Competência do Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology (TMIG-IC) e a Escala de Atividades Instrumentais da Vida Diária (IADL) foram utilizados para avaliar a capacidade funcional. A sarcopenia foi caracterizada nesse estudo por baixa massa muscular, baixa força muscular ou fraco desempenho físico; sendo identificada em 11,3% dos homens e 10,7% nas mulheres. A porcentagem da incapacidade avaliada pelo IADL foi de 39,0% para os homens e 36,6% para as mulheres com sarcopenia. Ao analisar a variável idade nos homens participantes desse estudo, a sarcopenia foi significativamente associada com a incapacidade de atividade instrumental da vida diária comparada com sujeitos normais e intermediários. Nas mulheres participantes do estudo, a sarcopenia foi significativamente associada com as sub-escalas de incapacidade do TMIG-IC, quando comparado àquelas normais e intermediárias. Esse estudo demonstrou uma associação significativa entre sarcopenia e incapacidade funcional em idosos japoneses. E que intervenções para prevenir a sarcopenia podem evitar um nível maior de incapacidade funcional entre esses sujeitos.

Muraki *et al.* (2013), através de um estudo de base populacional de coorte longitudinal, objetivou associar o desempenho muscular, doenças articulares e ósseas com quedas em homens e mulheres Japoneses. Participaram do estudo 452 homens e 896 mulheres com idade média de 63,9 anos  $\pm$  11,8. Foi utilizado um questionário para avaliar o número de quedas, nos últimos três anos. A força de preensão, tempo de caminhada de seis metros e o registro do tempo cinco elevações consecutivas do indivíduo da cadeira sem apoio das mãos, foram medidas utilizadas para avaliar o desempenho físico. Os critérios radiológicos de Kellgren Lawrence foram utilizados para avaliar a osteoartrose de joelho e coluna vertebral. As fraturas vertebrais foram avaliadas respeitando os critérios da Sociedade Japonesa de Pesquisa Mineral Óssea. A Osteoporose foi definida pela densidade mineral óssea através da utilização da absorptometria de raio-X de dupla energia (DEXA) baseado na Organização Mundial de Saúde. A avaliação da dor nos joelhos e na coluna vertebral foi avaliada por uma

entrevista. Os resultados desse estudo demonstraram que durante três anos de acompanhamento, 17,4% homens e 24,1% das mulheres reportaram pelo menos uma queda, 11,9% homens e 12,4% mulheres relataram múltiplas quedas. A dor no joelho, as fraturas vertebrais e o tempo de caminhada de seis metros foram os fatores de riscos que apresentaram uma associação maior para quedas múltiplas nas mulheres, mas não em homens. E o desempenho de levantar e se sentar da cadeira apresentou associação com múltiplas quedas em homens.

Jürschik *et al.* (2012) avaliaram através de um estudo transversal a prevalência da fragilidade e os fatores associados a mesma, em idosos com idade igual ou superior a 75 anos, de ambos os sexos realizado na cidade de Lleida, Espanha. Consideraram fragilidade uma síndrome multidimensional geriátrica caracterizada por um declínio na reserva fisiológica, sistema de multi-desregulamentação e perda de capacidades homeostáticas, resultando em uma deterioração progressiva, funcional e uma maior probabilidade de comprometimento a saúde. Foram avaliados 640 indivíduos, que responderam a pesquisa FRALLE entre 2009 e 2010. Esta pesquisa avalia a fragilidade através dos cinco critérios Fried *et al.* (2001) (diminuição da estatura, fraqueza, cansaço, lentidão e baixa atividade física) e por meio de perguntas sobre características sócio demográficas, em relação da saúde (hábitos, estado), as relações sociais e os dados sobre a saúde relacionada à qualidade de vida. Os resultados apresentados no estudo apontaram uma associação significativa da fragilidade à idade, aos sintomas depressivos, às comorbidades, ao comprometimento cognitivo, à baixa interação social e a função física debilitada.

Neto e Castro (2012) realizaram um estudo transversal, cujo objetivo foi comparar incapacidade funcional e qualidade de vida entre os idosos ativos e sedentários. Participaram desse estudo, 30 idosos com idade igual ou superior a 60 anos, de ambos os sexos que deambulavam de forma independente. Foram divididos em dois grupos (G1-ativos e G2-sedentários). Consideraram-se idosos ativos os indivíduos que realizavam atividade física no mínimo três meses. Para avaliar a capacidade funcional foi utilizada a medida de independência funcional (MIF) validada no Brasil por Riberto *et al.*(2004); o questionário de saúde de Nottingham (PSN), que quantifica a qualidade de vida, adaptado e validado por

Salmela *et al.*(2004) para a população idosa no Brasil. Ao correlacionar independência física e qualidade de vida o grupo 1 apresentou melhor resultado que o grupo 2. Os autores puderam concluir que a realização da atividade física é de suma importância para a manutenção de uma boa independência funcional e qualidade de vida de em idosos.

## 6. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo faz parte de um projeto de uma pesquisa maior, longitudinal, que tem como objetivo avaliar o impacto do fortalecimento muscular de membros inferiores na composição corporal, desempenho muscular, funcionalidade e dor em pacientes idosos com OA de joelho.

A presente dissertação fará a exposição dos dados transversais desse projeto maior, que terá continuidade no ano de 2013.

### 6.1. Amostra

Este estudo foi realizado no Laboratório de Análise do Movimento Humano do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), com pacientes do setor de fisioterapia do Centro Municipal de Reabilitação, no bairro do Engenho de Dentro, Rio de Janeiro, com idosos da região do grande Méier (Rio de Janeiro – RJ, CAPS 3.2). O recrutamento dos sujeitos para essa pesquisa foi realizado no setor de triagem do Centro Municipal de Reabilitação do Engenho de Dentro, por um fisioterapeuta, aonde os mesmos foram convidados a participar da pesquisa por meio de comunicação verbal pelo pesquisador principal, autor da presente dissertação. Para a etapa inicial do trabalho, não foi feito o cálculo do tamanho amostral, pois foram selecionados todos os pacientes que se enquadraram nos critérios de inclusão e exclusão desse projeto e aceitaram participar da pesquisa entre os meses de julho e outubro de 2012.

### 6.2. Critérios de inclusão

Sujeitos com 60 anos ou mais; de ambos os sexos, liberado pela equipe médica para tratamento fisioterapêutico; com diagnóstico médico confirmado de gonartrose uni e / ou bilateralmente de joelho; alfabetizados; com amplitude de movimento para flexão de joelho de pelo menos 90° e para extensão de joelho com uma redução máxima de 10°, confirmado pela avaliação goniométrica manual (CARCI, São Paulo, Brasil); grau um e dois da artrose segundo critérios clínicos e radiográficos do American College of Rheumatology (ZACARON *et al.*,

2006); a força muscular do quadríceps e posteriores de coxa (Ísquios tibiais) compatível com grau três (dentro da classificação da tabela de força) (KENDALL *et al.*, 2007); que não apresentaram contra indicações para realização de contração muscular isométrica; deambulação de forma independente; intensidade de dor referida de zero a quatro na escala numérica de dor (zero = sem dor e quatro = leve) (ZACARON *et al.*, 2006) no dia da avaliação; que não tivessem participado de nenhum programa para fortalecimento muscular nos últimos seis meses e que aceitaram participar voluntariamente da pesquisa.

### 6.3. Critérios de exclusão

Pacientes hipertensos não controlados e / ou que apresentassem alguma alteração clínica (diabetes mellitus, angina) que impedissem a realização de exercícios físicos; que apresentaram associado à gonartrose outra disfunção articular no joelho, tornozelo e coxofemoral que dificultassem a realização dos exercícios, assim como alguma alteração neurológica (Doença de Parkinson, pacientes acometidos por acidente vascular encefálico, neuropatias periféricas).

### 6.4. Critérios de interrupção da pesquisa

A qualquer indicação de alterações clínicas e/ou no quadro de dor que pudessem prejudicar a saúde dos sujeitos durante as avaliações, essas eram interrompidas.

### 6.5. Avaliações realizadas

Todos os pacientes passaram por uma anamnese inicial para identificar os critérios de elegibilidade para o estudo e para a caracterização geral da amostra (Anexo1). As avaliações foram realizadas no Laboratório de Análise do Movimento Humano da UNISUAM e os procedimentos estão descritos a seguir.

### 6.5.1. Composição corporal

Para a avaliação da composição corporal foi utilizado o teste de bioimpedância com o aparelho Bioimpedance Analyzer BIA 310 e -Biodynamics - Seattle, Washington, USA, com o objetivo de analisar a composição corporal total e segmentar (membros inferiores). A análise foi realizada na seguinte ordem:

- 1ª) Corpo inteiro.
- 2ª) Membro inferior dominante.
- 3ª) Membro inferior não dominante

Os indivíduos avaliados foram posicionados em decúbito dorsal com abdução dos braços a 30° e abdução de coxo femoral a 45°. Para a limpeza da pele utilizou-se álcool hidratado. Foram utilizados eletrodos descartáveis (3M), com tratamento de Ag/AgCl e de poliéster siliconado, fabricado em São Paulo, Brasil. Os mesmos foram aplicados em pares nas seguintes regiões:

1ª) Para a avaliação de corpo inteiro, nas regiões do dorso da mão direita e do pé direito;

2ª) Para a avaliação segmentar, nas regiões da espinha ilíaca ântero superior e dorso do pé, ambas no lado avaliado (BRACCO et al., 1996).

Após um período de descanso do indivíduo de cinco minutos, foi aplicada uma corrente elétrica imperceptível e anotações foram realizadas verificando os valores de reatância e resistência. Para o cálculo da massa livre de gordura, utilizou-se a equação de Kyle *et al.* (2001), um vez que compreende uma ampla faixa de idade em sua validação (18 a 94 anos):  $-4,104 + 0,518 \times E^2/R + 0,231 \times MCT + 0,130 \times Xc + 4,229 \times \text{sexo}$ , onde E = estatura (cm), R = resistência ( $\Omega$ ), MCT = massa corporal total (kg), Xc = reatância ( $\Omega$ ) e sexo = 0 para mulheres e 1 para homens.

### 6.5.2. Teste de Força e Resistência à Fadiga Muscular Isométrica

O teste de força e resistência à fadiga muscular foi associado à utilização de três recursos: estação de musculação EMK 1500 (Kenkorp, São Paulo, Brasil), um eletromiógrafo de superfície EMG-810 (EMG system do Brasil LTDA, São Paulo, Brasil), e um dinamômetro de tração DIN\_TRO (EMG System do Brasil LTDA, São Paulo, Brasil). Para a avaliação da força, utilizou-se o dinamômetro. A posição do avaliado era sentada, com o joelho a 90°, sendo solicitado ao paciente que realizasse três extensões isométricas máximas do joelho por cinco segundos com descanso de 30 segundos entre cada tentativa. A partir do maior valor atingido (CIVM – contração isométrica voluntária máxima), selecionou-se 50% dessa carga como meta para que o avaliado realizasse uma contração isométrica do joelho por um minuto (para avaliar a resistência à fadiga). Para auxiliar o avaliado na realização do nível de força solicitado, um *feedback* visual mostrando uma faixa colorida em azul com a margem de 10% para cima e para baixo do valor calculado foi apresentado através de um monitor do computador.

A análise de fadiga muscular foi realizada pela atividade elétrica muscular através de eletrodos colocados no vasto medial, seguindo as recomendações do grupo SENIAM (HERMENS *et al.*, 1999), no membro afetado pela artrose. A distância entre os eletrodos foi de 20 mm, e o eletrodo de referência foi colocado no maléolo medial contralateral. Eletrodos diferenciais ativos (ganho de 20x) foram usados para coletar os sinais de EMG dos eletrodos de superfície para o conversor A/D. A frequência de amostragem foi de 1000 Hz e os sinais foram amplificados com ganho de 2000x. Foi aplicado um filtro passa banda de Butterworth (2ª ordem, bidirecional) entre as frequências de 5 e 450Hz. A análise do sinal coletado durante a contração isométrica de um minuto foi realizada offline. Os parâmetros calculados foram: Raiz Média Quadrática (Root Mean Square - RMS), relacionada ao número de unidades motoras ativas (amplitude do sinal); e a Frequência Mediana (FM), relacionada aos disparos de potencial de ação das fibras em contração. Foram calculadas as taxas de incremento ou diminuição desses valores durante todo o platô de contração isométrica mantida através de regressão linear. Os coeficientes de angulação encontrados foram

denominados Slope RMS e Slope FM, respectivamente. Os sinais foram armazenados e analisados no software SuiteMYO (PhD<sup>2</sup> Consultoria e Sistemas Ltda, RJ, Brasil). Após a realização do protocolo, foi avaliado o nível de percepção de esforço pela escala de Borg, que é uma escala numérica e visual, que classifica o esforço percebido em valores que vão de 0 (zero) e a 10 (dez) (BORG, 1998). O protocolo utilizado para avaliação de força e fadiga muscular foi baseado na literatura atual (SILVA e GONÇALVES, 2003; GONÇALVES e SILVA, 2007) e vem sendo amplamente adotado nos projetos de pesquisa do Mestrado em Ciências da Reabilitação da UNISUAM.

### 6.5.3. Funcionalidade do paciente com OA de joelho

O questionário de WOMAC foi aplicado para avaliar dor, rigidez e atividade física na sua forma tradicional com 24 questões (Anexo 2). A opção por esse instrumento se deu após uma revisão bibliográfica de 21 artigos (08 artigos nacionais e 13 artigos internacionais) sobre questionários funcionais utilizados nos indivíduos portadores de OA de joelho, sendo o WOMAC aplicado na maioria dos estudos pesquisados, além ser de fácil entendimento e compreensão (ALEXANDRE *et al.*,2008; BAE *et al.*,2001; BELLAMY *et al.*, 2011;DAWSON *et al.*, 2005; DIAS *et al.*,2008;FAUCHER *et al.*,2003; FERNANDES *et al.*, 2002; GHROUBI *et al.*, 2005; GUERMAZI *et al.*,2004; LEUNING *et al.*,2008; MARSHALL *et al.*,2008; MARX *et al.*, 2006; MASCARENHAS *et al.*, 2010; RODRIGUES *et al.*,2006; SALAFFI *et al.*,2003; SILVA *et al.*,2008; TÜZÜN *et al.*,2005; VASCONCELOS *et al.*,2006; VATH *et al.*, 2008;VINCENT *et al.*,2007; Xie *et al.*,2007).

A funcionalidade foi quantificada pelo escore percentual constituído pelos três domínios investigados, mas os escores percentuais específicos para cada domínio, também foram avaliados separadamente.

#### 6.5.4 Avaliação da dor.

Nesse estudo, a Escala Numérica de Dor foi empregada. O indivíduo indica sua dor numa escala de 0-10, com 0 representando “nenhuma dor” e 10 “a pior dor imaginável”. Os participantes foram questionados quanto o nível de dor em movimento, noturno, em repouso e no momento da avaliação, sendo essa última usada apenas para verificar os critérios de elegibilidade da amostra (Anamnese - Anexo 1).

#### 6.6. Questões Éticas

Todos os indivíduos que participaram desse estudo assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 3) e a presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa institucional (CAAE: 03105612.5.0000.5235) e cadastrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos – ReBEC - (UTN: U1111-1131-4211). As condutas adotadas respeitaram as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, e a divulgação dos resultados resguarda sempre a privacidade dos participantes do estudo (não foram publicados os nomes, apenas os resultados do grupo como um todo).

O presente estudo observou possíveis riscos quanto à sua execução:

- Contração muscular excessiva, podendo resultar em dores musculares e articulares caso o indivíduo ultrapassasse seu próprio limite de esforço e a tolerância aos exercícios;
- A ocorrência de transtornos mioarticulares mais severos;
- Alteração na pressão arterial (PA) e ou no estado clínico geral.

Considerando os possíveis riscos acima, não houve efeito adverso nas coletas de dados realizadas.

## 6.7. Análise Estatística

A distribuição dos dados foi verificada através do teste Kolmogorov Smirnov. Como as variáveis principais apresentaram distribuição normal, foram selecionadas abordagens paramétricas para as análises. Os dados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão, e a associação entre as variáveis foi representada pelo coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), com o valor de  $p$  associado. Todas as análises e gráficos foram feitos no programa SPSS (versão 13.0), considerando como significativas às análises cujos valores de  $p \leq 0,05$ .

**7 – MANUSCRITO SUBMETIDO**

## Artigo Original

Desempenho muscular, composição corporal, dor e funcionalidade em idosos com gonartrose

Correlation between muscle performance, body composition, pain and function in older adults with osteoarthritis of the knee

Autores: Wagner Teixeira dos Santos<sup>1</sup>, Érika de Carvalho Rodrigues<sup>2</sup>, Míriam Raquel Meira Mainenti<sup>2</sup>.

1. Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM) e Universidade Gama Filho (UGF).
2. Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação, Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM).

Trabalho realizado no Laboratório de Análise do Movimento Humano de Centro Universitário Augusto Motta, Bonsucesso, RJ, Brasil.

Autor de correspondência: Míriam Raquel Meira Mainenti

Endereço: Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

Praça das Nações, 34, 3º andar – Bonsucesso – Rio de Janeiro – Brasil

Cep: 21.041-021- Telefone: (21) 9644-7951; e-mail: miriam.mainenti@hotmail.com

**Resumo:**

A osteoartrose (OA) do joelho está associada à dor, rigidez articular e diversas limitações nas atividades funcionais. O objetivo desse estudo foi correlacionar desempenho muscular, composição corporal, dor e funcionalidade em idosos com gonartrose. Métodos: 21 idosos foram submetidos à bioimpedância elétrica, dinamometria associada à eletromiografia (EMG) na extensão isométrica do joelho, e responderam à Escala Numérica de Dor e ao questionário de OA Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC). As correlações foram verificadas através do coeficiente de correlação de Pearson. A amostra apresentou  $67,36 \pm 4,21$  anos, percentual de gordura de  $40,57 \pm 6,15$  %, o escore geral de WOMAC de  $43,27 \pm 16,32$  %, e a força isométrica máxima para extensão de joelho de  $19,95 \pm 6,99$  kgF. Dor ao movimento mostrou associação significativa com o domínio de atividade física ( $r=0,47$ ) e geral ( $r=0,51$ ) do WOMAC; dor noturna mostrou correlação positiva significativa com o domínio de rigidez do WOMAC ( $r=0,55$ ), além de correlação negativa com os valores de slope da Frequência Mediana da EMG ( $r = -0,57$ ). Conclusão: a intensidade da dor está correlacionada à incapacidade funcional dos indivíduos idosos com OA de joelho e a um acontecimento mais expressivo dos sinais de fadiga evidenciados pela EMG (Nível de evidência III).

Descritores: Osteoartrose, dor, força muscular, fadiga muscular, joelho, idosos.

**Abstract:**

Knee osteoarthritis (OA) is associated with pain, stiffness and many limitations in functional activities. The purpose of this study was to correlate muscular performance, body composition, pain and joint function in elderly people with gonarthrosis. Method: 21 elderly were submitted to bioelectrical impedance analysis, dynamometry associated with electromyographic (EMG) evaluation of isometric knee extension, in addition to the report of pain by the Numeric Pain Intensity Scale and of function, by the Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC) OA questionnaire. The correlations were checked by the Pearson correlation coefficient. Results: the sample's characteristics were  $67.36 \pm 4.21$  years, body fat percentage of  $40.57 \pm 6.15$  %, total score in WOMAC of  $43.27 \pm 16.32$ %, and maximum strength of  $19.95 \pm 6.99$  kgF. Pain during movement showed a statistical association with WOMAC physical activity domain ( $r=0.47$ ) and its general score ( $r=0.51$ ); pain intensity at night presented association with WOMAC stiffness domain ( $r=0.55$ ), in addition to the negative correlation with the slope values of the Medium Frequency of the EMG signal ( $r = - 0,57$ ). Conclusion: pain intensity is correlated to functional incapacity of elderly people with knee OA and to a greater expression of fatigue in EMG signal.

**Keywords:** Osteoarthritis, pain, muscular strength, muscular fatigue, knee, elderly.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, houve um importante aumento na expectativa de vida das pessoas de países desenvolvidos e subdesenvolvidos. Kurek et al.<sup>1</sup> verificaram que o número de idosos aumenta em uma proporção maior em relação às pessoas que nascem, fazendo com que o processo de envelhecimento seja considerado um aspecto relevante pelo poder público e pela sociedade de diversos países. À medida que o homem envelhece, o seu estado geral de saúde passa por diversas transformações; entre elas, o aumento do risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (hipertensão arterial, diabetes mellitus, cardiopatias), de disfunções osteomioarticulares, declínio da potência sexual, diminuição da capacidade orgânica, entre outros.<sup>2</sup>

Dentre as doenças que acometem a função articular entre os idosos, a osteoartrose (OA), doença degenerativa também conhecida com osteoartrite, é a que mais acomete o aparelho locomotor<sup>3,4</sup>. Estima-se que 4% da população brasileira idosa apresente OA, sendo o joelho a segunda articulação mais acometida pela doença, com 37% dos casos.<sup>5</sup> A OA do joelho apresenta como características clínicas: deformidades ósseas, dor, rigidez à movimentação, diminuição ou perda da função articular, diminuição da massa, da força e da resistência muscular, conseqüentemente levando a limitações nas atividades de vida diária.<sup>3,4</sup>

Dentre as características clínicas citadas anteriormente, a diminuição da força e a ocorrência de fadiga muscular precoce, principalmente da musculatura extensora do joelho, é a segunda maior queixa relatada pelos indivíduos idosos com o diagnóstico de gonartrose, ficando apenas atrás da queixa da dor.<sup>3</sup> No entanto, a existência de relação entre esses sintomas não está completamente estabelecida.

Um estudo recente correlacionou o desempenho dos músculos flexores e extensores do joelho em um dinamômetro isocinético e os domínios dor, rigidez e funcionalidade do Questionário Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) em um estudo transversal em idosas com OA de joelho. O estudo concluiu que uma menor força e resistência muscular e a presença de desequilíbrio dos músculos do joelho correlacionaram-se inversamente com todos os domínios do WOMAC<sup>6</sup>. Entretanto, não foram encontrados outros estudos que corroborassem tal achado, mesmo avaliando outros tipos de contração muscular, como a isotônica ou isométrica, que são mais utilizadas nas atividades da vida diária. Além disso, faz-se necessário conhecer os níveis de força e resistência muscular, bem como quantificar o sintoma dor (tanto ao movimento quanto em repouso) e a funcionalidade em pacientes com OA. Poucos são os estudos que apresentam esses dados e correlacionam o comportamento muscular com as variáveis subjetivas de dor e função.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo quantificar o desempenho muscular isométrico, a composição corporal, os níveis de dor e funcionalidade em idosos com OA de joelho, além de verificar a existência de associação entre as medidas objetivas de força e fadiga muscular com as variáveis subjetivas de função articular e dor.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Trata-se de um estudo transversal, realizado no Laboratório de Análise do Movimento Humano do Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM-RJ), em idosos com diagnóstico médico de gonartrose unilateral ou bilateral. O recrutamento dos voluntários para essa pesquisa foi realizado no setor de triagem do Centro Municipal de Reabilitação do Engenho de Dentro – RJ, a partir de convites para a participação na

pesquisa por meio de comunicação verbal, entre julho e outubro de 2012. O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa institucional (CAAE: 03105612.5.0000.5235) e todos os pacientes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido antes de ingressar no estudo. Todas as avaliações foram realizadas no mesmo dia. O paciente era submetido a um exame físico, para obter informações sobre o estado clínico e geral do paciente. Foram mensurados o arco de movimento para flexão e extensão do joelho (goniômetro manual CARCI, São Paulo, Brasil) e grau o de força muscular manual utilizando os critérios de Kendall et al.<sup>7</sup> do membro inferior acometido. Em casos de OA bilateral, foi analisado o joelho que apresentava maior intensidade de dor. Em seguida, foi aplicado o questionário algo funcional de WOMAC e foram realizadas as seguintes medidas: antropometria, bioimpedância elétrica total e segmentar de membros inferiores, força e resistência à fadiga muscular, conforme detalhado posteriormente.

### **Participantes**

Participaram do estudo idosos que atendiam os seguintes critérios de inclusão: idade igual ou superior a 60 anos; alfabetizados; de ambos os sexos; liberação pela equipe médica para tratamento fisioterapêutico; com diagnóstico médico confirmado de osteoartrose de joelho uni e/ou bilateral, grau um e dois segundo critérios clínicos e radiográficos do American College of Rheumatology;<sup>3</sup> amplitude de movimento para flexão de joelho de pelo menos 90° e para extensão de joelho com uma redução máxima de 10°, confirmada pela avaliação goniométrica (CARCI, São Paulo, Brasil); força dos músculos quadríceps e ísquios tibiais a partir do grau três dentro da classificação da tabela de força manual;<sup>7</sup> deambulação independente; intensidade de dor referida de zero a quatro na escala numérica de dor (zero = sem dor e quatro = leve)<sup>3</sup> no dia da avaliação;

que aceitaram participar voluntariamente da pesquisa e que não tinham participado de nenhum programa para fortalecimento muscular nos últimos seis meses. Foram excluídos os voluntários que apresentassem: hipertensão arterial e/ou cardiopatias não controladas, diabetes mellitus, doenças neurológicas, marcha anormal, disfunções em outras articulações do corpo que dificultassem a realização de exercício físico.

## **Avaliações**

### *Medidas antropométricas*

As medidas antropométricas realizadas foram massa corporal total (MCT; Kg), estatura(m) e comprimento dos membros inferiores. Para a medida da MCT e da estatura foi utilizada a balança analógica (0,1 kg) com estadiômetro (0,005m) acoplado (R110, Welmy, Santa Bárbara do Oeste, São Paulo, Brasil). Para verificar o comprimento dos membros inferiores, foi utilizada uma fita métrica (Terrazul, Cambuci, São Paulo, Brasil), posicionada entre os pontos anatômicos espinha íliaca ântero superior e bordo inferior do maléolo tibial.<sup>8</sup>

### *Composição corporal*

Para avaliar a composição corporal foi utilizado o método de bioimpedância elétrica tetrapolar, através do analisador de bioimpedância BIA 310e (Biodynamics - Seattle, Washington, USA), que produz uma corrente elétrica alternada, na frequência de 50khz, imperceptível ao ser humano. Essa análise foi realizada em duas abordagens: corpo total e segmentar de membro inferior. Para a bioimpedância de corpo total os eletrodos foram colocados nas regiões do dorso da mão direita e do pé direito<sup>9</sup> e para a avaliação segmentar a mesma foi realizada bilateralmente e os eletrodos colocados nas

regiões da espinha ilíaca ântero superior e maléolo medial.<sup>8</sup> Para verificar a massa livre de gordura foi utilizada a equação de Kyle et al. (2001):  $-4,104 + 0,518 \times E^2/R + 0,231 \times MCT + 0,130 \times Xc + 4,229 \times \text{sexo}$ , onde E = estatura (cm), R = resistência ( $\Omega$ ), MCT = massa corporal total (kg), Xc = reatância ( $\Omega$ ) e sexo = 0 para mulheres e 1 para homens. Para a estimativa da massa magra segmentar, foi calculada a razão entre o quadrado do comprimento e a resistência do membro inferior ( $\text{Compr}^2/R$ ), que em estudo anterior apresentou correlação com a massa magra local.<sup>9</sup>

### *Força e Fadiga Muscular*

O teste de força e resistência à fadiga muscular foi associado à utilização de três recursos: estação de musculação EMK 1500 (Kenkorp, São Paulo, Brasil), um eletromiógrafo de superfície EMG-810 (EMG system do Brasil LTDA, São Paulo, Brasil), e um dinamômetro de tração DIN\_TRO (EMG System do Brasil LTDA, São Paulo, Brasil). Para o teste de força, com o joelho a 90°, foi solicitado ao paciente que realizasse três extensões isométricas máximas do joelho por cinco segundos com descanso de 30 segundos entre cada tentativa. Foi escolhido o máximo valor atingido (CIVM – contração isométrica voluntária máxima), e a partir desse selecionou-se 50% dessa carga como meta para que o avaliado realizasse uma contração isométrica do joelho por um minuto. Para auxiliar o avaliado na realização do nível de força solicitado, um *feedback* visual mostrando uma faixa em azul com a margem de 10% para cima e para baixo do valor calculado foi apresentado através de um monitor do computador. A análise de fadiga muscular foi realizada pela eletromiografia de superfície (EMG). Os eletrodos foram posicionados sobre o músculo vasto medial do membro inferior que apresentou um maior comprometimento pela artrose seguindo as recomendações do grupo SENIAM.<sup>10</sup> A distância entre os eletrodos foi de 20 mm, e o eletrodo de referência foi colocado sobre o

maléolo medial contralateral. Eletrodos diferenciais ativos (ganho de 20x) foram usados para coletar os sinais de EMG dos eletrodos de superfície para o conversor A/D. A frequência de amostragem foi de 1000 Hz e os sinais foram amplificados com ganho de 2000x. Foi aplicado um filtro passa banda de Butterworth (2ª ordem, bidirecional) entre as frequências de 5 e 450Hz. A análise do sinal coletado durante a contração isométrica de um minuto foi realizada offline. Os parâmetros calculados foram: Raiz Média Quadrática (Root Mean Square - RMS), relacionada ao número de unidades motoras ativas (amplitude do sinal); e Frequência Mediana (FM), relacionada aos disparos de potencial de ação das fibras em contração. Foram calculadas as taxas de incremento ou diminuição desses valores durante todo o platô de contração isométrica mantida através de regressão linear. Os coeficientes de angulação encontrados foram denominados Slope RMS e Slope FM, respectivamente. Os sinais foram armazenados e analisados no software SuiteMYO (PhD<sup>2</sup> Consultoria e Sistemas Ltda, RJ, Brasil). taxa de aumento da Após a realização do protocolo, foi avaliado o nível de percepção de esforço pela escala de Borg, que é uma escala numérica e visual, que classifica o esforço percebido em valores que vão de 0 (zero) nenhum e a 10 (dez) máximo.<sup>11</sup>

#### *Funcionalidade de Membros Inferiores*

Nesse estudo foi utilizado o Questionário de WOMAC - Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, validado para a língua portuguesa (Brasil) por Fernandes.<sup>12</sup> Esse instrumento busca avaliar a dor, a rigidez articular e atividade física em pacientes com osteoartrose de joelho e quadril, sendo composto por 24 questões. Os domínios recebem pontos que variam de 0 a 20 (dor), 0 a 8 (rigidez) e 0 a 68 (atividade física). Para a análise foi verificado o escore percentual para cada domínio e para o instrumento como um todo.<sup>6,12</sup> Quanto maior o escore, pior a avaliação do

participante. Outra medida utilizada para a avaliação da intensidade da dor foi a escala numérica, que varia de 0 a 10 pontos.<sup>13</sup> O voluntário foi questionado quanto a dor durante movimentos cotidianos, em repouso e durante a noite, com foco nas últimas 72 horas, além da percepção de dor no momento da avaliação.

### **Análise Estatística**

A distribuição dos dados foi verificada através do teste Kolmogorov Smirnov. Como as variáveis principais apresentaram distribuição normal, foram selecionadas abordagens paramétricas para as análises. Os dados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão, e a associação entre as variáveis foi representada pelo coeficiente de correlação de Pearson (r), com o valor de p associado. Todas as análises e gráficos foram feitos no programa SPSS (versão 13.0), considerando como significantes as análises cujos valores de  $p \leq 0,05$ . Foi considerada correlação positiva forte valores entre 0,70 a 1, moderada 0,30 a 0,70 e fraca 0 a 0,30, e correlação negativa forte valores entre - 0,70 a - 1, moderada - 0,30 a - 0,70 e fraca 0 a - 0,30<sup>14</sup>.

## **RESULTADOS**

A amostra do estudo foi composta de 21 idosos: sendo 18 mulheres, com idade média  $67,36 \pm 4,21$  anos (Tabela 1). A composição corporal dos participantes, bem como o desempenho muscular no teste de força máxima e resistência à fadiga estão dispostos na Tabela 2.

Os domínios de dor, rigidez e atividade física do WOMAC apresentaram valores médios de  $43,40 \pm 16,50$ ,  $45,45 \pm 26,03$  e  $42,90 \pm 18,02$  %, respectivamente. O escore geral médio foi de  $43,27 \pm 16,32$  %. Em relação à Escala Numérica de Dor, os pacientes relataram um valor médio de  $5,57 \pm 2,60$  para dor ao movimento;  $2,81 \pm 2,52$  para dor noturna; e  $1,66 \pm 2,78$  para dor ao repouso.

Foram evidenciadas associações moderadas para a escala numérica de dor em movimento e o domínio de atividade física e o escore geral do WOMAC (Tabela 3). Os valores atribuídos à escala numérica de dor noturna apresentaram correlação moderada com o domínio de rigidez do WOMAC, além da correlação negativa com os valores de slope da Frequência Mediana, associada à fadiga (Tabela 3).

Outro resultado significativo foi a identificação de correlações moderadas entre idade e o domínio de dor do WOMAC ( $r = 0,46$ ;  $p = 0,03$ ), e o escore geral do WOMAC ( $r = 0,41$ ;  $p = 0,05$ ). Além dessas associações, foi observada uma correlação moderada entre a massa magra e a CIVM ( $r = 0,48$ ;  $p = 0,04$ ).

Em relação ao escore total do WOMAC, foram encontradas correlações fracas com os valores da CIVM, do Slope RMS e do Slope FM (Tabela 3).

## **DISCUSSÃO**

Os pacientes estudados apresentaram arco de movimento médio para flexão ( $113,55^\circ$ ) e extensão ( $171,95^\circ$ ) de joelho abaixo dos valores de referência citados por Charro *et al.*<sup>15</sup> ( $140^\circ$  e  $180^\circ$ , respectivamente). O IMC médio encontrado ( $32,36 \text{ kg/m}^2$ ) classifica a amostra em Obesidade grau 1.<sup>16</sup> A média da gordura relativa da amostra é

menor do que a mediana encontrada por Mainenti *et al.*<sup>17</sup> em uma amostra de idosos fisicamente ativos (40,6 vs. 44,3), mas ainda considerada uma amostra obesa, segundo classificação adotada por Deurenberg *et al.*<sup>18</sup> > 35% para mulheres e > 25% para homens, independente da idade.

O valor médio da CIVM para o movimento de extensão de joelho encontrado nesse estudo (19,95 kgF) apresentou-se próximos aos encontrados por Becker *et al.*<sup>19</sup> em joelhos não operados de pacientes com osteoartrite (14,52 kgF), porém substancialmente maiores do que aqueles observados por Pap *et al.*<sup>20</sup> em pacientes com mais de 60 meses de sintomas da osteoartrite (7,84 kgF). O valor médio do slope para RMS (0,631) e para FM (-0,446) demarcaram um processo de fadiga mais intenso do que o apresentado por Gonçalves e Silva<sup>20</sup> (0,21 e -0,09, respectivamente), em uma amostra de adultos jovens (19,7 anos). Não foram encontrados trabalhos que fizessem esse mesmo tipo de análise em idosos. Em relação aos domínios do WOMAC, os valores médios do presente estudo (43,27%) foram bastante próximos àqueles encontrados por Fernandes<sup>12</sup> (41,54%), em indivíduos na faixa etária de 40 a 80 anos de idade, e por Santos *et al.*<sup>6</sup> (46,64%), em pacientes com artrose de membros inferiores acima dos 65 anos de idade .

Foley *et al.*<sup>22</sup> realizaram um estudo transversal com idosos de ambos os sexos, com idade média de  $62.5 \pm 7,4$  anos. Para avaliar os riscos de quedas em idosos foi utilizado uma curta Avaliação do Perfil Fisiológico (Prince of Wales Medical Research Institute). Os resultados encontrados nesse estudo mostraram associação significativa entre a dor e a capacidade funcional como preditivo fator de risco para quedas nos idosos.

O fato dos dados não demonstrarem associação entre desempenho muscular e o escore total de WOMAC pode ser em virtude do tipo de contração frequentemente utilizado no cotidiano desses idosos ser o isotônico e não o isométrico, o qual foi avaliado

no presente estudo. Entretanto, o pequeno tamanho amostral também pode ter influenciado essa análise.

Hunt et al.<sup>23</sup> verificaram a relação da força do músculo quadríceps e a carga de impacto durante a marcha nos sujeitos com osteoartrite de joelho. Os resultados desse estudo também não indicaram nenhuma relação significativa entre a função do quadríceps e a sustentação da carga de impacto, sugerindo que a eficácia de um trabalho de reforço muscular deveria ser investigada.

Santos et al.<sup>6</sup> avaliaram 80 idosas (71,2 ±5,3 anos) com diagnóstico clínico de OA de joelho e encontraram uma correlação inversa entre todos os domínios do WOMAC e o desempenho muscular isocinético dos extensores e flexores de joelho, sugerindo que os indivíduos avaliados apresentaram resistência muscular reduzida e um impacto negativo nos domínios de dor, rigidez e principalmente na função articular.

A correlação negativa moderada entre dor noturna e slope da frequência mediana da ativação elétrica muscular ( $r = -0,57$ ) encontrada no presente estudo destaca que a dor pode influenciar na inibição dos disparos eferentes para as fibras musculares, uma vez que é sabido que a frequência mediana está relacionada à taxa de disparos de potencial de ação na musculatura e que a taxa de redução dos disparos (com consequente redução da frequência mediana) está associada à fadiga.<sup>24</sup>

O sistema músculo esquelético é um dos mais afetados pelo envelhecimento, principalmente com o desenvolvimento de doenças degenerativas, que comprometem a capacidade funcional e, conseqüentemente, à qualidade de vida.<sup>25</sup> Tal afirmativa justifica a correlação encontrada nesse estudo entre a idade, o domínio dor e o escore geral do WOMAC.

Ao correlacionar massa magra e contração isométrica voluntária máxima foi observado que quanto maior a massa magra, melhor o desempenho muscular,

corroborando o estudo de Orsatti et al.<sup>26</sup>, que verificaram, em 52 mulheres, sedentárias, com idade entre 40 e 70 anos, essa mesma relação entre massa magra e força muscular. Carmeli et al.<sup>27</sup> mostraram uma forte relação entre o estado pré-sarcopenia e sarcopenia. Eles afirmam também que a alteração da força muscular do quadríceps é uma medida relacionada com a idade muscular e está fortemente associado com o declínio físico e funcional.

O presente estudo apresenta algumas limitações, como o pequeno tamanho amostral e a realização apenas de contrações isométricas nas avaliações de desempenho muscular. Entretanto, a análise de fadiga muscular pelo comportamento da raiz média quadrática e da frequência mediana do sinal mioelétrico em idosos ainda é bastante escassa na literatura, valorizando os achados do presente estudo e encorajando a realização de mais estudos nessa área.

## CONCLUSÃO

Valores médios da amostra estudada apontam para um grupo com alta adiposidade corporal, alta expressão de fadiga e funcionalidade de membros inferiores similar aos estudos da literatura. As medidas objetivas de força e fadiga muscular não se mostraram associadas às variáveis subjetivas de função articular (WOMAC), mas sim com aquelas relacionadas dor nos pacientes com osteoartrose de joelho. Além disso, os valores atribuídos a essa escala e a alguns domínios do WOMAC também se correlacionaram de forma positiva. A intensidade da dor está correlacionada à incapacidade funcional dos indivíduos idosos com OA de joelho e a um acontecimento mais expressivo dos sinais de fadiga, verificado pelo comportamento da Frequência Mediana do sinal de EMG.

## REFERÊNCIAS

- 1- Kurek S, Rachwal T. Development of entrepreneurship in ageing populations of The European Union. *Procedia Soc Behav Sci* 2011;19:397–405.
- 2- Carolino JA, Soares ML, Cândido GA. Envelhecimento e cidadania: possibilidades de convivência no mundo contemporâneo. *Qualit@s Revista Eletrônica* 2011; 1(1):1-11.
- 3- Zacaron KAM, Dias JMD, Abreu NS, Dias RC. Nível de atividade, Dor e edema e suas relações com a disfunção muscular do joelho de idosos com osteoartrite. *Rev. bras. Fisioter. São Carlos*; 2006; 10:279- 284.
- 4-Alexandre TS, Cordeiro RC, Ramos LR. Fatores associados à qualidade de vida em idosos com osteoartrite de joelho. *Fisioter Pesq.* 2008; 15: 326-32.
- 5- Vasconcelos KSS, Dias JMD, Dias RCII. Relação entre intensidade de dor e capacidade funcional em indivíduos obesos com osteoartrite de joelho. *Rev. bras. fisioter.* 2006; 10: 213-218.
- 6-Santos MLAS, Gomes WF, Bárbara BZ, Rosa NMB, Pereira SP, Dias JMDD, Pereira LSM. Desempenho muscular, dor, rigidez e funcionalidade de idosas com osteoartrite de joelho. *Acta Ortop Bras.*2011; 19:22-27.
- 7- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rod MM. *Músculos- Provas e Funções com postura e dor.* 5º ed. Manole; 2007.
- 8- Bracco D, Thiébaud D, Chioléro RL, Landry M, Burckhardt P, Schutz AY. Segmental body composition assessed by bioelectrical impedance analysis and DEXA in humans. *J Appl Physiol.*1996; 81:2580-2587.
- 9-Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20–94 years. *Nutrition.*2001; 17: 248-253.

- 10-Hermens HJ, Freriks B, Klug CD, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.*2000;10: 361–374
- 11- Borg G. *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Champaign: Human Kinetics, 1998.
- 12- Fernandes MI. Tradução e validação do questionário de qualidade de vida específico para osteoartrose WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) para a língua portuguesa. Tese (Mestrado), São Paulo: Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina; 2001.
- 13- Santos FC, Souza PRM. Dor no idoso. *Rev.Bras.Med.*2010; 67.
- 14- Barbetta P. *Estatística aplicada às ciências sociais*. Florianópolis: Editora UFSC; 2006.
- 15- Charro MA, Bacurau RFP, Navarro F, Pontes Jr FL. *Manual de Avaliação Física*. São Paulo: Phorte, 2010.
- 16- WHO - World Health Organization. *Obesity – Preventing and Managing the Global Epidemic*. *World Health Organ Tech Rep Ser.*2000; 894: 1- 253.
- 17- Mainenti MRM, Rodrigues EC, Oliveira JF, Ferreira AS, Dias CD, Silva ALS. Adiposity and postural balance control: Correlations between bioelectrical impedance and stabilometric signals in elderly Brazilian women. *Clinics*. 2011; 66:1513-1518.
- 18- Deurenberg P, Andreoli A, Borg P, Kukkonen-Harjula K, de Lorenzo A, van Marken WD, et al. The validity of predicted body fat percentage from body mass index and from impedance in samples of five European populations. *Eur J Clin Nutr.*2001; 55: 973-979, 2001.
- 19-Becker R, Berth A, Nehring M, Awiszus F. Neuromuscular quadriceps dysfunction prior to osteoarthritis of the knee. *J Orthop Res.*2004; 22:768–773, 2004.

- 20- Pap G, Machner A, Awiszus F. Strength and voluntary activation of the quadriceps femoris muscle at different severities of osteoarthritic knee joint damage. *J Orthop Res.*2004; 22: 96–103.
- 21- Gonçalves M, Silva SRD. Análise de variáveis eletromiográficas durante contração isométrica fadigante. *Salusvita.*2007; 26:39-51.
- 22- Foley SJ, Lord SR, V. Srikanth V, Cooley H, Jones G. Falls risk is associated with pain and dysfunction but not radiographic osteoarthritis in older adults: Tasmanian Older Adult Cohort study. *OsteoArthritis Cartilage.*2006; 14: 533-539.
- 23- Hunt MA, Hinman RS, Metcalf BR, Lim BW, Wrigley TV, Bowles BA, Kemp G, Bennell KL. Quadriceps strength is not related to gait impact loading in knee osteoarthritis. *Knee.* 2010; 17: 296–302.
- 24- Silva SRD, Gonçalves M. Análise da fadiga muscular pela amplitude do sinal eletromiográfico. *R. bras. Ci. e Mov.* 2003; 11:15-20.
- 25- Silva Neto , Karnikowiski MGO, Tavares AB, Lima RM. Associação entre sarcopenia, obesidade sarcopênica e força muscular com variáveis relacionadas de qualidade de vida em idosas. *Rev. bras. Fisioter.*2012; 16: 360-367.
- 26- Orsatti FL, Dalanesi RC, Maestá N, Náhas EAP, Burini RC. Redução da força muscular está relacionada à perda muscular em mulheres acima de 40 anos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2011; 13:36-42.
- 27-Carmeli E, Imamb B, Merrick J. The relationship of pre-sarcopenia (low muscle mass) and sarcopenia (loss of muscle strength) with functional decline in individuals with intellectual disability (ID). *Arch Gerontol Geriatr.* 2012; 55:181-185.

Tabela 1 – Caracterização da amostra

<b>Variável</b>	<b>Média ± DP</b>
Massa Corporal Total (kg)	75,19 ± 14,67
Joelho Dir* (%)	61,90
Acometimento bilateral (%)	80,99
Estatura (m)	1,52 ± 0,57
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	32,36 ± 5,98
Tempo da osteoartrose (meses)	101,68 ± 121,25
ADM de flexão de joelho (graus)	113,55 ± 12,13
ADM de extensão de joelho (graus)	171,95 ± 6,70

DP = Desvio Padrão; IMC = Índice de Massa Corporal; ADM= Arco de movimento; MID = Membro inferior direito; MIE = Membro inferior esquerdo.

\* Prevalência de artrose unilateral direita + bilateral com maior queixa álgica no lado direito

Tabela 2- Composição corporal e desempenho muscular dos participantes

<b>Variável</b>	<b>Média± DP</b>
Massa Magra (kg)	43,02 ± 8,16
Massa Gorda (kg)	29,64± 7,45
Gordura relativa (%)	40,57± 6,15
Comp <sup>2</sup> /ResD (cm <sup>2</sup> /Ω)	27,42± 4,08
Comp <sup>2</sup> /ResE (cm <sup>2</sup> /Ω)	27,03± 4,69
Slope RMS	,631± ,558
Slope FM	-,446± ,476
CIVM (kgF)	19,95± 6,98

DP = Desvio padrão; Comp<sup>2</sup>/ResD = razão entre o quadrado do comprimento e a resistência do membro inferior direito; Comp<sup>2</sup>/ResE = razão entre o quadrado do comprimento e a resistência do membro inferior esquerdo; RMS = Root Mean *Square*; FM = Frequencia Mediana; CIVM = Contração isométrica voluntária máxima.

Tabela 3 – Coeficiente de correlação de Pearson para as análises realizadas

<b>Variáveis</b>	<b>r (Pearson)</b>
END movimento e Rigidez WOMAC	0,34
END movimento e AF WOMAC*	0,47
END movimento e WOMAC geral*	0,51
END movimento e CIVM	0,01
END movimento e Slope RMS*	-0,54
END movimento e Slope FM	0,26
END noturna e Rigidez WOMAC*	0,56
END noturna e AF WOMAC	0,14
END noturna e WOMAC geral	0,27
END noturna e CIVM	-0,06
END noturna e Slope RMS	0,31
END noturna e Slope FM*	-0,57
Rigidez WOMAC e CIVM	-0,04
Rigidez WOMAC e Slope RMS	0,13
Rigidez WOMAC e Slope FM	-0,19
AF WOMAC e CIVM	0,16
AF WOMAC e Slope RMS	0,02
AF WOMAC e Slope FM	0,10
WOMAC geral e CIVM	0,13
WOMAC geral e Slope RMS	-0,01
WOMAC geral e Slope FM	0,09

\*  $p \leq 0,05$ ; END = Escala Numérica de Dor; WOMAC = Questionário Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis; AF = Atividade física; CIVM – contração isométrica voluntária máxima; RMS = Root Mean Square; FM = Frequencia Mediana

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Valores médios da amostra estudada apontam para um grupo com alta adiposidade corporal, maior expressão de fadiga ao comparar com estudos em indivíduos jovens e funcionalidade de membros inferiores similar aos estudos da literatura. As medidas objetivas de força e fadiga muscular não se mostraram associadas às variáveis subjetivas de função articular (WOMAC), mas sim com aquelas relacionadas à quantificação pela Escala Numérica de Dor nos pacientes com osteoartrose de joelho. Além disso, os valores atribuídos a essa escala e aos domínios do WOMAC também se correlacionaram de forma positiva. A intensidade da dor está correlacionada à incapacidade funcional dos indivíduos idosos com OA de joelho e a um acontecimento mais expressivo dos sinais de fadiga, verificado pelo slope da Frequência Mediana.

O presente estudo apresentou algumas limitações, como o pequeno tamanho amostral e a realização apenas de contrações isométricas nas avaliações de desempenho muscular. Entretanto, a análise de fadiga muscular pelo comportamento da raiz média quadrática e da frequência mediana do sinal mioelétrico em idosos ainda é bastante escassa na literatura, valorizando os achados do presente estudo e encorajando a realização de mais estudos nessa área.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abebe ES, Moorman CT, William E. Garrett Junior EW. Proximal Hamstring Avulsion Injuries: Injury Mechanism, Diagnosis and Disease Course. **Oper Tech Sports Med** 17:205-209, 2009.

Abizanda P, Navarro JL, Tomas MIG, Jiménez EL, Sánchez EM, Paterna G. Validity and usefulness of hand-held dynamometry for measuring muscle strength in community-dwelling older persons. **Archives of Gerontology and Geriatrics** 54; 21- 27, 2012.

Albuquerque RP, Giordano V, Sturm L, Azevedo Junior, Leão A, Amaral NP. Análise da reprodutibilidade de três classificações para a osteoartrose do joelho. **Revista Brasileira de Ortopedia**; 43(8):329-335,2008.

Alexandre TS, Cordeiro RC, Ramos LR. Fatores associados à qualidade de vida em idosos com osteoartrite de joelho. **Fisioterapia e Pesquisa** 15(4): 326-32, 2008.

Alghamdi MAA, Olney S, Costigan P. Exercise Treatment for Osteoarthritis Disability. **Ann Saudi Med** 24(5), 2004.

Alkan A, Günay M. Identification of EMG signals using discriminant analysis and SVM classifier. **Expert Systems with Applications** 39; 44 - 47, 2012.

Alves LC, Quinet Leimann BCQ, Vasconcelos MEL, Carvalho MS, Vasconcelos AGG, Fonseca TCO, Lebrão ML, Laurenti R. A influência das doenças crônicas na capacidade funcional dos idosos do Município de São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro**, 23(8):1924 -1930, 2007.

Ascensão A, Magalhães J, Oliveira J, Duarte J, Soares J. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, 3,(1):108–123, 2003.

Astrand PO, Rodahl K, Dahl HA, Stromme SB. **Tratado de Fisiologia do Trabalho – Bases fisiológicas do exercício**. 4ª edição. São Paulo: Artmed, 2006.

Azevedo FM. Avaliação do sinal eletromiográfico como parâmetro para determinação do limiar de fadiga muscular. **Tese para obtenção do título de Doutor em Educação física. Escola de educação física e esporte da Universidade de São Paulo**, 2007.

Beltran L, Ghazikhaniab V, Padronc M, Beltranb J. The proximal hamstring muscle–tendon–bone unit: A review of the normal anatomy, biomechanics, and pathophysiology. **Eur J Radio**,2011.

Biasoli MC, Izola LNT. Aspectos gerais da reabilitação física em pacientes com osteoartrose. **RBM - Revista Brasileira de Medicina**, 60 (3) , 2003.

Böl M, Stark H, Schilling N. On a phenomenological lmodel for fatigue effects in skeletal muscles. **Journal of Theoretical Biology** 281; 22–132, 2011.

Borg G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. **Champaign: Human Kinetics**, 1998.

IBottaro MF, Heyward VH, Bezerra RFA, Wagner ADR . Skinfold method vs dual energy x-ray absorptiometry to assess body composition in normal and obese women. **Journal of Exercise Physiology**. 5(2),11-18, 2002.

Booss J, Drake A, Kerns RD, Ryan B, Wasse L. Pain as the 5th vital sign [toolkit on the internet]. Illinois: **Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations**; 2000

Boyas S, Guével A. Neuromuscular fatigue in healthy muscle: Underlying factors and adaptation mechanisms. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine** 54; 88–108, 2011.

Bracco D, Thiébaud D, Chioléro RL, Landry M, Burckhardt P, Schutz AY. Segmental body composition assessed by bioelectrical impedance analysis and DEXA in humans. **J Appl Physiol** 81, 2580-87, 1996.

Britto EP, Mesquita ET. Bioimpedância Elétrica Aplicada à Insuficiência Cardíaca. **Rev SOCERJ**;21(3):178-183,2008.

Bowman Jr, KF, Sekiya JK. Anatomy and Biomechanics of the Posterior Cruciate Ligament and Other Ligaments of the Knee. **Oper Tech Sports Med** 17:126-134, 2009.

Camanho GL, Imamura M, Nielsen LA. Gênese da dor na artrose. **Revista Brasileira de Ortopedia** 46 (1):14-7,2011.

Caldeira J, Gontijo S, Camilo F. Envelhecimento ativo: Uma política de saúde. **World Health Organization** 1ª edição traduzida para o português – 2005.

Cardozo AC, Gonçalves M, Dolan P. Back extensor muscle fatigue at submaximal workloads assessed using frequency banding of the electromyographic signal. **Clinical Biomechanics** 26; 971–976, 2011.

Carolino JA, Soares ML, Cândido GA. Envelhecimento e cidadania: possibilidades de convivência no mundo contemporâneo. **Qualit@s Revista Eletrônica** ISSN 1677 4280 vol.1. n° 1 – 2011.

Cervi A, Sylvia do Carmo Castro Franceschini SCC, Priore SE. Análise crítica do uso do índice de massa corporal para idosos. **Rev. Nutr., Campinas** ,18 (6): 765-775, 2005.

Cimmino M ,Puttini,P, Scarpa R, Caporali R, Parazzini F, Zaninelli A, Marcolongo R. Clinical Presentation of Osteoarthritis in General Practice: Determinants of Pain in Italian Patients in the AMICA Study. **Semin Arthritis Rheum** 35 (suppl 1):17-23,2005.

Chandrasekaran S, Scarvell JM, Buirski G, Kevin R, Woods KR, Smith PN. Magnetic resonance imaging study of alteration of tibiofemoral joint articulation after posterior cruciate ligament injury, **Knee**, 2011.

Ciconelli RM, Ferraz MB, Santos W. Brazilian-Portuguese version of the SF-36. A reliable and valid quality of life outcome measure.**Rev Bras Reumatol** 39: 143-150, 1999.

Cíhalová L. The muscle fatigue fiber model. **Mathematics and Computers in Simulation** 80; 1246–1255,2010.

Cyrino ES, Okano AH, Glaner MF, Romanzini M, Gobbo LA, Makoski A, Bruna N, Melo JC, Tassi GN. Impacto da utilização de diferentes compassos de dobras

cutâneas para a análise da composição corporal. **Revista Brasileira de Medicina no Esporte** 9(3), 2003.

Cruz DT, Caetano VC, Leite ICG. Envelhecimento populacional e bases legais da atenção à saúde do idoso. **Caderno de Saúde Coletiva.**, Rio de Janeiro, 18 (4): 500- 8,2010.

Dantas EHM, Aragão JCB, Dantas BHA. Efeitos da resistência muscular localizada visando a autonomia funcional e a qualidade de vida do idoso. **Fitness & Performance Journal**, 1(3),29-37, 2002.

Dantas RAS, Sawada NO, Malerbo MB. Pesquisas sobre qualidade de vida: revisão da produção científica das universidades públicas do Estado de São Paulo. **Rev Latino-am Enfermagem** ; 11(4):532-8, 2003.

Dellaroza MSG, Pimenta CAM, Matsuo T. Prevalência e caracterização da dor crônica em idosos não institucionalizados. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 23(5):1151-1160,2007.

Dieppe PA, Lohmander LS. Pathogenesis and management of pain in osteoarthritis. **The Lancet**, 365, (9463), 965 - 973, 2005.

Ei-Moor PD, Batista AS, Jaccoud LB, Aquino L. Envelhecimento e Dependência: Desafios para a Organização da Proteção Social. **Ministério da Previdência Social**,2008.

Enab TA. A comparative study of the performance of metallic and FGM tibia tray components in total knee replacement joints. **Computational Materials Science**; 53, 94–100,2011.

Falsarella GR, Coimbra IB, Neri AL, Barcelos CC, Costallat LTL, Carvalho OMF, Valente Coimbra AMV. Impact of rheumatic diseases and chronic joint symptoms on quality of life in the elderly. **Archives of Gerontology and Geriatrics** 54;77–82, 2012.

Farr JN, Going SB, McKnight PE, Kastle S, Cussler EC, Cornett M. Progressive Resistance Training Improves Overall Physical Activity Levels in Patients With Early Osteoarthritis of the Knee: A Randomized Controlled Trial. **Physical Therapy** .90(3), 2010.

Faucher M, Poiraudreau S , Colau M , Rannou F, Fermanian J, Revel M. Évaluation de la reproductibilité et de la validité de construit d'une forme modifiée de l'indice algofonctionnel de Lequesne dans l'arthrose du genou. Assessment of the test-retest reliability and construct validity of a modified Lequesne index in knee osteo-arthritis. **Revue du Rhumatisme** 70, 1105 –1111,2003.

Fernandes MI. Tradução e Validação do questionário de qualidade de vida para osteoartrose WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) para língua portuguesa. **Tese apresentada à Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina**, para obtenção do Título de Mestre em Medicina São Paulo, 2002.

Figueira E, Maria da Saudade Baltazar MS, Serrano MM. Questões Contemporânea. **Actas das VIII Jornadas do Departamento de Sociologia Universidade de Évora**, 2006.

Fregonesse T, Bottaro M, Novaes JS, Oliveira RJ, Melo GF. Precisão do método de bioimpedância na avaliação da composição corporal em mulheres brasileiras menopausadas. **Fitness & Performance Journal**,2(2), 97-102, 2003.

Garrido CA, Sampaio TC, Ferreira FS. Estudo comparativo entre a classificação radiológica e análise macro e microscópica das lesões na osteoartrose do joelho. **Revista Brasileira de Ortopedia** ;46(2):155-9,2011.

Glaner MF. Índice de massa corporal como indicativo da gordura corporal comparado às dobras cutâneas. **Revista Brasileira de Medicina no Esporte** 11(4),2005.

Goldblatt JP, Richmond JC. Anatomy and biomechanics of the Knee. **Operative Techniques in Sports Medicine**,11(3);172-186,2003.

Gonçalves BL. Associação entre Composição Corporal, Fadiga Muscular Localizada de Membros Inferiores e Autonomia Funcional na Terceira Idade **[Dissertação de Mestrado]. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM)**. Rio de Janeiro, 2011.

Gonçalves LC, Vale RGS, Barata NJF, Varejão RV, Dantas EHM. Flexibility, functional autonomy and quality of life (QoL) in elderly yoga practitioners. **Archives of Gerontology and Geriatrics** 53 ; 158–162, 2011.

Gonçalves M, Silva SRD. Análise de variáveis eletromiográficas durante contração isométrica fadigante. **Salusvita**, Bauru, v. 26, n. 1, p. 39-51, 2007.

Goulart LF, Dias RMR, Altimari LR. Força Isocinética de jogadores de futebol categoria sub-20: Comparação entre diferentes posições de jogo. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, 9(2)165-169, 2007.

Hermens HJ, Freriks B, Merletti R, Stegeman D, Blok J, Rau G, Klug CD, Hägg G. **SENIAM**. Roessingh Research and Development, Enschede, the Netherlands, 1999.

Herrero –Beaumont G, Roman-Blas JA, Castañeda S, Jimenez AS. Primary Osteoarthritis No Longer Primary: Three Subsets with Distinct Etiological, Clinical, and Therapeutic Characteristics. **Semin Arthritis Rheum** 39:71-80, Elsevier, 2009.

Hislop HJ, Montgomery J. **Daniels & Worthingham Provas de função muscular, técnicas de exame manual**. 8<sup>o</sup> Edição. 177 – 215, Editora Guanabara Koogan, 2008.

Howe TE, Rafferty D. Quadriceps activity and physical activity profiles over long durations in patients with osteoarthritis of the knee and controls. **Journal of Electromyography and Kinesiology**; 19, 78–83

Hunt MA, Hinman RA, Metcalf BR, Lim BW, Wrigley TV, Bowles KA, Kemp G, Bennell KL. Quadriceps strength is not related to gait impact loading in knee osteoarthritis. **The Knee**; 17, 296–302, 2010.

Jacobsen A, Kent M, Lee M, Mather M. America's Aging Population, Population **Reference Bureau**, 66 (1), 2011.

Javois C, Tardieu C, Lebel B, Seil R, Hulet C., the Société française d'arthroscopie. Comparative anatomy of the knee joint: Effects on the lateral meniscus. **Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research**; 95S, S49 - S59, 2009.

Jürschik P , Nunin C, Botigue´ T, Escobar MA, Laveda´n A, Viladrosa M. Prevalence of frailty and factors associated with frailty in the elderly population of Lleida, Spain: The FRALLE surve. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 55; 625–631,2012.

Kapandji A.I. **Fisiologia Articular, Membro inferior**. 5ª Edição, vol.2 pp. 4 -13, Editora Manole, 2001.

Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rod MM. *Músculos- Provas e Funções com postura e dor*. 5º ed. Manole; 2007.

König C, Matziolis G, Sharenkov A, Taylor WR, Perka C, Duda GN, Heller MO. Collateral ligament length change patterns after joint line elevation may not explain midflexion instability following TKA. **Med Eng Phys**, 2011.

Knoop J , Steultjens MPM , Leeden M , Esch M, C.A. Thorstensson CA, Roorda LD, Lems WF, Dekker J. Proprioception in knee osteoarthritis: a narrative review. **Osteoarthritis and Cartilage** 19; 381 – 388, 2011

Krasnokutsky S, Attur M , Palmer G , Samuels J, Abramson SB. Review Current concepts in the pathogenesis of osteoarthritis. **Osteoarthritis and Cartilage**,16, S1-S3 ;2008.

Kurek S, Rachwal T. Development of entrepreneurship in ageing populations of The European Union. **Social and Behavioral Sciences** 19; 397–405, 2011.

Lazzer S, Boirie Y, Meyer M, Vermorel M. Quelle méthode alternative à l'absorptiométrie biphotonique (DEXA) utiliser pour évaluer la composition corporelle des adolescents en surpoids ou obèses ?Which alternative method to dual-energy X-ray absorptiometry for assessing body composition in overweight and obese adolescents?. **Archives de pédiatrie** 12; 1094 –1101,2005.

Lacourt MX, Lima Marini LL. Decréscimo da função muscular decorrente do envelhecimento e a influência na qualidade de vida do idoso: uma revisão de literatura. RBCEH - **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, Passo Fundo, 114-121, 2006.

Leite AA, Costa AJ, Lima BA, Padilha AV, Albuquerque E C, Marques CD. Comorbidades em pacientes com osteoartrite: frequência e impacto na dor e na função física. **Rev Bras Reumatol**; 51(2):113-123,2011.

Lodovici FMM, Mercadante EF. Por uma “Nova Cultura do Envelhecimento. **Revista Kairós Gerontologia**, 14(1): 01-03,São Paulo,2011.

Magalhães APR, Paiva SC, Ferreira LOC, Aquino TA. A mortalidade de idosos no Recife: quando o morrer revela desigualdades. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, 20(2):183-192, 2011.

Mainenti MRM, Rodrigues EC, Oliveira JF, Ferreira AS, Dias CM, Santos Silva ALS. Adiposity and postural balance control: Correlations between bioelectrical impedance and stabilometric signals in elderly Brazilian women; 66 (9):1513-1518, **Clinics**, 2011.

Makris EA, Hadidi P, Athanasiou KA. The knee meniscus: Structure - function, pathophysiology, current repair techniques, and prospects for regeneration. **Biomaterials**; 32, 7411-7431, 2011.

Marx F, Oliveira L, Bellini C, Ribeiro MC. Tradução e Validação Cultural do Questionário Algofuncional de Lequesne para Osteoartrite de Joelhos e Quadrís para a Língua Portuguesa. **Rev Bras Reumatol**, 46,(4), p. 253-260, 2006.

McDermott ID, Masouros SD, Andrew A, Amis AA. Biomechanics of the menisci of the knee. **Current Orthopaedics**,22, 193- 201, 2008.

Mendes ESC. Prevenção da Osteoporose. **Tese mestrado Medicina comunitária / Medicina Geral e Familiar. Faculdade de medicina Universidade do Porto**, 2010.

Menezes TN, Marucci MFN. Antropometria de idosos residentes em instituições geriátricas, Fortaleza, CE. **Revista Saúde Pública** ;39(2):169 – 175, 2005.

Miqueleto BC. Métodos de Avaliação e Controle da Composição Corporal por Meio de Exercícios Resistidos e Aeróbios. **Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Departamento de Educação Física**, Bauru, São Paulo,2006.

Miranda LB, Moraes PDC. Efeitos do Método Pilates sobre a composição corporal e flexibilidade. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo ,3,(13), 16 – 21, 2009.

Moimaz SAS, Garbin CAS, Saliba NA, Lolli LF. O idoso no Brasil – Aspectos legislativos de relevância para profissionais de saúde. **Revista Espaço para a Saúde, Londrina**, v. 10, n. 2, p. 61-69,2009.

Monteiro AB, Filho JF. Análise da composição corporal: Uma revisão de métodos.4(1)80-92. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, 2002.

Moreira PVS; Teodoro BG; Neto AMM. Bases neurais e metabólicas da fadiga durante o exercício. **Biosci. J.**, Uberlândia,24,(1), 81- 90, 2008.

Moser ADL, Malucelli MF, Bueno SN. Cadeia cinética aberta e fechada: uma reflexão crítica. **Fisioter. Mov.**, Curitiba, 23(4) 641-650,2010.

Muraki S, Akune T, Ishimoto Y, Nagata K, Yoshida M, Tanaka S, Oka H, Kawaguchi H, Nakamura K, Yoshimura N. Risk factors for falls in a longitudinal population-based cohort study of Japanese men and women: The ROAD Study. *Bone* 52; 516–523,2013.

Nascimento CM, Ribeiro AQ, Cotta RMM, Acurcio FA, Peixoto SV, Priore SE, Franceschini SCC. Factors associated with functional ability in Brazilian elderly. **Archives of Gerontology and Geriatrics** 54;89–94, 2012.

Neto MG, Castro MF. Estudo comparativo da independência funcional e qualidade de vida entre idosos ativos e sedentários. *Rev Bras Med Esporte* –18: 4,2012.

Nunes M. A construção social simbólica do envelhecimento. **Revista Portal de Divulgação**,12,2011.

Pasta G, Nanni G, Molini L, Bianchi S. Sonography of the quadriceps muscle: Examination technique, normal anatomy, and traumatic lesions. **Journal of Ultrasound**, 13, 76 – 84,2010.

Paula RH, Vale RGS, Dantas EHM. Relação entre o nível de autonomia funcional de adultos idosos com o grau de fadiga muscular aguda periférica verificado pela eletromiografia. **Fitness & Performance Journal**,5(2),95 -100, 2006

Pedroso RA, Celich KLS. Dor: Quinto sinal vital, um desafio para o cuidar em enfermagem. **Texto Contexto Enferm**, Florianópolis; 15(2):270-6, 2006.

Pelletier JM, Boileau C, Pelletier JP, Roughley PJ. Cartilage in normal and osteoarthritis conditions. **Best Practice & Research Clinical Rheumatology** 22 (2),351–384,2008.

Pimenta CAM, Mota DDCF. Fadiga em pacientes com câncer avançado: conceito, avaliação e intervenção. **Revista Brasileira de Cancerologia**, 48(4): 577-583,2002.

Pimenta FAP, Simil FF, Tôrres HO, Amaral CF, Rezende CF,Coelho TO, Rezende NA. Avaliação da qualidade de vida de aposentados com a utilização do questionário SF-36. **Rev Assoc Med Bras**; 54(1): 55-60,2008.

Rat AC, Coste J, Pouchot J, Baumann M, Elizabeth Spitz E, Rude NR, Le Quintrec JS, Fischerg DD, Guillemin F. OAKHQOL: A new instrument to measure quality of life in knee and hip osteoarthritis. **Journal of Clinical Epidemiology**; 58, 47–55, 2005.

Rezende MU, Hernandez AJ; Camanho GL; Amatuzzi MM. Cartilagem Articular e Osteoartrose. **Acta Ortop Bras** 8(2), 2000.

Rice DA, Peter John McNair PJ. Quadriceps Arthrogenic Muscle Inhibition: Neural Mechanisms and Treatment Perspectives. **Semin Arthritis Rheum** 40:250-266, Elsevier, 2010.

Ribeiro RCL, Silva AIO, Modena CM, Fonseca MC. Capacidade funcional e qualidade de vida de idosos. **Estud. interdiscip. envelhec.**, Porto Alegre,4; 85-96, 2002.

Riberto M, Miyazakim HM, Jucá SSH, Sakamoto H, Pinto PPN, Battistella LR. Validação da Versão Brasileira da Medida de Independência Funcional. **Acta Fisiatr** 11:(2); 72-76,2004.

Ricci NA, Kubota MT, Cordeiro RC. Concordância de observações sobre a capacidade funcional de idosos em assistência domiciliar. **Revista Saúde Pública** 39 (4): 655 -62; 2005.

Rodrigues MN, Silva SC, Wallace David Monteiro W D, Farinatti PTV. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática. **Rev Bras Med Esporte** 7(4), 2001.

Rohlf's IC, Mara LS, Lima WC, Carvalho T. Relação da síndrome do excesso de treinamento com estresse, fadiga e serotonina. **Rev Bras Med Esporte** 11(6), 2005.

Rosa TEC, Benício MH, Latorre MRD, Ramos L R. Fatores determinantes da capacidade funcional entre idosos. **Rev Saúde Pública** ; 37(1):40-8; 2003.

Safons MP, Pereira MM. Princípios Metodológicos da Atividade Física para Idosos. Brasília: **CREF/DF- FEF/UnB/GEPAFI**, 2007.

Salmela LFT, Magalhães LC, Cristina Souza AC, Lima MC, Lima RCM, Goulart F. Adaptação do Perfil de Saúde de Nottingham: um instrumento simples de avaliação da qualidade de vida. **Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro**, 20:(4):905-914, 2004.

Salem M, Filho JF, Neto CSP. Desenvolvimento e validação de equações antropométricas específicas para a determinação da densidade corporal de mulheres militares do Exército Brasileiro. **Rev Bras Med Esporte** 10 (3), 2004.

Sampaio RF, Luz MT. Funcionalidade e incapacidade humana: explorando o escopo da classificação internacional da Organização Mundial da Saúde. **Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro**, 25:(3):475-483,2009.

Santos MCA, Semeghini TA, Azevedo FM, Colugnati DB, Negrão Filho RF, Alves N, Arida RM. Análise da Fadiga Muscular Localizada em Atletas e Sedentários Através de Parâmetros de Frequência do Sinal Eletromiográfico. **Rev Bras Med Esporte** 14(6),2008.

Santos CAS, Dantas EEM, Moreira MHR. Correlation of physical aptitude; functional capacity, corporal balance and quality of life (QoL) among elderly

women submitted to a post-menopausal physical activities program. **Archives of Gerontology and Geriatrics** 53; 344–349, 2011.

Santos DM, Sichierib R. Índice de massa corporal e indicadores antropométricos de adiposidade em idosos. **Revista de Saúde Pública**; 39(2): 163-8, 2005.

Santos FC, Souza PRM. Dor no idoso. **Rev.Bras.Med.**67, 2010.

Santos MG, Dezan VH, Sarraf TA. Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. **Rev. Bras. Ciên. e Mov.** Brasília 11(1); 07-12, 2003.

Santos PPA. Mecanismos biomecânicos implicados na síndrome patelo –femoral e suas relações com a atividade física. **Universidade de São Paulo Escola de educação física e esporte.** São Paulo, Brasil, 2005.

Sanchez FF, Ros RCM, Silva TR, Uccio CB. Cinesioterapia como tratamento para osteoartrite no joelho. **Rev. Omina Saúde**,4 (2), 1-74, 2007.

Schettler AE, Gustafson EM. Osteoporosis prevention starts in adolescence. **J Am Acad Nurse Pract**;16(7):274-82,2004.

Segal NA, Glass NA, Torner J, Yang M, Felson DT, Sharma L, Nevitt M, Lewis CE. Quadriceps weakness predicts risk for knee joint space narrowing in women in the MOST cohort. **Osteoarthritis and Cartilage**.18, 769 - 775, 2010 .

Silva SRD, Gonçalves M. Análise da fadiga muscular pela amplitude do sinal eletromiográfico. **Revista brasileira de Ciência e movimento.** 11(3): 15-20, 2003.

Shafer JK, Siders WA, LuAnn K. Johnson LK, Lukaski HC. Validity of segmental multiple-frequency bioelectrical impedance analysis to estimate body composition of adults across a range of body mass indexes. **Nutrition** 25, 25 –32; 2009.

Sousa FF, Silva JA. A métrica da DOR (dormetria): Problemas teóricos e metodológicos. **Revista DOR**, 6 (1): 469-513,2005.

Stein G, Knoell P, Faymonville C, Zarghooni K. Review OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, part I: critical appraisal of

existing treatment guidelines and systematic review of current research evidence. **Osteoarthritis Cartilage**; 15(9):981-1000, 2007.

Shahabpour M, DeMeyere N, DeMaeseneer M, David P, DeRidder F, Stadnik T. Anatomie normale du genou en imagerie par résonance magnétique Normal MRI anatomy of the knee joint. **EMC-Radiologie** 2,165–182, 2005.

Shefelbine SJ, Tardieu C, CARTER DR. Development of the Femoral Bicondylar Angle in Hominid Bipedalism. **Bone** 30(5); 765–770,2002.

Tanimoto Y, Watanabe M, Sun W, Sugiura Y, Tsuda Y, Kimura M, Hayashida I, Kusabiraki T, Kono K. Association between sarcopenia and higher-level functional capacity in daily living in community-dwelling elderly subjects in Japan. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 55:9 – 13, 2012.

Vasconcelos KSS, Dias JMD, Dias RCII. Relação entre intensidade de dor e capacidade funcional em indivíduos obesos com osteoartrite de joelho. **Rev. bras. fisioter.** 10(2), 2006.

Vedana TA, Santos RN, Pereira JM, Araujo SP, Portes Júnior,MP, Portes LA. Influência da hidroginástica sobre a composição corporal, aspectos cardiovasculares, hematológicos, função pulmonar e aptidão física de adultos e idosos. **Brazilian Journal of Biomotricity**,5(2), 65-79, 2011.

Verdich C, Barbe P, Petersen M , Grau K, Wardd L, Macdonald I, Sørensen TIA, Oppert JM. Changes in body composition during weight loss in obese subjects in the NUGENOB study: Comparison of bioelectrical impedance vs. dual-energy X-ray absorptiometry. **Diabetes & Metabolism** 37; 222–229; 2011.

Velandai K, Jayne L, Guangju Z, Tania M,David H, Graeme J. A meta-analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis. *OsteoArthritis and Cartilage*13, 769 – 781.2005.

Villard AM, Mandarino M, Veiga LT. Avaliação da reprodutibilidade da classificação de Ahlback modificada para osteoartrose do joelho. **Revista Brasileira de Ortopedia**; 41(5):157-161,2006.

Vidt ME, Daly M. Miller ME, Davis CC, Marsh AP, Saul KR. Characterizing upper limb muscle volume and strength in older adults: A comparison with young adults. **Journal of Biomechanics**,2011.

Wallman KK, Older Americans , **Key Indicators of Well-Being**, 2010.

Weatherholt AM, Fuchs RK, Warden SJ. Specialized Connective Tissue: Bone, the Structural Framework of the Upper Extremity. **Journal of hand therapy**,2011.

Zacaron KAM, Dias JMD, Abreu NS, Dias RC. Nível de atividade, Dor e edema e suas relações com a disfunção muscular do joelho de idosos com osteoartrite. **Revista brasileira de fisioterapia**, São Carlos; 10(3), 279-284, 2006.

Zantop T, Petersen W, Fu FH. Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament. **operative Techniques in Orthopaedics**. 15:20-28, 2005.

[www.ibge.gov.br/home/.../sinteseindicisociais2010/SIS\\_2010.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/.../sinteseindicisociais2010/SIS_2010.pdf) . Acesso em 12/11/2011.

**ANEXO 1 - FICHA DE ANAMNESE**

## Anamnese

## 1. Identificação e dados demográficos

No do protocolo \_\_\_\_\_ Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ No do Registro: \_\_\_\_\_

Data de nascimento \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_ anos

Raça: ( ) Branca ( ) Negra ( ) Amarela

Estado civil: ( ) Casado ( ) Solteiro ( ) Viúvo

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ Telefone para recado: \_\_\_\_\_

Naturalidade: \_\_\_\_\_

Escolaridade: Alfabetizado ( ) sim ( ) não

Grau de escolaridade:

( ) 1o grau incompleto ( ) 1o grau completo

( ) 2o grau incompleto ( ) 2o grau completo

( ) 3o grau incompleto ( ) 3o grau completo

Profissão \_\_\_\_\_

Renda Familiar (salários mínimos/mês):

( ) 1-2 ( ) 2-3 ( ) 3-4 ( ) 4-5 ( ) 5-10 ( ) 10-15 ( ) Maior que 15

Número de pessoas na casa \_\_\_\_\_

**Avaliação Clínica (Osteoartrose):**

Pressão arterial: \_\_\_\_\_ mmHG

Tempo de doença: \_\_\_\_\_ anos

Localização: joelho ( ) unilateral ( ) bilateral

História familiar: ( ) sim ( ) não

Deformidades ( ) leve ( ) moderada ( ) acentuada

Derrame articular ( ) leve ( ) moderado ( ) acentuado

História patológica progressiva: ( ) Hipertensão ( ) Obesidade ( ) diabetes ( ) problemas cardíacos ( ) outra disfunção osteomuscular ( ) problemas neurológicos ( ) outros

Tratamento atual:

Analgésico ( ) AINH ( )

Tratamento pregresso:

Analgésico ( ) AINH ( )

Força Muscular

Flexão do joelho ( ) 1 (um) ( ) 2 (dois) ( ) 3 (três) ( ) 4 (quatro) ( ) 5 (cinco)

Extensão do joelho ( ) 1 (um) ( ) 2 (dois) ( ) 3 (três) ( ) 4 (quatro) ( ) 5 (cinco)

Análise da marcha

( ) dependente -----

( ) Independente

Atividade física:

( ) sim ( ) não Qual? \_\_\_\_\_

Frequência \_\_\_\_\_

Reabilitação:

( ) sim ( ) não

Local \_\_\_\_\_

Modalidade \_\_\_\_\_

Duração \_\_\_\_\_

Escala numérica de Dor (movimento)

0 \_\_\_ 1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_ 10 \_\_\_

(sem dor)

(dor extrema)

Escala numérica de Dor (dor noturna)

0 \_\_\_ 1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_ 10 \_\_\_

(sem dor)

(dor extrema)

Escala numérica de Dor (dor em repouso)

0 \_\_\_ 1 \_\_\_ 2 \_\_\_ 3 \_\_\_ 4 \_\_\_ 5 \_\_\_ 6 \_\_\_ 7 \_\_\_ 8 \_\_\_ 9 \_\_\_ 10 \_\_\_

(sem dor)

(dor extrema)

Goniometria joelho:

Direito: flexão-----extensão -----

Esquerdo: flexão-----extensão-----

## ANEXO 2 – QUESTIONÁRIO WOMAC

### ÍNDICE WOMAC PARA

### OSTEOARTROSE

### ANÔNIMO E CONFIDENCIAL

Toda informação que você fornecer será estritamente confidencial e somente apresentada como parte de um relatório estatístico. Nenhuma informação que possa associar uma pessoa em particular a uma resposta geral ou específica será publicada.

Se você tem qualquer dúvida ou comentário sobre este estudo, sinta-se a vontade para escrever ou telefonar: \_\_\_\_\_

#### INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

Nas seções A, B e C as questões serão feitas no seguinte formato, e você deverá responder marcando um “X” nos quadrados abaixo.

#### NOTA:

1. Se você colocar o “X” no quadrado da esquerda, ex.:

Nenhuma  Leve  Moderada  Forte  Muito forte

Você está indicando que não sente qualquer dor.

2. Se você colocar o “X” no último quadrado da direita, ex.:

Nenhuma  Leve  Moderada  Forte  Muito forte

Você está indicando que sua dor é muito forte.

3. Favor observe:

a. Que quanto mais para a direita você colocar o “X”, mais dor você está sentindo.

b. Que quanto mais para a esquerda você colocar o “X”, menos dor você está sentindo

c. Favor não colocar o “X” fora dos quadrados.

Você será solicitado a indicar neste tipo de escala a quantidade de dor, rigidez ou incapacidade física que você está sentindo. Favor lembrar que quanto mais para a direita você marcar o “X”, maior dor, rigidez ou incapacidade física você está sentindo.

## SEÇÃO A

## INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

A questão abaixo refere-se a intensidade da dor que você geralmente sente devido a artrose em seu joelho. Para cada situação, por favor, marque a intensidade da dor sentida nas últimas 72 horas (favor marcar suas respostas com um "X").

Questão:

Quanta dor você tem?

1- Caminhando numa superfície plana.

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

2- Subindo ou descendo escadas.

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

3- A noite, deitado na cama.

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

4- Sentando ou deitando.

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

5- Ficando em pé.

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

## SEÇÃO B

## INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

As seguintes questões referem-se a intensidade de rigidez articular (não a dor) que você vem sentindo em seu joelho nas últimas 72 horas. Rigidez é uma sensação de restrição ou lentidão na maneira como você move suas articulações (favor marcar suas respostas com um "X").

1- Qual a intensidade de sua rigidez logo após acordar de manhã?

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

2- Qual a intensidade da rigidez após sentar-se, deitar-se ou descansar durante o dia?

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

## SEÇÃO C

## INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

As seguintes questões referem-se à sua atividade física. Isto quer dizer, sua habilidade para locomover-se e para cuidar-se. Para cada uma das seguintes atividades, por favor, marque o grau da dificuldade que você vem sentindo nas últimas 72 horas devido a artrose em seu joelho (favor marcar suas respostas com um "X").

Questão: Qual é o grau da dificuldade que você tem:

1- Descendo escadas.

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

2- Subindo escadas.

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

3- Levantando-se de uma cadeira.

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

4- Ficando em pé.

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

5- Curvando-se para tocar o chão.

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

6- Caminhando no plano.

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

7- Entrando ou saindo do carro.

Nenhuma  , Leve  , Moderada  , Forte  , Muito forte  ,

8- Ir fazer compras.

Nenhuma  , Pouca  , Moderada  , Intensa  , Muito intensa  ,

9- Colocar meias.

Nenhuma  , Pouca  , Moderada  , Intensa  , Muito intensa  ,

10- Levantar-se da cama.

Nenhuma  , Pouca  , Moderada  , Intensa  , Muito intensa  ,

11- Tirar as meias.

Nenhuma  , Pouca  , Moderada  , Intensa  , Muito intensa  ,

12- Ficar deitado na cama.

Nenhuma  , Pouca  , Moderada  , Intensa  , Muito intensa  ,

13- Entrar e sair do banho.

Nenhuma  , Pouca  , Moderada  , Intensa  , Muito intensa  ,

14- Se sentar.

Nenhuma  , Pouca  , Moderada  , Intensa  , Muito intensa  ,

15- Sentar e levantar do vaso sanitário.

Nenhuma  , Pouca  , Moderada  , Intensa  , Muito intensa  ,

16- Fazer tarefas domésticas pesadas.

Nenhuma  , Pouca  , Moderada  , Intensa  , Muito intensa  ,

17- Fazer tarefas domésticas leves.

Nenhuma  , Pouca  , Moderada  , Intensa  , Muito intensa  ,

**OBRIGADO POR COMPLETAR ESTE QUESTIONÁRIO**

### **ANEXO 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM)  
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

CONSENTIMENTO FORMAL DE PARTICIPAÇÃO NO PROJETO DE PESQUISA: Impacto de um programa cinesioterápico de fortalecimento do músculo quadríceps em idosos com osteoartrose de joelho. Pesquisadores Responsáveis: Wagner Teixeira dos Santos, Miriam Mainenti, Erika de Carvalho Rodrigues.

Eu, \_\_\_\_\_, RG. \_\_\_\_\_, concordo em participar como voluntário no projeto de pesquisa: Impacto de um programa cinesioterápico de fortalecimento do músculo quadríceps em idosos com osteoartrose de joelho proposto pelos pesquisadores Wagner Teixeira dos Santos, Miriam Mainenti e Erika Rodrigues, descrito nos parágrafos abaixo.

Este trabalho tem por objetivo investigar a existência da relação entre a composição corporal segmentar (quantidade de gordura, músculo e outros elementos do corpo), força muscular do quadríceps (músculo localizado na região anterior da coxa), a fadiga muscular do mesmo (cansaço do músculo à um esforço prolongado) e o desempenho das funções da vida diária nos idosos portadores de osteoartrose (desgaste da articulação) de joelho após a aplicação de um programa de exercícios com ênfase para o fortalecimento dessa musculatura. Assim, contribuirá para que profissionais que trabalham com exercício identifiquem as melhorias vindas através de um programa de fortalecimento do quadríceps nos idosos portadores de osteoartrose de joelho, ajudando aos profissionais da área de saúde na elaboração de propostas de acompanhamento e tratamento específicos para idosos portadores de osteoartrose de joelho.

Para avaliação dos itens relacionados acima serão utilizados quatro recursos, a bioimpedância elétrica, a eletromiografia, escala numérica da dor e o questionário algofuncional de WOMAC que serão descritos detalhadamente abaixo:

A análise por bioimpedância elétrica – Será avaliada a quantidade de gordura e músculo que o segmento possui (membro inferior), através de um pequeno aparelho, conectado ao seu pé, cintura e mão. O teste será realizado deitado (barriga para cima) em repouso. Uma corrente elétrica indolor e imperceptível será aplicada para o cálculo da quantidade de gordura presente no seu corpo.

Eletromiografia – Serão avaliadas a força muscular máxima e a fadiga muscular que estarão sendo registradas por um aparelho ligado ao seu joelho e ao computador. A posição para realização da análise será sentada, sendo solicitada uma força para esticar o joelho (aquele com maior desgaste) contra um cabo que oferece resistência preso ao tornozelo. Num primeiro momento será solicitada a realização de uma força máxima em poucos segundos (três vezes de cinco segundos). Num segundo momento, a carga será diminuída e você manterá o esforço por um minuto.

Questionário algofuncional de WOMAC – Será aplicado um questionário contendo perguntas em relação à dor, dificuldades da vida diária e qualidade de vida.

Análise da dor – você será perguntado sobre as características da sua dor através da escala numérica de dor compreendendo de (zero) a 10, aonde zero representa nenhuma dor e 10 dor máxima.

Programa de cinesioterapia (exercícios) – Todos os indivíduos selecionados serão submetidos à avaliação e a um programa de exercícios específicos para osteoartrose (desgaste articular) de joelho que terá como finalidade o fortalecimento muscular dos membros inferiores, porém serão divididos em dois grupos, por sorteio (aleatoriamente). O primeiro grupo (intervenção) será submetido ao programa de fortalecimento com carga externa e o segundo grupo (controle) apenas com o peso das próprias pernas. Ao término desse período, o segundo grupo iniciará o protocolo com carga externa.

Além disso, você também será submetido à verificação da pressão arterial e a questionários que analisam as condições globais de saúde. Vale ressaltar que os devidos critérios de exclusão serão aplicados, de acordo com cada teste, para resguardar a integridade de cada participante.

Riscos na avaliação e na intervenção: contração muscular excessiva, podendo resultar em dores musculares e articulares caso o indivíduo ultrapasse seu próprio limite de esforço e a tolerância aos exercícios; ocorrência de transtornos mioarticulares (nos músculos e articulações) mais severos; alteração na pressão arterial e ou no estado clínico geral. Para controle desses riscos, a aferição da pressão arterial será realizada no início, meio e fim do programa de cinesioterapia pelo fisioterapeuta. Além disso, todo programa de exercícios será acompanhado pelo fisioterapeuta. Benefícios da avaliação e da intervenção: conhecer suas limitações funcionais, quantidade de força muscular e intensidade da dor antes da intervenção; com a intervenção, possibilidade de aumento da força muscular, estabilidade articular, maior facilidade na realização de atividades diárias; diminuição da dor; aumento da capacidade de movimento.

Estou ciente de que as avaliações serão realizadas no prédio de pós-graduação da UNISUAM e que o meu deslocamento para o local será providenciado pelos responsáveis pela pesquisa, não havendo nenhum custo para mim.

Os dados obtidos durante este trabalho serão mantidos em sigilo e não poderão ser consultados por outras pessoas sem minha autorização por escrito. Por outro lado, serão utilizados para fins científicos, sendo publicados em revistas da área da saúde, resguardando, no entanto, a minha privacidade. Estou ciente da não obrigatoriedade de participação e da desistência facultativa em qualquer momento do projeto, sem prejuízo aos acompanhamentos que já eram realizados no centro de reabilitação de onde fui recrutado.

Eu li e entendi as informações contidas neste documento, e declaro estar de acordo com os procedimentos da pesquisa.

Rio de Janeiro, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012

\_\_\_\_\_  
Nome do Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura

\_\_\_\_\_  
Nome do Pesquisador

\_\_\_\_\_  
Assinatura

Caso surjam demais dúvidas, entrar em contato com os responsáveis pelo experimento:

Wagner Teixeira dos Santos tel.: (21) 81533445 / (21) 24656625

Miriam Raquel Meira Mainenti tel.: (21) 9644-7951 / (21) 3649-8029

## ANEXO 4 – COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO CEP



### PROJETO DE PESQUISA

**Título:** O efeito de um programa cinesioterapêutico de fortalecimento do músculo quadríceps na fadiga muscular do mesmo, na função articular e na qualidade de vida em idosos portadores de osteoartrose de joelho

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 03105612.5.0000.5235

**Pesquisador:** Wagner teixeira dos santos

**Instituição:** Centro Universitário Augusto Motta/ UNISUAM

### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

**Número do Parecer:** 95.992

**Data da Relatoria:** 12/09/2012

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo clínico randomizado, que será realizado em pacientes idosos que possuem diagnóstico médico de artrose de joelho visando fortalecimento do músculo quadríceps e a influência disto na melhora da fadiga muscular, na função articular e na qualidade de vida destes indivíduos. Os idosos serão separados de forma aleatória em dois grupos de intervenção, cujo o grupo 1 será submetido a um programa de exercícios para fortalecimento do músculo quadríceps na ausência de carga e o grupo 2 o mesmo programa na presença de carga. Os resultados serão avaliados por meio de questionários comparados antes e após a intervenção, bem como medidas de avaliação de composição corporal, estabilidade e análise de força e fadiga muscular.

#### Objetivo da Pesquisa:

Analisar o efeito de um programa de exercícios para fortalecimento do músculo quadríceps e a sua influência na melhora sobre a fadiga muscular e a capacidade funcional em idosos com osteoartrose de joelho.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os benefícios e riscos encontram-se bem definidos no projeto sendo atendido todas as recomendações sugeridas.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto foi apresentado com linguagem objetiva e clara. Apresenta fundamentação teórica, define a metodologia e análise dos dados, cumprindo as exigências do Comitê de Ética e do CONEP.

#### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória encontram-se adequadamente apresentados, e a terminologia utilizada atende o público alvo de interesse.

#### Recomendações:

Nenhuma recomendação a fazer.

Endereço: Praça das Nações nº 34

Bairro: Bonsucesso

CEP: 21.041-010

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3868-5063

E-mail: comitedeetica@unisuum.edu.br



CENTRO UNIVERISTÁRIO  
AUGUSTO MOTTA/ UNISUAM



**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O projeto encontra-se dentro dos preceitos éticos e atendeu todas modificações sugeridas.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O colegiado considera pertinente as considerações do relator.

RIO DE JANEIRO, 12 de Setembro de 2012

---

Assinado por:  
SUSANA ORTIZ COSTA

Endereço: Praça das Nações nº 34

Bairro: Bonsucesso

CEP: 21.041-010

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3868-5063

E-mail: [comitedeetica@unisum.edu.br](mailto:comitedeetica@unisum.edu.br)

## ANEXO 5 – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO



Wagner Teixeira dos Santos &lt;wagnerju@globo.com&gt;

---

**FW: [AOB] Agradecimento pela Submissão**

1 mensagem

---

**Míriam Mainenti** <miriam.mainenti@hotmail.com> 25 de janeiro de 2013 12:18

Para: Wagner UNISUAM &lt;wagnerju@globo.com&gt;, "Erika Rodrigues (UNISUAM)" &lt;erikacrodrigues@gmail.com&gt;

- > To: [miriam.mainenti@hotmail.com](mailto:miriam.mainenti@hotmail.com)
- > Subject: [AOB] Agradecimento pela Submissão
- > Date: Fri, 25 Jan 2013 11:50:01 -0200
- > From: [suporte.aplicacao@scielo.org](mailto:suporte.aplicacao@scielo.org)
- >
- > Míriam Raquel Meira Mainenti,
- >
- > Agradecemos a submissão do seu manuscrito "Desempenho muscular,
- > composição corporal, dor e funcionalidade em idosos com gonartrose" para
- > Acta Ortopédica Brasileira. Através da interface de administração do
- > sistema, utilizado para a submissão, será possível acompanhar o progresso
- > do documento dentro do processo editorial, bastando logar no sistema
- > localizado em:
- >
- > URL do Manuscrito:
- > <http://submission.scielo.br/index.php/aob/author/submission/110308>
- >
- > Em caso de dúvidas, envie suas questões para este email. Agradecemos mais
- > uma vez considerar nossa revista como meio de transmitir ao público seu
- > trabalho.
- >
- > Fernanda Colmatti
- > Acta Ortopédica Brasileira
- >
- > Acta Ortopédica Brasileira -
- > <http://submission.scielo.br/index.php/aob>
- >
- > Fernanda/Arthur Tadeu de Assis
- > Atha Comunicação e Editora Ltda
- > Fone/ Fax: 55 (11) 50879502/ 55795308