

Universidade do Vale do Paraíba
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento

MARINA APARECIDA GONÇALVES PEREIRA

ANÁLISE DA CAPACIDADE FUNCIONAL DO QUADRÍCEPS
NA MESA EXTENSORA EM MULHERES COM OSTEOARTRITE
DE JOELHO

São José dos Campos, SP
2006

MARINA APARECIDA GONÇALVES PEREIRA

“ANÁLISE DA CAPACIDADE FUNCIONAL DO QUADRÍCEPS
NA MESA EXTENSORA EM MULHERES COM OSTEOARTRITE
DE JOELHO”

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Programa de
Bioengenharia da Universidade do
Vale do Paraíba como
complementação dos créditos
necessários para obtenção do título
de Mestre em engenharia
Biomédica..

Orientadores:
Prof. Dr. Márcio Magini
Prof^a. Dr^a. Luciana A. de Paula
Vasconcelos

São José dos Campos, SP
2006

P 498a

Pereira, Marina Aparecida Gonçalves

Análise da Capacidade Funcional do Quadríceps na Mesa Extensora em Mulheres com Osteoartrite de Joelho./ Marina Aparecida Gonçalves Pereira. São José dos Campos: UniVap, 2006.

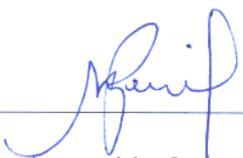
116f. il.: 30cm.

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Bioengenharia do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento – Universidade do Vale do Paraíba, 2006.

1. Osteoartrite de joelho 2. Músculo quadríceps 3. Eletromiografia I. Magini, Márcio; Vasconcelos, Luciana Auxiliadora de Paula, Orientadores II. Título Análise da Capacidade Funcional do Quadríceps na Mesa Extensora em Mulheres com Osteoartrite de Joelho.

CDU: 615.828

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial dessa dissertação, por processos fotocopiadores ou transmissão eletrônica.



Marina Aparecida Gonçalves Pereira

Data: 20/09/2006

“ANÁLISE DA CAPACIDADE FUNCIONAL DO QUADRÍCEPS NA MESA EXTENSORA EM MULHERES COM OSTEOARTRITE DE JOELHOS”

Marina Aparecida Gonçalves Pereira

Banca Examinadora:

Prof. Dr. **MAURÍCIO J. A. BOLZAM** (UNIVAP) 

Prof. Dr. **MARCIO MAGINI** (UNIVAP) 

Prof^ª. Dra. **LUCIANA A. DE PAULA VASCONCELOS** (PUC-MG) 

Prof^ª. Dra. **REGIANE LUZ CARVALHO** (PUC-MG) 

Prof. Dr. Marcos Tadeu Tavares Pacheco
Diretor do IP&D - UniVap

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente à comunidade acadêmica e científica.

AGRADECIMENTO

Inicialmente agradeço a minha mãe, Maria das Neves Baldim Pereira, ao meu esposo Jairo Faro Diniz e a meu filho Gabriel Gonçalves Faro Diniz e familiares pelo constante apoio durante a minha vida.

A Família Bertozzi, especialmente Ana Paula e Stênio e o casal Arnaldo e Márgara Curimbaba pela dedicação, amizade e comprometimento no desenvolvimento do estudo.

Agradeço em especial Ana Maria e seu esposo José, meus fieis amigos, família que me acolheu e me amparou durante esta longa jornada em São José dos Campos.

Ao Fundo de Incentivo à Pesquisa – FIP – e a Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais pelo apoio financeiro e aquisição de material para a coleta dos dados.

Ao Prof. Dr. Márcio Magini, exemplo de seriedade e comprometimento com a produção de conhecimentos científicos e didáticos, por acreditar no meu potencial e pela orientação ao longo do processo.

À Prof^a. Dr^a. Luciana Auxiliadora de Paula Vasconcelos pela qual expresso minha admiração e profunda gratidão, agradeço por oportunizar momentos de discussões a cerca da vida, da ciência e da pesquisa em Fisioterapia num contexto mais amplo, grande incentivadora nos momentos mais difíceis desta jornada.

À banca, Prof. Dr. Maurício José Alves Bolzan e Prof. Dr^a. Regiane Luz Carvalho por aceitarem participar do processo de avaliação deste estudo.

A todos os meus colegas de trabalho, especialmente as Professoras Délcia de Vasconcelos Adami, Karina de Oliveira Prado Mariano, Maria Imaculada Ferreira Moreira da Silva, Bernardo Luiz Ferreira Fernandes, Marilene Mendes dos Santos, Teresa Cristina Alvisi, Regiane Luz Carvalho, Patrícia Pezzan Branco, Simone Botelho Pereira e Marcelo Branco

que me apoiaram pela amizade e companheirismo cultivada durante a vida profissional e no meu processo de mestrado permitindo discussões construtivas aos diferentes aspectos da vida acadêmica.

Aos funcionários da UNIVAP especialmente D^a. Ivone (meu anjo de guarda), D^a. Neusa, Rosângela, Rubia, Valéria e Anderson.

As funcionárias da biblioteca da PUC Dorinha, Rose e Margô por todo o auxílio nas buscas bibliográficas e pelas orientações no processo de comutação de artigos que foram fundamentais para o desenvolvimento da dissertação.

Aos funcionários da Prefeitura e da Informática da PUC pela paciência e auxílio nas instalações de software e manutenção dos equipamentos pertinente ao estudo, especialmente ao Marcelo Dal'ava.

Aos funcionários da Clínica de Fisioterapia da PUC – Minas Poços de Caldas, especialmente a Íris e a Luzia, pela dedicação e carinho durante a seleção das voluntárias participantes do estudo.

Aos funcionários do setor de radiologia da Policlínica Central de Poços de Caldas pelos cuidados dedicados as voluntárias.

Em particular quero agradecer as voluntárias da terceira idade e alunas do Curso de Fisioterapia da PUC – Minas Poços de Caldas por permitirem a concretização do estudo.

*“Seja um grande empreendedor.
Se empreender, não tenha medo de falhar.
Se falhar, não tenha medo de chorar.
Se chorar, repense sua vida, mas não recue.
Dê sempre uma nova chance para si mesmo.
Lute sempre pelos seus sonhos.
Revolucione sua qualidade de vida.
Seja profundamente apaixonado pela vida,
Pois a vida é um espetáculo imperdível! “*

Augusto Cury

ANÁLISE DA CAPACIDADE FUNCIONAL DO QUADRÍCEPS NA MESA
EXTENSORA EM MULHERES COM OSTEOARTRITE DE JOELHO

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a capacidade funcional do quadríceps na mesa extensora, em mulheres acima dos 60 anos com diagnóstico clínico de osteoartrite de joelho através de técnicas de análise de dados com base em uma coleta de eletromiografia avaliada pela transformada Wavelet. Foram analisados 58 voluntárias formando três grupos: um grupo analisado e dois grupos controles. O grupo analisado (GA) com idade acima dos 60 anos e diagnóstico de osteoartrite de joelho, o grupo controle (GC1) acima de 60 anos sem osteoartrite e o controle (GC2) por voluntárias jovens. A análise dos dados da avaliação física foi realizada aplicando o teste de Kolmogorov-Smirnov e os dados eletromiográficos pela transformada Wavelet. Os resultados dos parâmetros antropométricos indicaram homogeneidade na amostragem entre GA/GC1, a amplitude de flexão, o índice de progressão da doença e o questionário de qualidade de vida, nos domínios dor, estado geral de saúde e aspecto social, apresentaram diferença estatisticamente significativa entre GA/GC1, GC1/GC2. Os resultados da transformada Wavelet indicaram uma tendência em maior recrutamento das fibras musculares ao longo da avaliação para todos os grupos de voluntárias em todos os músculos analisados, no entanto, as voluntárias do GA apresentaram em média um pior desempenho global de recrutamento comparado a GC1 e GC2. O comportamento de recrutamento das fibras nos três músculos analisados mostrou que os músculos reto femoral e vasto medial nos três grupos de voluntárias participaram ativamente da fase concêntrica e excêntrica do movimento tendo em média uma maior frequência de recrutamento nas duas fases e o comportamento do músculo vasto lateral diferenciou-se dos outros dois mostrando em média uma maior frequência de recrutamento na fase concêntrica. Conclui-se que portadores ou não de Osteoartrite de joelho mostraram-se capaz em realizar avaliação na mesa extensora e que a melhora foi relevante em qualquer grupo, mostrando uma relação direta com o exercício e o aumento da capacidade de recrutamento devido a questões neuromusculares, e não ao ganho de massa muscular.

Palavras-chave: osteoartrite, eletromiografia, transformada wavelet, fisioterapia.

“ANALYSIS OF THE FUNCTIONAL CAPACITY OF THE QUADRÍCEPS IN MACHINE
EXTENSORA IN WOMEN WITH OSTEOARTRITE OF KNEE”

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the functional capacity of quadriceps at extensor table, for this was used a group of women above of the 60 years with clinical diagnosis of knee osteoarthritis using different techniques of data analysis, based in the data of electromyography collected. Three groups with 58 volunteers had been analyzed: one experimental group and other two control groups. The experimental group (GA) was formed by volunteers above of the 60 years and diagnosis of knee osteoarthritis, one control group (GC1) above of 60 years without osteoarthritis and the second control group (GC2) with young volunteers. The data analysis of the physical evaluation was done applying the test of Kolmogorov-Smirnov and electromyography data using the Wavelet Transform. The results of anthropometrics parameters had indicated homogeneity in the sampling between GA/GC1, the amplitude of flexion, the index of progression of the illness and the questionnaire of quality of life, in the domains of pain, general state of health and social aspect, had presented significant statistical difference between GA/GC1, GC1/GC2. The results of the Wavelet had indicated a better performance for enlist of muscular throughout the valuation for all the groups of volunteers in all the analyzed muscles. However, the volunteers of the GA had presented a worst global performance when compared with GC1 and GC2. The behavior of enlist of the muscles at the three analyzed muscles showed that, the muscles straight femoral and vast medial in the three groups of volunteers had participated actively of the concentrical phase and eccentric of the movement having a higher frequency of enlist (in average) in the two phases and, the behavior of the lateral vast muscle differs of the others two, in average, showing a bigger frequency of enlist in concentrical phase. Conclude that all patients presented an improvement of the enlist capacity which is related with the neurological aspects of gain during the valuation and not with the gain of muscular mass.

Keywords: osteoarthritis, electromyography, wavelet transform, physiotherapy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.....	45
Figura 2.....	49
Figura 3.....	50
Figura 4.....	50
Figura 5.....	51
Figura 6.....	51
Figura 7.....	56
Figura 8.....	58
Figura 9.....	58
Figura 10.....	59
Figura 11.....	59
Figura 12.....	60
Figura 13.....	60
Figura 14.....	61
Figura 15.....	61
Figura 16.....	61
Figura 17.....	62
Figura 18.....	62
Figura 19.....	63
Figura 20.....	63
Figura 21.....	64
Figura 22.....	64
Figura 23.....	65
Figura 24.....	65
Figura 25.....	66
Figura 26.....	66
Figura 27.....	66
Figura 28.....	67
Figura 29.....	67
Figura 30.....	68
Figura 31.....	68
Figura 32.....	69

Figura 33.....	69
Figura 34.....	70
Figura 35.....	70
Figura 36.....	71
Figura 37.....	71
Figura 38.....	71
Figura 39.....	72
Figura 40.....	72

LISTA DE TABELA

Tabela 1.....	52
Tabela 2.....	53
Tabela 3.....	53
Tabela 4.....	54
Tabela 5.....	54
Tabela 6.....	55
Tabela 7.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A⁻: Ânions

ACMC: Articulação Carpometacárpica

ADM: Amplitude de Movimento

AE: Aspectos Emocionais

AF: Aspectos Físicos

AIFD: Interfalangeanas Distais

AIFP: Interfalangeanas Proximais

AMC: Metacarpianas

AMF: Primeira Metatarsofalangeana

AS: Aspectos Sociais

CF: Capacidade Funcional

D: Dor

DAD: Doença Articular Degenerativa

E: Estatura

ECG: Eletrocardiograma

EGS: Estado Geral da Saúde

EMG: Eletromiografia

FQ: Força do Quadríceps

GA: Grupo Artrose

GC1: Grupo Controle mulheres idosas

GC2: Grupo Controle mulheres jovens

GWS: Global Wavelet Spectrum

IL – Ira: Antagonista do Receptor de Interleucina 1

IL: Índice Algo-Funcional de Lequesne

IMC: Índice de Massa Corpórea

L3: Terceira Raiz Lombar

L4: Quarta Raiz Lombar

MNF: Média das Freqüências

MDF: Mediana das Freqüências

MC: Massa Corporal

MG: Minas Gerais

NO: Óxido Nítrico

OA: Osteoartrite

OMS: Organização Mundial de Saúde

PAI – 1: Nível do Inibidor da Atividade do Plasminogênio

QQV: Questionário SF 36

RF: Reto Femoral

RMS: Root Mean Square

SM: Saúde Mental

TIMP: Inibitor of Metaloproteases

TL – 1: Interleucina 1

TL – 6: Interleucina 6

TNF: Fator de Necrose Tumoral

u – PA: Aumento Ativador de Plasminogênio

VT: Vitalidade

VL: Vasto Lateral

VM: Vasto Medial

LISTA DE SIMBOLOS

$\psi(t)$ ondeleta mãe

ψ^* complexo conjugado das ondeletas

C fator de normalização

$f(t)$ sinal temporal

$\text{Im}[W_{l,t}]$ parte imaginária dos coeficientes de ondeleta

l parâmetro de dilatação (escalas)

$p(l)$ período dos coeficientes de ondeleta

$\text{Re}[W_{l,t}]$ parte real dos coeficientes de ondeleta

t elementos do sinal

t' parâmetro de translação

$V_f(l)$ variância de ondeleta

$W_n(l)$ coeficientes da transformada de ondeleta no espaço de Fourier

l parâmetro de dilatação (escalas)

$f(t)$ sinal temporal

p período de Fourier

$p(l)$ período dos coeficientes de ondeleta

$\text{Re}[W_{l,t}']$ parte real dos coeficientes de ondeletas

$\psi_0(0)$ fator que remove a energia das escalas da transformada de ondeleta

SUMÁRIO

1. Introdução.....	18
1.1 Objetivo Geral.....	19
1.2 Objetivos Específicos.....	19
2. Revisão da Literatura.....	20
2.1 Osteoartrite	20
2.2 Articulações do Joelho.....	25
2.3 Envelhecimento.....	33
2.4 Contração muscular e eletromiografia.....	36
2.5 Transformada wavelet.....	40
3. Material e Métodos.....	45
4. Resultados.....	52
5. Discussão.....	74
6. Conclusão.....	89
Referências Bibliográficas	91
Anexo.....	100
Anexo A: Comitê de Ética em Pesquisa.....	100
Anexo B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido I – Mulheres Idosas.....	101
Anexo C: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido II – Mulheres Jovens.....	103
Anexo D: Ficha de Avaliação I – Mulheres Idosas.....	105
Anexo E: Ficha de Avaliação II – Mulheres Jovens.....	107
Anexo F: Índice Algo - Funcional de Lequesne.....	108
Anexo G: SF 36 – Pesquisa em Saúde.....	109
Anexo H: Pontuação do SF 36.....	112
Anexo H: Cálculo do Raw Scale.....	113

1. INTRODUÇÃO

O termo osteoartrite (OA) é usado para definir uma doença crônica, multifatorial, assimétrica, de origem primária ou secundária que acomete articulações diartrodiais, geralmente oligoarticular ou monoarticular, sendo comum os quadros poliarticulares. (WEISSLEDER; REIRUMONT; WITTENBERG, 2004). Embora sua patogênese exata seja desconhecida, determinantes genéticos, ambientais e biológicos são apontados em associação a fatores inflamatórios, incongruência articular, estresse mecânico e alterações neuromusculares (FRONTERA *et al*, 2001). Sua sintomatologia se instala de maneira insidiosa e progride de forma irregular entre mínima e grave incapacidade, sendo a dor a principal causa que leva o indivíduo à consulta, e se agrava com o uso excessivo da articulação, melhorando com o repouso. Esses sinais clínicos somados aos exames radiológicos e laboratoriais é que reduzem a complexidade do seu diagnóstico. Sua incidência é baixa antes dos 40 anos, aumentando progressivamente à medida que a idade avança comprometendo principalmente as articulações dos joelhos, mãos, coxofemorais e da coluna. Do ponto de vista biomecânico, o joelho é uma articulação relativamente fraca devido às configurações de suas superfícies articulares e sua resistência depende dos ligamentos que unem o fêmur à tíbia, além de a cápsula articular fibrosa que a envolve (WHITING; ZERNICKE, 2001). De todos os grupos musculares envolvidos nesta articulação o quadríceps parece ser o que mais apresenta alterações quando o processo patológico se instala, podendo a fraqueza estar presente sem necessariamente vir acompanhada de atrofia muscular ou dor, sugerindo que tal fraqueza pode decorrer, primariamente, de uma disfunção da própria estrutura muscular, ou mesmo de um fator etiológico secundário que antecede as alterações patológicas da osteoartrite de joelho. A atividade muscular pode ser mensurada com grande especificidade e detalhamento pelo registro da atividade contrátil das fibras

musculares através da utilização da eletromiografia e analisada pela transformada wavelet. Conforme literatura disponível e afeita ao tema, nos dias atuais ainda prevalece basicamente o tratamento sintomático para a OA. No entanto, sabe-se que outras formas de tratamento podem exercer influência positiva no controle de sua sintomatologia e evolução. A fisioterapia, através da utilização sistematizada de métodos de fortalecimento muscular, na mesa extensora, poderá produzir efeitos protetores às articulações dos joelhos nos diferentes estágios da vida, propiciando incremento na expectativa de vida, saúde, capacidade de manutenção no convívio familiar, social, cultural e independência do indivíduo.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente estudo foi avaliar os sinais eletromiográficos do quadríceps na mesa extensora, em mulheres acima dos 60 anos de idade com diagnóstico clínico de osteoartrite de joelho através da transformada wavelet. A quantificação dos sinais biológicos em um determinado protocolo de avaliação engloba o que se espera de um trabalho na área de Bioengenharia.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar se portadores de OA joelho, idosos ou não, podem utilizar a mesa extensora de joelhos, para aumentar ou manter a força do quadríceps através do comportamento eletromiográfico dos músculos reto-femoral (RF), vasto medial (VM) e vasto lateral (VL).

Analisar o comportamento eletromiográfico dos músculos RF, VM e VL e sua relação com os sinais clínicos da osteoartrite de joelho.

Analisar a capacidade funcional do quadríceps na mesa extensora através da quantificação dos sinais eletromiográficos pela transformada wavelet.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 OSTEOARTRITE

Os termos osteoartrite, artrose, osteoartrose, artrite degenerativa, artrite hipertrófica, doença articular degenerativa (DAD) são usados para definir uma doença crônica, multifatorial e assimétrica de articulações diartrodiais, que leva à incapacidade funcional progressiva devido a graus variáveis de inflamação e de alterações causada pela sobrecarga ocorrida nas superfícies articulares, provocando sua destruição (WEISSLEDER; REIRUMONT; WITTENBERG, 2004; COIMBRA *et al*, 2002; MARKS, 1994; WEINSTEIN *et al*, 2000). Por sua incidência e pelas freqüentes incapacidades que determina é a mais importante das doenças reumáticas (SEDA; SEDA, 2001).

A osteoartrite é uma afecção de origem primária ou secundária, ou doença articular degenerativa primária ou idiopática. O primeiro tipo parece estar relacionado ao processo de envelhecimento da articulação (desgaste e ruptura) sem fatores etiológicos locais subjacentes, caracterizando-se por forças mecânicas anormalmente altas em articulação normal, destruição limitada da cartilagem, com progressão lenta, ausência de deformidade articular significativa, sem restrição da função articular, comprometendo os indivíduos a partir da quinta década de vida. No segundo tipo existe uma osteoartrite verdadeira que apesar de não estar relacionada ao processo de envelhecimento, tem sua prevalência aumentada com a idade. Caracteriza-se pela destruição progressiva da cartilagem articular, formação de osteófitos e esclerose subcondral evoluem rapidamente levando a deformidade articular, podendo estar relacionada a fatores genéticos, sexo, raça e obesidade (WEISSLEDER; REIRUMONT; WITTENBERG, 2004; GREENSPAN *et al*, 1996).

Em sua forma secundária a osteoartrite pode ser observada em uma faixa etária muito mais jovem podendo ter sua origem tanto na cartilagem como no osso subcondral ou mesmo

na sinóvia, possui fatores etiológicos subjacentes como o pirofosfato de cálcio diidratado, trauma, artrite inflamatória, hemocromatose, acromegalia, displasia congênita do quadril, osteonecrose, corpos livres intra-articulares e ainda forças normais na articulação anormal (WEISSLEDER; REIRUMONT; WITTENBERG, 2004; ANDRADE, 2001; GREENSPAN *et al*, 1996).

O início do processo de degeneração causa uma fibrilação precoce da cartilagem hialina acompanhada de erosão e perda da integridade tecidual, com importante proliferação de osteófitos marginais, esclerose e cistos subcondrais, podendo haver também sinovite de grau variável, e erosão da cartilagem através de mecanismo enzimático ou por crescimento hiperplásico invasivo, geralmente nas fases mais evoluídas do processo (SEDA; SEDA, 2001; SKARE, 1999; DIAS *et al*, 1998).

Do ponto de vista etiológico existem controvérsias quanto aos fatores causais da doença. São apontados dentre outros, a interação de fatores inflamatórios, a incongruência articular, estresse mecânico e alterações neuromusculares. Alguns fatores de risco, como a atividade ocupacional, lesões e traumas progressivos, obesidade e doenças sistêmicas como a hipertensão arterial e a diabetes mellitus, também são apontados como causas do desenvolvimento da osteoartrite. Embora sua patogênese exata seja desconhecida, determinantes genéticos, ambientais e biológicos são importantes (COIMBRA; SAMARA; COIMBRA, 2004; FRONTERA *et al*, 2001; GREENSPAN *et al*, 1996; DIAS *et al*, 1998; COOKE, 1985).

Segundo Skare (1999), Seda e Seda (2001) e Velosa (2003) a participação dos osteoblastos e quimiocinas têm sido destacadas na patogenia da osteoartrite. Quando a osteoartrite se inicia na própria cartilagem apresenta alteração básica na rede colágena ou nos condrócitos. O desarranjo da rede colágena repercute nos proteoglicanos, em virtude da íntima correlação funcional entre esses componentes da matriz extracelular. Já os condrócitos,

maior fonte de enzimas degradadoras na osteoartrite, liberam metaloproteases, serinoproteases e tiolproteases, substâncias muito atuantes no catabolismo da cartilagem. A homeostase da cartilagem se estabelece através do equilíbrio entre agentes que atuam no seu anabolismo e catabolismo, de forma que um desequilíbrio entre eles, com predominância dos agentes catabólicos, precipita a degeneração cartilaginosa. As alterações bioquímicas podem ser verificadas durante tais processos como o papel da interleucina-1 (IL-1), da interleucina-6 (IL-6) e do fator de necrose tumoral (TNF), na liberação de proteases e citocinas antiinflamatórias, além da ação dos fatores de crescimento que contrabalançam o efeito das citocinas. Ainda neste processo ocorrem estímulos para a síntese dos componentes da matriz ou de inibidores das enzimas degradadoras, colagenase e estromelisina, seguidas por um aumento da plasmina, decorrente do aumento do ativador de plasminogênio (u-PA) e de uma diminuição do nível do inibidor da atividade do plasminogênio (PAI-1). Outro aspecto na patogenia da osteoartrite é a participação do óxido nítrico (ON) através da inibição da síntese de colágeno e proteoglicanos, ativação de metaloproteases, inativação do TIMP (*tissue inhibitor of metaloproteases*) e diminuição do antagonista do receptor de IL-1 (IL-1ra). Reconhecido por ser um poderoso indutor da resposta imune por ativar e estimular a migração de células imunes, como o sistema monócito/macrófago, provoca o aumento da concentração local de IL-1, gerando processo inflamatório danificando a matriz extracelular. Outras conseqüências deste radical livre seria a inibição da proliferação dos condrócitos, interferência na sinalização de integrinas e indução da apoptose dos condrócitos *in vitro* que se correlaciona positivamente com a gravidade da destruição cartilaginosa.

Embora os fatores desencadeantes iniciais da agressão articular ainda não sejam totalmente conhecidos, a ativação dos condrócitos e conseqüentes distúrbios do metabolismo normal iniciam e mantêm o processo destrutivo gerando um círculo vicioso capaz de perpetuar a afecção e agravá-la progressivamente. A chegada de fragmentos de colágeno,

proteoglicanos e cristais contidos no líquido sinovial à membrana sinovial estabelece à degradação cartilaginosa, favorecendo a limitação funcional e conduz à incapacidade, que por sua vez limita as atividades de vida diária, havendo déficit da qualidade de vida (MARQUES; KONDO, 1998).

A osteoartrite é geralmente oligoarticular ou monoarticular, sendo comum os quadros poliarticulares. Sua incidência é baixa antes dos 40 anos, aumentando progressivamente, à medida que a idade avança. As articulações mais frequentemente comprometidas são as interfalangianas distais (AIFD), interfalangianas proximais (AIFP), primeira carpometacárpica (ACMC), quadris, joelhos, coluna, primeira metatarsofalangiana (AMF) e as articulações comumente poupadas são as metacarpianas (AMC), punhos, cotovelos, ombros e tornozelos. As articulações dos joelhos e mãos apresentam maiores incidências nas mulheres e coxofemorais em homens. Mais raramente e de forma secundária a traumatismos e outras causas, são comprometidos os punhos, cotovelos, ombros e tornozelos (WEISSLEDER; REIRUMONT; WITTENBERG, 2004; SEDA; SEDA, 2001).

Como regra, a osteoartrite não apresenta manifestações sistêmicas, nem mesmo quando os quadros são poliarticulares. A sintomatologia se instala de maneira insidiosa e progride de forma irregular para mínima ou para grave incapacidade (SEDA; SEDA, 2001). Os sintomas podem ser objetivos e subjetivos, sendo a dor a principal causa que leva o indivíduo à consulta, agrava com o uso da articulação, melhora com o repouso e apresenta ritmo circadiano (WEISSLEDER; REIRUMONT; WITTENBERG, 2004; SEDA; SEDA, 2001; BELLAMY *et al*, 1990). Os sinais e sintomas mais frequentes são: rigidez matinal e após o repouso inferior a 30 minutos, dor à palpação dos bordos articulares, crepitação, edema, deformidades angulares, frouxidão ligamentar, alterações neuromusculoesqueléticas, alterações proprioceptivas, diminuição da velocidade da marcha, da força muscular e da capacidade aeróbica (WEISSLEDER; REIRUMONT; WITTENBERG, 2004; MARKS, 1993;

1994; FISHER *et al*, 1994; BARRET *et al*, 1991).

De acordo com Weissleder, Reirumont e Wittenberg (2004), Seda e Seda (2001), Andrade (2001), Dias *et al* (1998) e Greenspan *et al* (1996) o diagnóstico da osteoartrite é complexo e em geral é realizado a partir de critérios clínicos, radiológicos e laboratoriais. Nos achados laboratoriais do líquido sinovial pode ser encontrado: alta viscosidade, teste da mucina normal, leucocitose leve ($<2.000/\text{mm}^3$) e nos achados radiológicos pelo menos cinco achados característicos são encontrados como: a redução do espaço articular, geralmente assimétrico, esclerose subcondral, cistos subcondrais (cistos verdadeiros ou pseudocistos), osteófitos, ausência de osteoporose.

Dessa forma, o indivíduo deve apresentar de 3 a 5 das seguintes características: idade acima dos 50 anos, rigidez matinal com duração inferior a 30 minutos, crepitação, alargamento ósseo, dor à palpação das bordas articulares, ausência de calor local, osteófitos e fator reumatóide negativo.

O tratamento da osteoartrite ainda é basicamente sintomático, mas atualmente, já se pode exercer alguma influência positiva no controle de sua sintomatologia e evolução, através da identificação de alguns fatores de risco, passíveis de intervenção precoce. No tratamento clínico, há um conjunto de medidas que deve ser seguida, iniciando com a preparação psicológica e a educação do indivíduo, repouso, imobilização, dieta adequada, os medicamentos, a fisioterapia, a orientação do exercício físico e das atividades de vida diária – ocupação, que visem à melhora da capacidade funcional, mecânica e clínica destes indivíduos. Já o tratamento cirúrgico, muitas vezes pode ser necessário para os portadores de osteoartrite graus I e II, com comprometimento progressivo da independência das atividades de vida diária associado à falha do tratamento conservador, e os tipos de cirurgia mais indicados são desbridamento artroscópico, osteotomias e artroplastias (WEISSLEDER; REIRUMONT; WITTENBERG, 2004; COIMBRA, 2002).

O prognóstico da osteoartrite varia enormemente de articulação para articulação, mas convém notar que a evolução do estado mórbido é quase sempre lenta contada em anos, permitindo previsão razoavelmente boa para a maioria dos anos. As localizadas em joelhos e coxofemorais são as mais invalidantes, por influenciarem diretamente a locomoção do indivíduo (SEDA; SEDA, 2001).

Com a identificação dos vários fatores de risco para a osteoartrite, alguns modificáveis e tratáveis, hoje já é possível pensar em um planejamento profilático para essa doença, embora algumas limitações na reabilitação dos portadores da osteoartrite ainda existam.

2.2 ARTICULAÇÃO DO JOELHO

O joelho é uma articulação sinovial do tipo gínglimo, sua estrutura é complexa, pois compreende três compartimentos principais: femorotibial medial, femorotibial lateral e o femoropatelar que estão posicionados entre os ossos da patela e do fêmur. Os ossos envolvidos na articulação do joelho são: fêmur, tíbia e patela, sendo que as faces articulares constam dos grandes côndilos curvos femorais, dos côndilos achatados da tíbia e das facetas da patela. Na posição de pé, os fêmures estão posicionados obliquamente, isto produz um ângulo aberto na face lateral do joelho, em direção ao qual a patela tende a ser luxada quando o quadríceps se contrai (WHITING; ZERNICKE, 2001).

A articulação do joelho é relativamente fraca, do ponto de vista mecânico, devido às configurações de suas superfícies articulares. Cada côndilo femoral corresponde a um platô tibial e entre elas uma área intercondilar, considerada não articular. A resistência da articulação do joelho depende dos ligamentos que unem o fêmur a tíbia, além de a cápsula articular fibrosa que envolve toda a articulação (WHITING; ZERNICKE, 2001; MOORE, 1994).

Os principais movimentos que ocorrem nesta articulação são os de flexão e extensão da perna, mas também ocorre alguma rotação com a perna fletida, sendo que o movimento de flexão normalmente é interrompido quando a panturrilha faz contato com a coxa e a extensão pela ação dos ligamentos do joelho (MOORE, 1994).

Os músculos, vasto lateral (VL), vasto medial (VM) e (RF) formam juntamente com o Vasto Intermédio (VI) o grupo muscular denominado Quadríceps Femoral. O Quadríceps Femoral compreende a maior parte da superfície anterior e lateral do Fêmur e se constitui no músculo extensor de joelho (WHITING; ZERNICKE, 2001). O VL origina-se a partir da região proximal da linha intertrocantérica, nas bordas anterior e inferior do trocânter maior, no lábio lateral da tuberosidade glútea, e na metade proximal do lábio lateral da linha áspera do fêmur. A inserção é no tubérculo da tíbia através do tendão do Quadríceps, e a inervação no nervo Femoral, divisão posterior do plexo lombar e raízes L3, L4. Com relação ao VM, este se origina a partir da linha intertrocantérica, do lábio medial da linha áspera do fêmur, da parte proximal da linha supracondilar medial do fêmur, dos tendões dos adutores longos e magnos, o do septo intermuscular medial. Sua inserção é no tubérculo da tíbia através do tendão do Quadríceps e inervada pelo Nervo Femoral, divisão posterior do plexo lombar e raízes L3, L4. E o RF apresenta duas origens sendo uma na espinha ilíaca ântero-inferior (anterior) e a outra no sulco acima do contorno do acetábulo (posterior). O músculo segue em trajetória retilínea cobrindo o meio da coxa, daí o nome de RF. Este músculo tem a inserção na base da patela através do tendão do Quadríceps. Os tendões dos quatro músculos do Quadríceps se unem formando um único e forte tendão ligado à base da patela. Assim como o demais músculo é inervado pelo nervo Femoral, divisão posterior do plexo lombar e raízes L3, L4 (WHITING; ZERNICKE, 2001; MOORE, 1994).

De acordo com literatura afeita ao tema, vários estudos analisaram a composição e a distribuição das fibras musculares do quadríceps mediante autópsia de cadáveres. Uma das

vantagens em se obter informações a partir de cadáveres é o fato de que as distribuições das fibras musculares não se apresentam de forma homogênea por todo o músculo, demonstrando diferença quanto à composição das fibras musculares entre os materiais obtidos na superfície muscular e na região mais profunda do músculo. Em relação às propriedades arquitetônicas dos músculos VL, VM e RF, o VL mostrou-se mais pesado e com maior área de secção fisiológica seguido pelo VM e RF, mostrando-se mais forte em relação aos outros dois músculos, no entanto, o RF mostrou maior proporção de fibras musculares do tipo II (IIa e IIb) contração rápida, seguido pelos músculos VL e VM. Os músculos VL e VM, juntos, são responsáveis por 50% da produção de força desse grupo muscular (JOHNSON *et al apud* OKANO, 2004).

O músculo quadríceps femoral é responsável por diversas ações relacionadas às atividades cotidianas dos indivíduos ao realizarem a extensão vigorosa do joelho tais como: corrida, saltos, levantamento de pesos e até o simples ato de levantar-se de uma cadeira (TARTARUGA *et al*, 2005). Dessa forma, podemos observar que este grupo muscular exerce funções tanto dinâmicas como estáticas. Sua função estática consiste em evitar a flexão do joelho na posição ortostática enquanto que a dinâmica a extensão vigorosa do joelho (WEINECK, 1999).

Um outro aspecto que difere os músculos VL e VM do músculo RF está relacionado à mecânica apresentada por eles. VL e VM são músculos mono-articulares, e possuem alta capacidade de produção de força. Por outro lado, o RF, por cruzar a articulação do joelho e do quadril, se constitui num músculo biarticular, tendo a função de distribuir a força para ambas as articulações, além de controlar a direção do movimento. Dessa forma ao realizar exercícios de flexão e extensão é evidente a participação efetiva do músculo RF, havendo predomínio da força explosiva na fase inicial do movimento (BANKOFF *et al*, 2000; HALL, 1993). Uma disfunção na atividade contrátil dos músculos que compõem o quadríceps será compensada

pelos músculos adjacentes aumentando as forças de contato na articulação do joelho favorecendo o processo degenerativo articular (FITZGERALD *et al*, 2004; SHARMA *et al*, 2003).

A osteoartrite de joelho também classificada como gonoartrose, pode comprometer tanto o compartimento fêmoro-patelar como a fêmoro-tibial medial e lateral, afetando-os separado ou simultaneamente. É a articulação periférica mais acometida, predominando entre os 51 e os 60 anos de idade, no sexo feminino, eventualmente associado à presença de obesidade (FRONTERA *et al*, 2001; GREENSPAN *et al*, 1996). Sendo de origem primária ou secundária, a osteoartrite desenvolve-se na cartilagem devido a graus variáveis de inflamação e alterações de sobrecarga nas superfícies articulares provocando sua destruição ao longo do tempo (FRONTERA *et al*, 2001). Podendo ser incluída às profissões que exigem a flexão de joelhos de forma prolongada e repetitiva associada à má postura. Esses fatores podem gerar desfavorecimento biomecânico durante a realização de certas tarefas determinando alterações entre as partes do corpo que sobrecarregam as estruturas de suporte, podendo resultar em dor (SEDA; SEDA, 2001; SACCO *et al*, 2003). Outro aspecto frequentemente associado às taxas de perda da cartilagem nas formas secundárias de osteoartrite são os maus alinhamentos articulares do joelho, como o varo ou valgo (SLEMENDA *et al*, 1997). O alinhamento em varo aumenta a vantagem de progressão de osteoartrite tibiofemoral medial, enquanto que o alinhamento valgo a osteoartrite tibiofemoral lateral. Além disso, a frouxidão dos ligamentos associados à força do quadríceps parece ter uma relação direta com a evolução da osteoartrite do joelho (CICUTTINI *et al*, 2004; CAHUE *et al*, 2004).

A fraqueza do quadríceps pode estar presente em pacientes com osteoartrite sem necessariamente vir acompanhada de atrofia muscular ou dor, sugerindo que a fraqueza pode decorrer primariamente de uma disfunção da própria estrutura muscular, um fator etiológico secundário que antecede as alterações patológicas da osteoartrite (FITZGERALD *et al*, 2004;

SCHMITT, 2003; SLEMENDA *et al*, 1997). Portadores de osteoartrite podem ainda apresentar alterações na massa muscular, capacidade funcional, torque isocinético do quadríceps, e estas alterações parecem não ter relação com a função sensoriomotora do quadríceps e com a cinemática da articulação do joelho durante a marcha dos indivíduos acometidos pela osteoartrite (GUR *et al*, 2003; BENNELL *et al*, 2004).

Os sintomas variam em função da gravidade da lesão, como a dor, que no início aparece quando a articulação é mais solicitada, mas à medida que o processo se agrava surge após pequenos esforços e até mesmo ao repouso. O exame físico pode detectar aumento de volume da articulação, atrofia do quadríceps, dor à palpação das interlinhas articulares e à mobilização da patela, que pode estar parcial ou totalmente bloqueada, crepitação palpável à flexão-extensão, limitação da mobilidade articular, calor e derrame, quando há componente inflamatório. Em todas essas circunstâncias parece haver um fator comum, a sobrecarga localizada de uma área que leva à destruição cartilaginosa com exposição do osso subcondral, produzindo dor (GREENSPAN *et al*, 1996). Embora essas circunstâncias possam contribuir para a fraqueza muscular do quadríceps, a exacerbação da instabilidade do compartimento articular durante a fase de apoio do calcâneo na marcha pode tornar-se um mecanismo compensatório necessário para minimizá-la. Os desalinhamentos em extensão e a fraqueza da porção medial do quadríceps, principalmente do vasto medial oblíquo são também considerados causadores de dor na região anterior do joelho determinado pelo aumento do vetor lateral da articulação femoro-patelar, por maior atividade contrátil dos músculos laterais do quadríceps, alterando o movimento da patela. Outra causa de dor seria a contratura do próprio quadríceps, causando aumento da pressão na articulação femoro-patelar (DUPUY; CHEW; RHEA, 2004; BECKER *et al*, 2004; BENNELL; HINMAN; METCALF, 2004).

Apesar da complexidade dos sintomas, uma das características mais importantes da epidemiologia da osteoartrite é a falta de concordância entre os sintomas e o quadro

radiológico, evidenciando grosseiramente que dois terços dos pacientes com características radiológicas de osteoartrite não apresentam sintomas ou são oligossintomáticos, e que os pacientes com envolvimento precoce apresentam rigidez articular com destruição progressiva da cartilagem e dor quando sobrecarregam a articulação afetada (FRONTERA *et al*, 2001).

De acordo com a literatura disponível e afeita ao tema os achados radiológicos para osteoartrite de joelho deve ser o estreitamento do espaço articular, densidade aumentada e espessamento do osso subcondral, cistos subcondrais, excrescências ósseas marginais e ausência de osteoporose acentuada. No exame radiológico de joelho os compartimentos femorotibial medial e femoropatelar estão comumente envolvidos, podendo ser visualizados as alterações nas incidências ântero-posteriores e laterais do joelho. O envolvimento do compartimento medial favorece uma configuração em varo, enquanto que o envolvimento do compartimento lateral leva a uma configuração em valgo. O compartimento articular femoropatelar comumente envolvido na osteoartrite primária, pode ser visualizado nas incidências laterais e axiais da patela. Um sinal radiológico visualizado na incidência axial é o “sinal do dente” da patela, formado pela deposição de cristais na inserção vertical do quadríceps, base da patela e representa um tipo de alteração degenerativa (entesopatia) não relacionada à osteoartrite femoropatelar e sim ao estresse presente nesta região, principalmente após a quinta década de vida (DUPUY *et al*, 2004).

Para o tratamento clínico é indicada a terapia farmacológica tendo como principal indicação terapêutica à dor do paciente, uma vez que nenhuma droga modificadora da doença foi definida para a osteoartrose. Estão incluídos como propedêutica clínica de base, os antiartrósicos sintomáticos de ação lenta, condroprotetores, corticóides, medicações intra-articulares e de uso tópico conforme Nakamura *et al* (2001), Silverfield *et al*(2001), Wadell *et al* 2001 *apud* Pereira (2002) e também referenciados por (COIMBRA *et al*, 2002; HOCHBERG, 2000; REGINSTER, 2001; APPELBOOM, 2001; PELLETIER, 2000). O

Acetaminofen deve ser a droga utilizada como tratamento conservador inicial, sugerido pelo subcomitê do Colégio Americano de Reumatologia, tanto para a osteoartrose de quadril como de joelho. Dentre os medicamentos também estão incluídos os antiinflamatórios não hormonais (sendo os mais comuns na clínica o Naproxen e o Piroxicam), que segundo (ACEVEDO *et al*, 1989), parecem exercer iguais efeitos farmacológicos e que, de acordo com (HOCHBERG, 2000), esta propedêutica deve ser utilizada se a terapia não farmacológica e a utilização do acetaminofen falharem em levar ao alívio adequado dos sintomas, porém existe uma discordância entre a prática clínica e adaptação do paciente para tais indicações farmacológicas (FRAENKEL *et al*, 2004).

O tratamento fisioterapêutico se concentra na recuperação da função e da mobilidade através da utilização da cinesioterapia, exercícios aeróbios – para o condicionamento físico, no controle da dor e modulação do processo inflamatório com uso da termoterapia e eletroterapia, hidroterapia e massoterapia, e ainda na reeducação postural muitas vezes necessária, o aconselhamento, assim como a indicação de órteses para auxiliar a marcha (WELCH *et al*, 2001; SEDA; SEDA, 2001; FRANSEN *et al*, 2001; SKARE, 1999; DIAS *et al*, 1998; ETTINGER *et al*, 1997; FRANSEN *et al*, 1997).

Ao esclarecer o paciente sobre a doença deve-se salientar que a mesma não é sinônima de envelhecimento, podendo ou não interferir na capacidade funcional, e que a intervenção terapêutica trará considerável melhora na sua qualidade de vida; envolver e estimular o paciente como um agente ativo em seu programa de reabilitação; orientar sobre o uso de rampas e escadas; propor medidas ergonômicas no trabalho doméstico ou profissional e estimular a prática de atividade física, porém, sob orientação de um profissional habilitado (COIMBRA *et al* 2002; HOCHBERG, 2000). Estudos longitudinais recentes, concluem que programas de exercícios controlados, elaborados principalmente, para osteoartrite de joelho são benéficos para prevenir o acelerado processo de degeneração e a dor, resultado de desuso,

deformidade e incongruência articular sem causar degeneração adicional (HUANG; LIN; LEE *et al*, 2005). Outros autores citam que programas terapêuticos que incluam exercícios musculares isocinéticos para fortalecimento são mais efetivos que os exercícios isométricos ou isotônicos por diminuir a inaptidão, melhorarem a força muscular e a habilidade de deambulação (COSTA, 2003; MARQUES; KONDO, 1998). Porém, para que se alcance melhores resultados os pacientes submetidos a este tipo de programa de exercícios devem receber educação consistente, encorajamento e acompanhamento adequado (HUANG; LIN; LEE *et al*, 2005).

2.3 ENVELHECIMENTO

Com o avanço das ciências e a melhoria em todos os aspectos das condições de vida, principalmente nos últimos 25 anos, têm contribuído para o acréscimo da expectativa da vida e redução da mortalidade tanto nos países desenvolvidos como na maioria dos países em desenvolvimento. Essa tendência tem causado nos diversos níveis e setores da sociedade uma preocupação constante em minimizar ou até mesmo evitar os efeitos negativos ao organismo referente à saúde, à aptidão física e às doenças, advindos com o acréscimo da idade cronológica (MATSUDO *et al*, 2000).

O mundo possui hoje, número elevado da população em fase de envelhecimento, e no Brasil consta-se de aproximadamente 14 milhões de idosos, em Minas Gerais cerca de 10% do total esta representada por esta população. Em 2020, estima-se o país atinja a casa dos 31 milhões (IBGE, 2001), causando preocupação não só com a quantidade de anos que se vive a mais, mas principalmente, com a manutenção bio-psico-social ao avançar da idade (SILVA *et al*, 2002).

Muitas são as alterações decorrentes do processo de envelhecimento cronológico, e frequentemente encontra-se na literatura, aquelas relacionadas às variáveis antropométricas, como o aumento do peso corporal, especialmente dos 40 aos 60 anos de idade, com diminuição após os 70 anos; diminuição gradativa da estatura corporal determinada pela perda de massa óssea, modificadores do índice de massa corpórea (IMC); diminuição da massa livre de gordura e de seus componentes (mineral, água, proteína e potássio) e diminuição da taxa metabólica de repouso. Estes fatores alteram a massa músculo esquelética, justificada pela diminuição do número e tamanho das fibras musculares (em especial, as fibras de contração rápida do tipo IIb), desorganização da estrutura dos sarcômeros, deformidade no núcleo da célula muscular, aumento no número de mitocôndrias, anormalidades nas células satélites, espessamento da parede dos vasos, engrossamento e diminuição da membrana sináptica. Já as alterações metabólicas, parecem afetar a aptidão física provocando diminuição na potência aeróbica (consumo máximo de oxigênio) de aproximadamente 1% ao ano, mesmo em indivíduos ativos, que se inicia em torno dos 50 anos de idade, porém estas perdas parecem ser menores, quando comparado a indivíduos sedentários (MATSUDO *et al*, 2002; SILVA; BARROS, 2006; MATSUDO *et al*, 2000; GERSTEN, 1991). A somatória destes eventos determina a perda da massa muscular e, conseqüentemente, da força e resistência modificando o comportamento motor, tendendo a um declínio generalizado em suas funções que parece favorecer o desenvolvimento das doenças crônico-degenerativas, deterioração da mobilidade e da capacidade funcional do indivíduo que está envelhecendo, porém, uma significativa porção destas perdas parece estar mais relacionada ao estilo de vida sedentário tão frequentemente associada ao envelhecer (CARVALHO *et al*, 2004; MATSUDO *et al*, 2003; DIAS; DIAS, 2002; FLORINDO, 1998, GERSTEN, 1991). Comparando o músculo vasto lateral de indivíduos de 15 a 83 anos de idade (LEXELL *apud* MATSUDO, 2000), encontraram uma diminuição na área transversa e muscular de 40%, alteração na forma e

diminuição do número total de fibras musculares do tipo II de 26% nos indivíduos maiores de 70 anos e uma diferença na composição da área muscular total de 70% nos indivíduos jovens contra 50% de idosos.

A prática sistematizada de exercícios físicos produz efeitos protetores contra a evolução das alterações histo-morfológicas músculoesqueléticas, desfavorecendo a evolução das doenças crônico-degenerativas nos diferentes estágios de vida, inclusive quanto às alterações relacionadas ao quadríceps, que propiciará não somente incremento na expectativa de vida e saúde do indivíduo, mas acima de tudo, à sua independência, que determina a capacidade de manutenção do convívio familiar, social e cultural (MARIN *et al*, 2003; ENVELHECIMENTO, 2006; ACSM, 1998). É sabido que a participação em atividade física regular propicia um grande número de respostas favoráveis que contribuem para um envelhecimento mais saudável (COSTA, 2003).

Levando em conta a maior sobrevivência da população idosa, essencialmente urbana com hábitos de vida sedentários e a corrente popularidade da atividade física, principalmente os trabalhos musculares específicos – musculação – devem ser individualizados, para que os idosos possam aproveitar dos seus benefícios (CARVALHO *et al*, 2004).

No entanto, medidas de avaliação mais abrangentes fazem-se necessário na busca por achados concisos para orientação preventiva da população, principalmente no que diz respeito à orientação sobre a prática de atividade física para pessoas idosas, e ainda, para aquelas portadoras de osteoartrite de joelhos (SANTOS *et al*, 2002; TARTARUGA *et al*, 2006).

Com a crescente procura da população idosa pelas academias de ginástica, uma preocupação atual deve ser com a compatibilidade dos aparelhos para esta população, o controle da intensidade de esforço e a busca por métodos de prescrição que respeitem a individualidade biológica de cada indivíduo neste tipo de atividade, e no que diz respeito aos portadores de osteoartrite de joelho, com possível disfunção do quadríceps, essa preocupação

deve ser ainda maior com orientações específicas dos profissionais da saúde (CARVALHO *et al*, 2004; MORAES, 2003).

As máquinas com pesos, encontradas em clínicas de reabilitação e academias de ginástica, atualmente buscam o treinamento de múltiplos grupos musculares em padrões combinados, porém, a mesa extensora de joelho, projetada com a finalidade de isolar o grupo muscular específico para o treinamento, impõe ao músculo quadríceps um alto grau de exigência, permitindo excursão de movimento, que se não estiver sob orientação adequada, pode trazer danos ao compartimento articular do joelho e à estrutura muscular adjacente. Em geral estas máquinas possuem pilhas de lâminas que pesam de 2,3 a 9,2 kg cada, sendo estas lâminas separadas por um pino e configuradas de acordo com o treinamento muscular que se deseja, tendo como vantagem a resistência relativamente constante em toda amplitude de movimento, assim como, a posição do assento regulável para permitir o alinhamento do eixo articular com o eixo da máquina e a segurança, pois o indivíduo fica estabilizado sobre o equipamento evitando assim risco de quedas e lesão em virtude da instabilidade (MORAES, 2003; HALL; BRODY, 2001). Prejuízos físicos podem ocorrer e muitas vezes estão associadas à desvantagem das máquinas, por serem restritas a pesos, amplitude e padrão de movimento fixo e bidimensional, realizados bilateralmente, além do tempo de permanência em uma determinada postura e por não possuir dimensão adaptável à maioria da população usuária (OLIVEIRA, 2004; SACCO *et al*, 2003; HALL; BRODY, 2001,).

Segundo a Academia Americana de Ortopedia, postura é definida como um arranjo relativo das partes do corpo e, como critério de boa postura, deve existir equilíbrio entre suas estruturas de suporte, músculos e ossos, independentemente da atitude (ereta, deitada, agachada, curvada), com menor gasto energético e em posição alinhada não oferecendo risco às estruturas corporais (WEINSTEIN; BUCKWALTER, 2000).

Para Olney e Culham, (1998), o alinhamento postural ideal é aquele cuja manutenção exige um mínimo de esforço e que provoque mínimo de tensão ao nível das articulações. Esta atitude corporal é dependente do equilíbrio, que envolve uma tarefa motora complexa, cuja função básica é determinada pelo posicionamento adequado do centro da gravidade do corpo, sobre alguma área de sustentação (SACCO *et al*, 2003).

Embora a força muscular seja uma variável importante, ainda não está claro o critério mais adequado para o controle da intensidade de esforço neste tipo de atividade muscular (SILVA; BARROS, 2006). O controle de cargas iniciais em sessões de exercícios resistidos com peso na maioria das vezes decorre da experiência do profissional de academia ou educador físico, que utilizam os conceitos de equações preditivas e teste de força (SANTOS *et al*, 2002). A aplicação destes conceitos apresenta vantagens e desvantagens, o que torna necessário à busca por outros procedimentos que contribuam para uma melhor eficácia no monitoramento do treino com cargas, principalmente com o aumento da expectativa de vida da população (MOURA *et al*, 2003; SANTOS *et al*, 2002).

2.4 CONTRAÇÃO MUSCULAR E ELETROMIOGRAFIA

Qualquer célula para permanecer viva necessita de uma determinada atividade elétrica que regule suas relações com o meio na qual está inserida. Esta atividade elétrica origina-se pelo fato das células serem envolvidas por uma membrana bi-lipídica, que permite aos fluidos dos espaços intra e extracelular se misturarem, além de possuir estruturas que permitem o intercâmbio entre substâncias específicas e seus compartimentos. A composição do fluido intracelular caracteriza-se pela alta concentração dos cátions potássio (K^+) e de proteínas ânions (A^-), por outro lado o fluido extracelular é rico em cátions sódio (Na^+) e ânions cloro (Cl^-). O gradiente de concentração de (Na^+) e (K^+) em ambos os lados da

membrana, resulta na criação de um potencial elétrico conhecido como potencial de membrana, que para a maioria das células varia entre (-60 e -90 mV), sendo o interior da célula negativo em relação ao meio externo. Ligeiras variações ocorrem como resultado das mudanças na composição iônica dos fluidos (GUYTON, 1989).

Um comportamento completamente diferente está associado, contudo à chamada excitabilidade de membrana encontrada nos nervos e nas células musculares. O potencial de membrana destas células, a partir do potencial de repouso de (-60 a -90 mV), pode mudar em milisegundos para aproximadamente (+20 ou +50 mV). Essa rápida mudança no potencial transmembrana é denominada potencial de ação. Os potenciais de ação são responsáveis pela rápida transferência de informação e, nos músculos têm a tarefa de iniciar a contração muscular que se manifesta pela movimentação do corpo e a geração de força, seguida do relaxamento (RASSIER; HERZOG, 2004; AIRES *et al*, 1999; GUYTON, 1989).

A mensuração da atividade muscular pode ser realizada, com grande especificidade e detalhamento, através do registro da atividade contrátil das fibras musculares pela utilização da eletromiografia, que teve seu início com Galvani, no final do século XVIII, quando publicou que os músculos esqueléticos se contraem ao serem estimulados com eletricidade e que ao contrair-se por qualquer motivo geram uma corrente ou tensão perceptível (MEDINA; FERRARI, 2003; BASMAJIAN, 1976).

Durante décadas a eletromiografia foi aplicada para diagnóstico clínico, não objetivando a cinesiologia básica, atualmente, vem sendo utilizada para se conhecer a atividade elétrica produzida por diferentes grupos musculares ou por um determinado músculo, quando as unidades motoras são ativadas (MORAES, *et al* 2003; BASMAJIAN, 1976).

A forma de registrar a atividade elétrica de um determinado músculo ou grupos musculares pode ser dividida em dois tipos: de profundidade e de superfície.

Na eletromiografia de profundidade os eletrodos são posicionados no interior do músculo (método invasivo), em contato direto com um conjunto de fibras musculares, sendo este tipo de registro não representativo quando o objetivo é estudar a atividade global de um músculo (CORREIA *et al*, 1993 *apud* RODRIGUEZ-AÑEZ, 2004). Na eletromiografia de superfície os eletrodos são posicionados sobre a pele e captam a soma da atividade elétrica das fibras musculares ativas, através da coleta dos potenciais que ocorrem no sarcolema das diversas fibras ativadas e que são conduzidos pelos tecidos e fluidos envolventes até a superfície do tecido cutâneo. Essa forma caracteriza um modo não invasivo e de fácil execução, além de propiciar a análise global da atividade contrátil do músculo. O comportamento da atividade espectral é composto principalmente pela despolarização e repolarização da membrana e velocidade de condução do sinal é que determinam o sinal eletromiográfico, porém, estas fontes são diferentes para as diferentes fibras do músculo (TSCHARNER; GOEPFERT, 2006; CORREIA *et al* *apud* RODRIGUEZ-AÑEZ, 2004; SELLA *et al*, 2002; SILVA; GONÇALVES, 2003; GUYTON, 1989).

Na eletromiografia de superfície a configuração dos eletrodos pode seguir duas formas: a monopolar onde um eletrodo é disposto sobre o feixe muscular de interesse e o outro eletrodo (chamado de referência) em num ponto não afetado pela atividade elétrica do feixe muscular de interesse, mede-se então a diferença de potencial entre estes dois pontos; a forma bipolar consiste em posicionar dois eletrodos sobre a região que se deseja estudar e o terceiro eletrodo chamando terra fica posicionado num local não afetado pela atividade da região de interesse, medindo-se a diferença de potencial elétrico entre os dois eletrodos que estão sobre a região de interesse, tomando-se como referência o eletrodo terra. Desta forma é possível a utilização de amplificadores diferenciais de alto ganho, o que em última análise melhoram significativamente a relação sinal-ruído, uma vez que os ruídos presentes nos cabos que levam o sinal dos eletrodos ao condicionador são subtraídos pelo amplificador diferencial

determinado a vantagem em se utilizar a forma bipolar (MORITANI *et al*, 2005; THOMAS *et al*, 1999).

Para que o processo de coleta dos sinais aconteça de forma adequada alguns parâmetros devem ser controlados, como: a distância entre os eletrodos, a dimensão e seus posicionamentos, além da preparação da pele para minimizar a impedância desta. Outros parâmetros não controláveis como a frequência de recrutamento das unidades motoras e o tipo de contração (estática e dinâmica) são inerentes à coleta do sinal eletromiográfico, portanto, necessitam da quantificação e normalização dos sinais para que seja possível a comparação entre músculos e sujeitos favorecendo a precisão do comportamento do sinal (KARLSSON; GERDLE, 2001; CONFORTO, ALESSIO, PIGNATELLI, 1999; BASMAJIAN, 1976).

Formas convencionais de análises estatísticas são largamente empregadas para interpretação dos dados eletromiográficos como as análises da Root mean square (RMS), média das frequências (MNF) e a mediana das frequências (MDF). No entanto, os resultados destas análises podem conter interferências adquiridas durante o processo de coleta dos dados determinando resultados não consistentes (KARLSSON; GERDLE, 2001). Na tentativa de eliminar estes riscos Conforto, Alessio e Pignatelli (1999) utilizaram em seus estudos uma forma de processamento do sinal eletromiográfico executado por meio da transformada wavelet, algoritmo contido em pacote da Matlab, através da calibração sequencialmente dos segmentos do sinal obtido chamado *Global Wavelet Spectrum (GWS) ou Espectro de Ondelela Global*. Que é o cálculo da média espectral das frequências através da somatória das frequências existentes no período considerado pela transformada e posterior normalização destes valores (KARLSSON; GERDLE, 2001). Esta forma de análise elimina os efeitos citados acima, extraindo os sinais com sincronismo consistente e com redução da distorção, sem afetar o componente mioelétrico. Isto é, a transformada wavelet gera um gráfico que mostra a dispersão média do sinal em um período de oscilação, caso o sinal tenha alguma

característica sincrônica. Se o sinal coletado durante a execução do movimento não possuir tal característica é possível determinar quando ocorreram os picos de frequência e em qual intensidade. Estes resultados podem ser observados pela *GWS*, algoritmo computacional que ilustra as frequências através do tempo (KELENCZ; MAGINI, 2006).

2.5 TRANSFORMADA WAVELET

A transformada de Fourier, batizada em homenagem a Jean-Baptiste Joseph Fourier, é uma transformada integral que expressa uma função em termos de funções de base sinusoidal, como soma ou integral de funções sinusoidais multiplicadas por coeficientes "amplitudes". Existem variações diretamente relacionadas desta transformada, dependendo do tipo de função a transformar. As técnicas de Fourier permitem separar os conteúdos espectrais, mas mostram-se pobres em descrever ao mesmo tempo as condições temporais, isto é, padrões não estacionários. Demonstrando que a transformada de Fourier tradicional não é recomendável na investigação de fenômenos não-estacionários ou naqueles em que o sinal sofre variações bruscas (FARGE *apud* SÁ *et al*, 1998).

Segundo Sá *et al* (1998), Gabor (1946) foi um dos primeiros a ressaltar a limitação da análise convencional de Fourier e a sugerir uma estratégia de análise do sinal em tempo-escala. Então, ele propôs um método no qual uma repartição da informação no tempo e na frequência provocaria alterações como: quanto melhor a localização temporal, pior seria a frequência e vice-versa. Isto favorece as vantagens da aplicação do método de Gabor em relação àquele clássico de Fourier. O método de Gabor, todavia, apresenta o grande inconveniente de possuir janela de comprimento fixo, desvantagem considerável quando se deseja analisar sinais cujas variações podem ocorrer em muitas escalas.

A transformada wavelet ou ondeleta, cuja base matemática foi constituída recentemente parece oferecer uma alternativa vantajosa à transformada Fourier nestas situações (MEYER *apud* REBOITA, 2004). A transformada wavelet decompõe a informação contida na série temporal, tanto em tempo quanto em escala (frequência). Assim, pode ser concebida como uma espécie de transformada de Fourier evolutiva (KARLSSON; GERDLE, 2001). Tal limitação parece então ter sido superada pela transformada wavelet, onde a janela varia não somente por translação, mas também por dilatação ou contração, como se fosse uma “sanfona”. A origem da transformada wavelet remonta aos anos 30, quando, ainda sem características definidas podia ser discretamente identificada em trabalhos de Análise Funcional e outros ramos matemáticos. A transformada wavelet ou de ondeleta foi desenvolvida na década de 1980, por pesquisadores como Morlet, Grossmann, Meyer e Daubechies (REBOITA, 2004; FARGE, 1992). Sua emancipação ocorre neste período, sendo fruto de seu uso e aplicação em prospecção mineral, análise e tratamento de imagens, entre outros (KARLSSON; GERDLE, 2001).

A transformada wavelet é uma ferramenta de processamento de sinais que apresenta vantagens sobre as técnicas clássicas de Fourier: suas funções bases (wavelets) não pertencem a um espaço finito de soluções, isto é, existem teoricamente infinitas possibilidades de se projetar wavelets com propriedades especiais, voltadas para aplicações específicas. A análise de sinais com wavelets permite a extração dos dados coerentes tanto no domínio da frequência quanto no domínio do tempo. Isto é, a transformada wavelet são formas de funções gerais que geram além da estimação espectral um estudo da variabilidade temporal deste espectro podendo ser expressa como uma série infinita de wavelets ou ondeletas (HOSTENS *et al*, 2004).

O termo ondeleta refere-se a um conjunto de ondas formadas por dilatação

$\psi(t)$ e $\psi(2t)$] e translação $[\psi(t) \rightarrow \psi(t+1)]$ de uma única função $\psi(t)$, que é quadraticamente integrável sobre o campo dos reais ou espaço $[L^2(\mathbb{R})]$ e possui energia finita. A função $\psi(t)$ pode ser chamada de “ondeleta mãe”, “ondeleta básica” ou “ondeleta analisadora”, enquanto que as funções dilatadas e transladadas derivadas da ondeleta mãe são chamadas simplesmente de “ondeletas” (WENG ; LAU, 1994).

A análise subjacente da transformada wavelet consiste em uma idéia básica para expressar um sinal como uma combinação linear de uma série de funções particulares obtida por deslocamento e ampliação de uma única função. A decomposição do sinal conduz a uma série de coeficientes chamados coeficiente wavelet. A fim de obter uma reconstrução exata do sinal, um número suficiente de coeficientes tem que ser computado, sendo que sua principal característica é a localização tempo-freqüência que reproduz através da calibração do sinal a localização das freqüências baixas e altas apropriada para caracterizar a maioria dos sinais físicos, especialmente aqueles não estacionários (HOSTENS *et al*, 2004; CONFORTO *et al*, 1999).

A transformada de ondeleta contínua de um sinal $f(t)$ é definida como (DAUBECHIES, 1988; WENG; LAU, 1994 *apud* REBOITA, 2004):

$$W_{\ell,t'}(f) = \langle f, \psi_{\ell,t'}^* \rangle = \int f(t) \psi_{\ell,t'}^*(t) dt \quad (1)$$

onde ℓ é o parâmetro de dilatação, t' é o parâmetro de translação e ψ^* é o complexo conjugado das ondeletas, ψ, ℓ, t' ,

$$\psi_{\ell,t'}(t) = \frac{1}{\sqrt{\ell}} \psi\left(\frac{t-t'}{\ell}\right) \quad (2)$$

onde $\psi(t)$ é a ondeleta mãe, ℓ é o parâmetro de dilatação (escala) e t' é o parâmetro de translação.

A expressão para o cálculo da transformada inversa é:

$$f(t) = \frac{1}{C_\psi} \int \int W_{\ell,t'}(f) \psi_{\ell,t'}(t) dt' \frac{d\ell}{\ell^2} \quad (3)$$

onde C_ψ aparece como um fator de normalização e é dado por (COLLINEAU; BRUNET, 1993):

$$C_\psi = 2\pi \int_0^\infty \frac{|\hat{\psi}(\omega)|^2}{\omega} d\omega < \infty \quad (4)$$

onde $\hat{\psi}$ é a transformada de Fourier de $\psi(t)$. A transformada de ondeleta contínua apresenta as seguintes propriedades elementares (FARGE, 1992 *apud* REBOITA, 2004):

- linearidade: a transformada de ondeleta é linear porque corresponde ao produto interno entre o sinal f e a ondeleta ψ ;
- covariância sob translação e dilatação: a transformada de ondeleta contínua é covariante sob qualquer translação e dilatação. Uma consequência desta propriedade é que a diferenciação comuta na transformada de ondeleta contínua:

$$\frac{\partial}{\partial t'} W(f) = W \frac{\partial f}{\partial t'} \quad (5)$$

- conservação de energia: a energia é conservada tanto local quanto globalmente, o que garante que não existe perda de informação quando se transforma o sinal, desde que a ondeleta mãe satisfaça a condição:

$$\int_{-\infty}^{\infty} |\psi(t)|^2 < \infty \quad (6)$$

- localização espaço-escala: a transformada de ondeleta permite a localização do sinal em ambos os domínios de espaço e escala (número de onda) ou de tempo e escala (frequência), o que difere da transformada de Fourier, na qual se perde a localização.
- análise de regularidade local: é uma das mais interessantes propriedades da transformada de ondeleta contínua, implícita por sua covariância sob dilatação, já que $W[f]$ é regular mesmo que f não o seja, o que permite localizar as possíveis singularidades presentes na função.
- núcleo reprodutor: sua estrutura depende da escolha da ondeleta e a partir desta pode-se decompor qualquer função ou distribuição em seus coeficientes de ondeleta.

Para uma função $\psi(t)$ ser uma ondeleta mãe ela está sujeita as seguintes condições (FARGE, 1992):

- a) **admissibilidade**: para uma função integrável, significa que sua média é nula:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi(t) dt = 0 \quad (7)$$

- b) **similaridade**: a família de ondeletas é gerada por translação e dilatação de uma única função $\psi(t)$, portanto todas as ondeletas serão mutuamente similares;
- c) **inversibilidade**: possui no mínimo uma fórmula de reconstrução para que o sinal possa ser recuperado;
- d) **regularidade**: significa que a função $\psi(t)$ deve estar concentrada num domínio espacial finito.
- e) **cancelamentos**: para algumas aplicações, em particular na análise de sinais turbulentos, os momentos de ordem elevada de $\psi(t)$ devem se anular, o que possibilita a análise de séries que apresentem flutuações com momentos de ordem elevada significativos. Esta exigência, a qual elimina a parte mais regular do sinal, permite o estudo de suas flutuações de ordem elevada e eventuais singularidades em algumas derivadas de ordem elevada.

Pode-se definir a energia de ondeleta como o módulo quadrático de cada coeficiente de ondeleta.

A variância de ondeleta é definida como a integral da energia de ondeleta sobre o parâmetro de translação (COLLINEAU; BRUNET, 1993):

$$V_f(\ell) = \int_{-\infty}^{+\infty} |W_{\ell,t'}|^2 dt' \quad (8)$$

A variância de ondeleta pode ser interpretada como a contribuição da energia da escala 1 à energia total da função $f(t)$. O gráfico da variância é denominado de espectro de ondeleta global ou *global wavelet spectrum* (GWS). Este espectro é equivalente ao espectro de potência de Fourier. A fase do sinal também pode ser definida através da expressão (KUMAR; FOUFOULA-GEORGIU, 1994 *apud* REBOITA, 2004):

$$\phi(\ell, t') = \arctan\left(\frac{\text{Im}[W_{\ell,t'}]}{\text{R}[W_{\ell,t'}]}\right) \quad (9)$$

Para localizar os fenômenos nos domínios de tempo e frequência pode-se representar graficamente a parte real, o módulo ou ainda a energia dos coeficientes de ondeleta. Estes gráficos são denominados de periodogramas. A parte real dos coeficientes de ondeleta informa a intensidade e a fase da variação do sinal, o módulo dos coeficientes mostra a amplitude do sinal e a energia fornece a densidade da mesma (WENG; LAU, 1994).

A escolha da ondeleta mãe deve ser feita de maneira que possua características similares ao sinal que se deseja estudar, tal como assimetria e variação brusca ou suave no tempo (SÁ *et al*, 1998). Uma ondeleta que é adequada para capturar variações nas periodicidades dos sinais biológicos é a complexa ondeleta de Morlet (WENG; LAU,

1994; SÁ *et al*, (1998), pois esta possui um grande número de oscilações. A ondeleta complexa de Morlet é definida como uma onda plana modulada por um envelope Gaussiano de largura unitária, e de acordo com Kumar; Foufoula-Georgiou *apud* REBOITA (2004) esta ondeleta é expressa por:

$$\psi(t) = \pi^{-1/4} e^{-t^2/2} e^{i\omega_0 t} \quad (10)$$

onde, ω_0 tem que ser maior ou igual a 5 para que a condição de admissibilidade seja satisfeita (equação 7). A condição de admissibilidade é necessária para a obtenção da transformada de ondeleta inversa. O melhor valor para ω_0 é 5,4 porque assegura que a condição de admissibilidade seja praticamente equivalente à equação 7 (WENG; LAU, 1994; MELICE *et al*, 2001).

Na ilustração abaixo pode ser observada a representação da ondeleta complexa de Morlet.

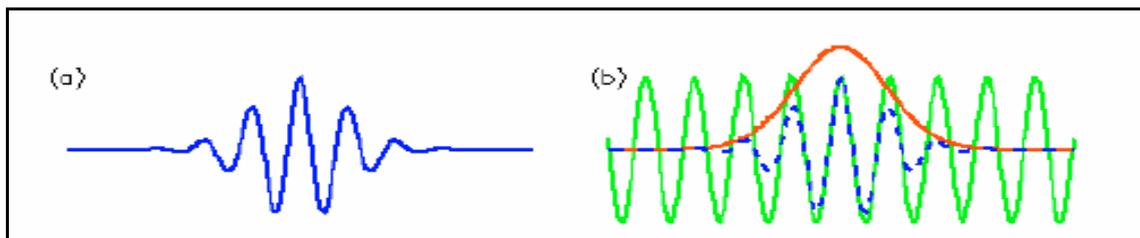


Figura 01 Ondeleta complexa de Morlet, a) ondeleta de Morlet com largura e amplitude arbitrária e com o tempo ao longo do eixo horizontal e b) construção da ondeleta de Morlet (azul tracejado) a partir de uma onda seno (verde) modulada por uma curva gaussiana (vermelho). Fonte: (TORRENCE; COMPO, 1998).

A escolha da ondeleta de investigação ainda constitui questão aberta na análise do sinal e está relacionada com problema que se deseja estudar. Assim, desde que sejam conhecidas as características gerais do sinal a ser investigada, a opção pela ondeleta de análise deverá ser efetuada de tal forma que esta possua atributos similares aos do sinal (tais como

assimetria ou não, variação brusca ou suave no tempo, etc.). Constituindo-se em um importante método, tanto para a análise da intensidade como da frequência do sinal eletromiográfico corroborando na praticidade e no contexto ético da pesquisa, valorizando sua aplicabilidade científica (SILVA; GONÇALVES, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento

Esse estudo é um experimento clínico controlado, formado por 3 grupos de mulheres voluntárias, sendo um grupo analisado (GA) e dois grupos controles (GC1, GC2). O GA constituiu-se de mulheres portadoras de osteoartrite leve ou moderada de joelhos, na fase crônica, comprovada por exame radiológico dessa articulação; o GC1 por mulheres da mesma faixa etária, sem comprometimento articular de joelhos também comprovado por exame radiológico; e o GC2, formado por mulheres jovens sem comprometimento articular, utilizado para comparação do comportamento eletromiográfico dos músculos a serem avaliados.

Amostragem

Participaram do estudo 43 mulheres sedentárias, com idade acima de 65 anos, as quais foram divididas em dois grupos: Grupo Analisado (GA): 23 mulheres com diagnóstico de osteoartrite de joelhos, encaminhadas à Clínica de Fisioterapia da PUC - Minas *Campus* Poços de Caldas, as quais apresentaram exame radiológico compatível com osteoartrite leve à moderada, na fase crônica, crepitação aos movimentos, dor e dificuldade funcional na marcha, não relataram história cirúrgica ou de traumas prévios, não estavam utilizando medicação antiinflamatória, nem analgésica diária e também não apresentavam alteração cognitiva que pudesse impedir a participação no estudo; Grupo Controle (GC1): foi composto por 20 mulheres sem comprometimento articular de joelhos, pertencentes à comunidade Poçoscaldense. Para o Grupo Controle (GC2), selecionou-se 15 mulheres jovens sedentárias, na faixa etária entre 20 a 30 anos, sem comprometimento articular também pertencentes à

comunidade. Todas as mulheres foram esclarecidas sobre os objetivos e os procedimentos do mesmo e no início do estudo assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo B e C), previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), protocolo nº L 132/2004/CEP (Anexo A).

Procedimentos

Avaliação

Todos os grupos foram igualmente avaliados na Clínica de Fisioterapia da PUC - Minas *Campus* Poços de Caldas, em horário previamente agendado, utilizando-se a ficha padrão de Avaliação da Área de Reumatologia modificada para o estudo (Anexo D e E) onde foram mensuradas as variadas condições físicas que envolvem o paciente reumático como as variáveis antropométricas através da aquisição da massa corporal (MC), medida em uma balança da marca Filizola, modelo ID-1500, com precisão de 0,1 kg ao passo que a estatura (E) foi obtida pelo antropômetro, com precisão de 0,1 cm. Todas voluntárias foram medidas descalças, vestindo apenas shorts e top. Para a caracterização da amostra, calculou-se o índice de massa corpórea (IMC) por meio do quociente MC/E^2 , sendo a MC expressa em quilogramas (kg) e a E em metros (m). A amplitude de movimento (ADM) de joelho foi mensurada estando a avaliada em pé, segurando ao espaldar, o flexímetro digital foi colocado acima dos maléolos e solicitou-se que a mulher realizasse o movimento de flexão dos joelhos bilateralmente e os parâmetros de normalidade foram baseados em dados de Hoppenfeld (2003). Para testar a força muscular do quadríceps o procedimento foi o padrão utilizado na Fisioterapia, solicitou-se que a voluntária realizasse uma força contra resistência manual máxima do terapeuta, região distal da perna, estando à mesma na posição deitada, em supino e com membros inferiores em tríplex flexão. A força foi graduada em uma escala: zero (0) não

esboça contração, (1) esboça contração sem nenhuma resistência, (2) contração sem a gravidade, (3) contração a favor da gravidade, (4) contração contra a gravidade e (5) contração contra a gravidade e com resistência externa. Após a avaliação física foram encaminhadas ao exame radiológico na Policlínica, o qual foi realizado e analisado pelo Médico e Responsável pelo setor de Radiologia da Policlínica do Município de Poços de Caldas – MG, Dr. Luiz Gonzaga Milanez Nogueira Cobra. Utilizou-se a posição antero-posterior para visualização dos processos degenerativos do compartimento femorotibial medial e femorotibial lateral e a incidência lateral para o compartimento femoropatelar, estando à voluntária em pé (GREENSPAN, 1996). Os laudos e outros exames encontram-se arquivados juntos a ficha de avaliação. Após esta fase, as voluntárias retornaram a Clínica da PUC – Minas para responder dois questionários e ser coletado o sinal eletromiográfico. A progressão da doença foi avaliada pelo Índice Algo-Funcional de Lequesne (IL), questionário específico para osteoartrite de joelho, o qual consta de três grupos de perguntas que envolvem as características da dor ou incômodo, a capacidade de deambulação e o grau de dificuldade em realizar tarefas de locomoção. O escore global classifica a doença em leve (1-4 pontos), moderada (5-7 pontos), grave (8-10 pontos), muito grave (11-13 pontos) e extremamente grave (>14 pontos), (LEQUESNE *et al*, 1987) (Anexo F). Para mensurar a qualidade de vida utilizou-se o questionário SF-36 (*Short Form Health Survey -36*) - (QQV). O SF-36 é um instrumento genérico de avaliação, multidimensional, de fácil compreensão e administração e menos extenso que outros descritos na literatura, formado por 36 itens, englobados em 08 domínios, a saber: capacidade funcional (CF), aspectos físicos (AF), dor (D), estado geral de saúde (EGS), vitalidade (V), aspectos sociais (AS), aspectos emocionais (AE) e saúde mental (SM). Possui um escore de 0 a 100 para cada questão que posteriormente foi transformada numa escala, no qual zero representa a pior pontuação de desempenho e 100 o melhor estado de qualidade de vida, sendo analisado cada domínio em separado (CICONELLI *et al*, 1999).

A escolha desse instrumento partiu da necessidade em utilizar uma metodologia aceita nos meios científicos e traduzida integralmente para a língua portuguesa (Anexo G). Em seguida as voluntárias foram encaminhadas para a realização do protocolo de avaliação da capacidade funcional do quadríceps na mesa extensora através da coleta dos sinais EMG.

Capacidade funcional do quadríceps

Foi utilizada uma mesa (*Movement*) extensora de joelhos, preparada para que a mulher ficasse sentada com apoio da coluna, das mãos e da região posterior da coxa de forma apropriada para a execução do movimento de extensão dos joelhos. O procedimento padrão é determinar se o movimento será unilateral ou bilateral e em seguida a carga máxima e conseqüentemente a submáxima que será realizado no treinamento. Porém, esse procedimento quando aplicado às voluntárias participantes ao utilizar o equipamento descrito gerou certo desconforto relatado pelas mesmas.

De maneira a minimizar esse desconforto, optou-se pelo curso de movimento de flexão/extensão bilateral dos joelhos (03 séries de 10 repetições de extensão completa do joelho) com procedimento de avaliação eletromiográfica unilateral dos músculos vasto medial (VM), reto femoral (RF) e vasto lateral (VL), sendo que a escolha do membro foi determinada pela avaliação física e pelo laudo do exame radiológico. A escolha do protocolo para a avaliação da capacidade funcional do quadríceps e carga ideal para a população estudada foi baseada em estudos realizados por Moraes *et al* (2003), Shankar (2002) e Bankoff *et al* (1998) e modificado para o estudo. O movimento de extensão do joelho era iniciado com uma angulação de 100° graus de flexão, finalizando com a extensão máxima entre 10° a 0° (figura 01), usando como resistência o peso da lâmina fixa de 4,5 kg do aparelho e teve duração de 30 segundos para cada série de 10 repetições e a captação do sinal foi salvo no Software Windaq

(WDQ). Para controlar a execução de cada movimento e a captação do sinal durante cada série, a terapeuta utilizou o comando verbal contando de 01 até 10, para cada uma das três séries realizadas.

Para o descanso, optou-se por 30 segundos de intervalo entre cada série e todas as voluntárias foram orientadas a permanecerem sentadas na mesa extensora durante estes intervalos.

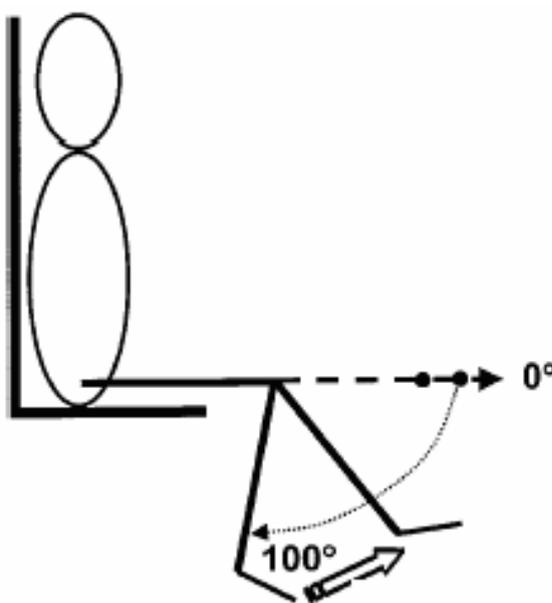


Figura 02: desenho esquemático: movimento de flexão-extensão do joelho.
Fonte: Lee, Suter e Herzog, (1999).

Comportamento elétrico do RF, VM e VL

Para a coleta do sinal eletromiográfico foi utilizado um Eletromiógrafo modelo EMG400C fabricado pela EMG System do Brasil Ltda (figura 02), composto por: eletrodo ativo pré-amplificação com ganho de 20, amplificador com 05 faixas de ganho, filtro passa alto e o filtro passa baixa de 20 a 500 Hz, respectivamente, com frequência de amostragem total de 4000 Hz, 1000 Hz por canal, comunicação via porta USB, podendo ser utilizado com

notebook ou desktop, Software WDQ, plataforma Windows XP/ 2000/98, aquisição simultânea dos 04 canais, ferramenta estatística: média, desvio padrão, RMS, integral do sinal, entre outros e impressão gráfica dos sinais (figura 03).

Previamente a coleta da atividade elétrica dos músculos RF, VM e VL foi realizada a tricotomia dos pêlos com aparelho Sensitive Shaver (BIC) e limpeza da área foi realizada com álcool 70% e algodão, a fim de diminuir a impedância da pele. Para a captação dos sinais elétricos destes músculos foi utilizada a técnica bipolar para eletrodos de superfície circular com 01 cm de diâmetro que foram posicionados no ventre muscular (distância intereletrodos 01 cm) longitudinalmente as fibras musculares (NUNES; MONTEIRO, 2003). O eletrodo foi colocado a 14 cm acima do ápice da patela para coleta eletromiográfica do RF (MORAES *et al*, 2003), para o VM, a 05 cm da borda súpero-medial da patela, com 65° de inclinação e para o VL, a 11 cm da borda súpero-lateral da patela, com 30° de inclinação. Para eliminar possíveis interferências foi colocado um eletrodo terra, previamente untado com gel eletrocondutor (Flexor Med Systems) a 02 cm acima da linha do punho direito (figura 04). A atividade elétrica dos músculos RF, VM e VL foi captada durante a extensão do joelho na mesa extensora da marca Moviment (figura 05).



Figura 03: Eletromiógrafo utilizado – System do Brasil



Figura 04: Sistema para a coleta do sinal elétrico dos músculos.



Figura 05: Voluntária preparada na mesa extensora de joelhos com autora do projeto.



Figura 06: Mesa extensora - *Moviment*

Organização e Tratamento Estatístico dos Dados

Os dados da avaliação foram organizados em tabelas e expressos em médias e desvio padrão, conforme o grupo de variáveis estudadas.

A análise de distribuição foi realizada aplicando o teste de Kolmogorov-Smirnov. A comparação dos grupos GA e GC1 foi feita utilizando o teste t não pareado e quando não houve homogeneidade nos dados foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney, para variáveis antropométricas, amplitude de movimento (ADM) de joelho, força muscular de quadríceps, índice algo funcional de Lequesne (IL) e qualidade de vida (QQV). Para todos os testes estatísticos aplicados considerou-se significativo com valor de $p=0,05$.

A análise dos dados eletromiográfico foi tratada utilizando a técnica de processamento de sinais chamada Wavelet. Essa técnica vem sendo largamente utilizada em várias áreas da Física, principalmente em Geofísica. Atualmente a técnica vem ganhando espaço na área médica principalmente em análise de ECG e EMG (HOSTENS, *et al*, 2006; CONFORTO, ALESSIO, PIGNATELLI, 1999).

4. RESULTADOS

O exame clínico e radiológico realizado em (GA) determinou dentre as 23 mulheres avaliadas, 12 mulheres portadoras de (OA) femorotibial medial leve, 08 (OA) femorotibial moderada e 03 com (OA) femoropatelar leve, 17 apresentaram (OA) em joelhos direito e 6 em joelho esquerdo. As 20 mulheres pertencentes ao (GC1) não apresentaram qualquer alteração degenerativa em ambos os joelhos.

Dentre as principais queixas apresentadas pelas voluntárias do grupo (GA) encontraram-se a dor em queimação e a presença de crepitação, porém, esta queixa foi relatada também por algumas mulheres do grupo controle (GC1).

Para melhor compreensão os resultados estão apresentados pelas comparações intergrupos (GA / GC1), (GA / GC2), (GC1 / GC2) e por natureza de variáveis, para os itens avaliação física que engloba os dados antropométricos, a amplitude de movimento (ADM), a força muscular do quadríceps (FQ); os questionários para a avaliação da progressão da OA (índice algo-funcional de Lequesne – IL) e da qualidade de vida (QQV), assim como a análise dos sinais eletromiográficos dos músculos VM, RF e VL.

A média e desvio padrão, dos valores obtidos das variáveis antropométricas entre grupos, estão apresentadas na Tabela 01.

Tabela 1: Variáveis antropométricas, em média e desvio padrão dos valores obtidos dos grupos GA e GC1 com os resultados estatísticos.

Variáveis	GA n=23	GC1 n=20	p
Idade (anos)	68,5±5,3	66,4±5,6	0,23 ^{NS}
Peso (kg)	73,1±11,2	69,1±13,4	0,31 ^{NS}
Altura (cm)	1,6±1	1,5±1	0,25 ^{NS}
IMC (kg/m ²)	30,7±3,8	30,2±6,1	0,75 ^{NS}

Nota: Abreviações: IMC: Índice de Massa Corpórea; NS: não significativo (p>0,05 Teste t).

As variáveis antropométricas, em média e desvio padrão, não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os grupos GA e GC1, o que demonstra uma homogeneidade da amostragem.

Nas tabelas 2, 3 e 4 constam os dados em média e desvio padrão, referentes ADM do joelho avaliado e contralateral, ângulo da flexão, entre o grupo GA / GC1; GA / GC2; GC1 / GC2.

Tabela 2: Variável flexão de joelhos, em média e desvio padrão dos valores obtidos dos grupos GA e GC1 com os resultados estatísticos.

ADM	GA n=23	GC1 n=20	p
FJ aval. (graus)	87,8±12,4	89,5± 16,2	0,69 ^{NS}
FJ cont. (graus)	86±12,4	89,2±13,8	0,44 ^{NS}

Nota: Abreviações: ADM: Amplitude de movimento; FJ aval: Flexão do joelho avaliado; FJ cont.: Flexão do joelho contralateral; NS: Não significativo ($p>0,05$ Teste t).

Tabela 3: Variável flexão de joelhos, em média e desvio padrão dos valores obtidos dos grupos GA e GC2 com os resultados estatísticos.

ADM	GA n=23	GC2 n=15	p
FJ aval. (graus)	87,8±12,4	112,67±6,8	0,0001*
FJ cont. (graus)	86±12,4	112,67±6,8	0,0001*

Nota: Abreviações: ADM: Amplitude de movimento; FJ aval: Flexão do joelho avaliado; FJ cont.: Flexão do joelho contralateral; * estatisticamente significativo ($p=0,05$ Teste t).

Tabela 4: Variável flexão de joelhos, em média e desvio padrão dos valores obtidos dos grupos GC1 e GC2 com os resultados estatísticos.

ADM	GC1 n=20	GC2 n=15	p
FJ aval. (graus)	89,5±16,2	112,67±6,8	0,0001*
FJ cont. (graus)	89,2±13,8	112,67±6,8	0,0001*

Nota: Abreviações: ADM: Amplitude de movimento; FJ aval: Flexão do joelho avaliado; FJ cont.: Flexão do joelho contralateral; * estatisticamente significativo ($p=0,05$ Teste t).

Nota-se nas Tabelas 2, 3 e 4 que a comparação entre os grupos GA e GC1 não apresentaram diferença estatisticamente significativa. No entanto, ao comparar o grupo GA e GC2; GC1 e GC2, os resultados demonstram diferença extremamente significativa para a variável flexão, tanto em joelho avaliado como no joelho contralateral.

Na Tabela 5, constam os dados em média e desvio padrão, referentes à força do quadríceps do membro avaliado e contralateral.

Tabela 5: Valores obtidos da Força Muscular de Quadríceps, em média e desvio padrão dos grupos GA e GC1 com os resultados estatísticos.

FMQ	GA n=23	GC1 n=20	Teste	p
FQ m/ a (Kgf)	4±1	4,5±1	Teste t	0,08 ^{NS}
FQ cont. (Kgf)	4±1	4,3±07	MW	0,32 ^{NS}

Nota: Abreviações: FMQ: Força Muscular de Quadríceps; FQ m/ a: Força de quadríceps do Membro avaliado; FQ cont.: Força de quadríceps contralateral; NS: Não significativo ($p>0,05$ Teste t e Mann Whitney).

Ao comparar os dados do grupo GA ao GC1, demonstrados na Tabela 5, nota-se que não houve diferença estatisticamente significativa. Entretanto, os resultados referentes à força do quadríceps do membro avaliado estão bem próximos do limite de significância.

Na Tabela 6 constam os valores de média e desvio padrão obtidos de IL que indica a progressão da osteoartrose de joelho para grupos GA e GC1, os quais apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 6: Valores obtidos do Índice Algo-Funcional de Lequesne (IL), em média e desvio padrão dos grupos GA e GC1 com os resultados estatísticos.

Domínio	GA n=23	GC1 n=20	p
IL (total)	12,4±4,9	7,4±5,8	0,004*

Nota: Abreviações: IL:Índice de Lequesne,* estatisticamente significativo(p=0,05 Teste t).

A seguir, na Tabela 7, estão demonstrados os domínios do QQV com suas pontuações em média e desvio padrão e respectivos resultados estatísticos para os grupos GA e GC1.

Tabela 7: Domínios do Questionário *Short Form 36*, pontuação em média e desvio padrão, para os grupos GA e GC1 e os resultados estatísticos.

Domínios	GA n=23	GC1 n=20	p
CF	48,3±26,2	62,2±27,7	0,11 ^{NS}
AF	50±45,2	70±38,6	0,15 ^{NS}
D	48,7±29,6	67,5±25,2	0,02*
EGS	73,1±17,2	82,2±19,8	0,03*
VT	60,1±26,1	67,8±22,1	0,53 ^{NS}
AS	63,4±30,1	83,7±20,1	0,03*
AE	59,3±43,8	75±38,9	0,27 ^{NS}
SM	69,2±26,2	75,2±19,7	0,27 ^{NS}

Nota: Abreviações: CF: Capacidade Funcional; AF: Aspectos físicos; D: Dor; EGS: Estado Geral da Saúde; VT: Vitalidade; AS: Aspecto Social; AE: Aspecto Emocional; SM: Saúde Mental, * estatisticamente significativo (p=0,005 Teste t); NS: Não significativo (p>0,05 Mann Whitney).

Pode-se observar na tabela 7, que os domínios D, EGS e AS apresentaram diferença estatisticamente significativas entre os grupos. Já os domínios relativos à CF, AF, VT, AE e SM não apresentaram diferenças significativas entre GA e GC1.

A seguir serão demonstrados por meio de figuras (07 a 39) os dados referentes ao comportamento mioelétrico dos músculos VM, RF e VL das voluntárias dos três grupos (GA,

GC1 e GC2) durante aplicação do protocolo para a avaliação da capacidade funcional dos três músculos na mesa extensora obtidos do processamento dos sinais eletromiográficos pela transformada wavelet. As figuras representam cada série do protocolo de avaliação selecionada aleatoriamente de uma voluntária de cada grupo.

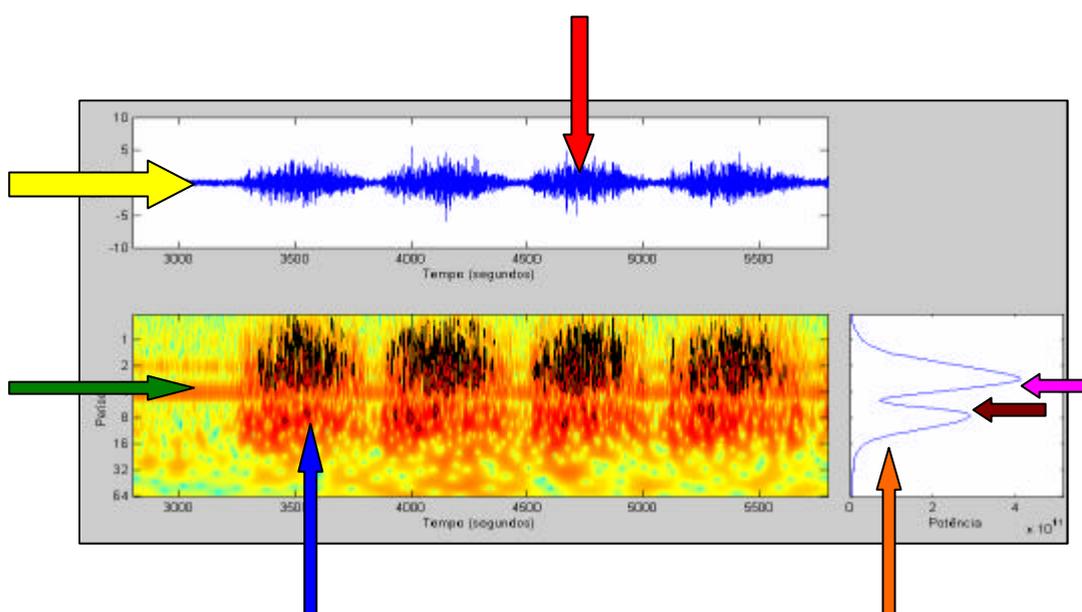


Figura 07: ilustração do processamento do sinal EMG, periodograma e GWS.

Observando a figura 07 acima, nota-se que a mesma contém três gráficos que mostram o padrão de comportamento do músculo analisado. O gráfico superior em azul indicado pela seta vermelha ilustra a amplitude do sinal eletromiográfico (EMG) coletado durante 30 segundos a 1000 Hz. O gráfico colorido apontado pela seta azul é a representação do periodograma do sinal coletado, as cores mostram o esforço durante a execução do exercício (passando entre azul-vermelho-preto). Um periodograma mostra a intensidade do exercício calibrada de acordo com o valor máximo individual e quanto mais intenso é o exercício mais vermelho escuro é a cor. Ele é um espectro da potência muscular durante o exercício. O gráfico na lateral direita da figura indicada pela seta laranja representa o processamento do

sinal via Wavelet, chamada de Global Wavelet Spectrum (GWS), calcula a significância dos valores e gera a distribuição ao lado (dois picos) que representa um valor médio da energia (potência) para cada repetição. Esta figura pode ser comparada à figura gerada pela transformada de Fourier, pois, são similares (HOSTENS *et al*, 2004; CONFORTO; ALESSIO; PIGNATELLI, 1999). Para delinear esta comparação de forma clara propõe-se descrever alguns sinais presentes nos gráficos EMG, periodograma e GWS. Nos gráficos EMG e periodograma pode ser observada uma linha central que está indicada pelas setas verde e amarela, e representam a atividade mínima do músculo durante a execução do movimento. O gráfico GWS, seta laranja, mostra dois picos indicados pelas setas rosa e marrom e que representam o comportamento global do exercício, ou seja, como as fibras musculares são recrutadas em média por repetição durante o protocolo aplicado para a avaliação da capacidade funcional do quadríceps. A interseção destes picos coincide com o ponto de menor atividade muscular e isto significa dizer, que o primeiro pico representa a extensão do joelho, fase concêntrica da contração, e o segundo pico o momento do retorno deste movimento, fase excêntrica. Pelos gráficos dos periodogramas observa-se a quantidade de esforço que a voluntária faz ao executar o movimento ficando determinada pela mistura das cores, principalmente pela cor vermelho escuro e a especificidade de recrutamento quando em média energia torna-se menor e aparece uma homogeneidade nas cores.

As figuras a seguir apresentam os gráficos na seguinte ordem: gráfico da eletromiografia (EMG), periodograma e Global Wavelet Spectrum (GWS), como também a frequência média da energia (potência) para a primeira, segunda e terceira série do protocolo de avaliação proposto às voluntárias dos grupos GA, GC1 e GC2 e para os músculos VM, RF e VL, respectivamente.

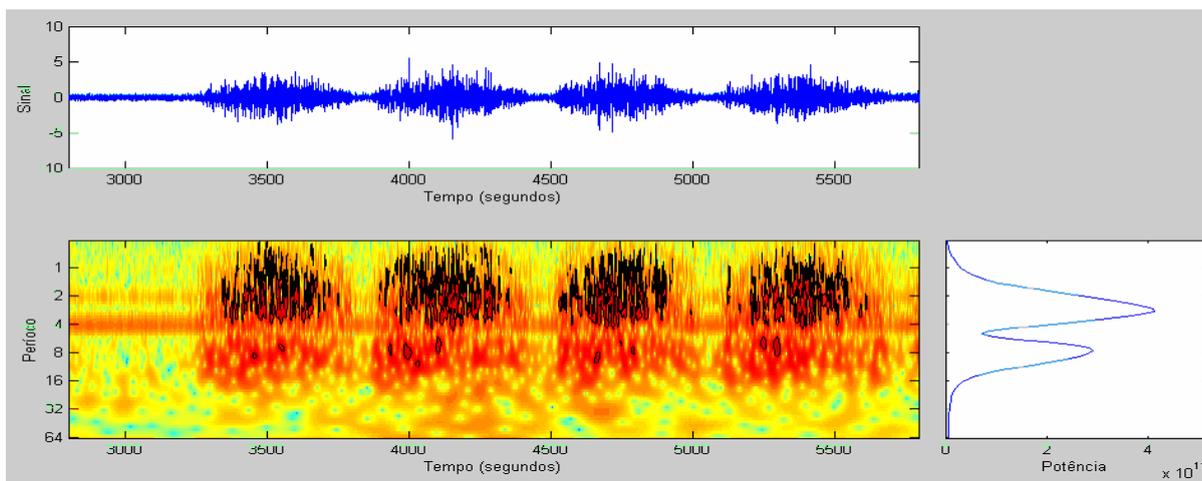


Figura 08: GA; VM; 1ª série do protocolo de avaliação.

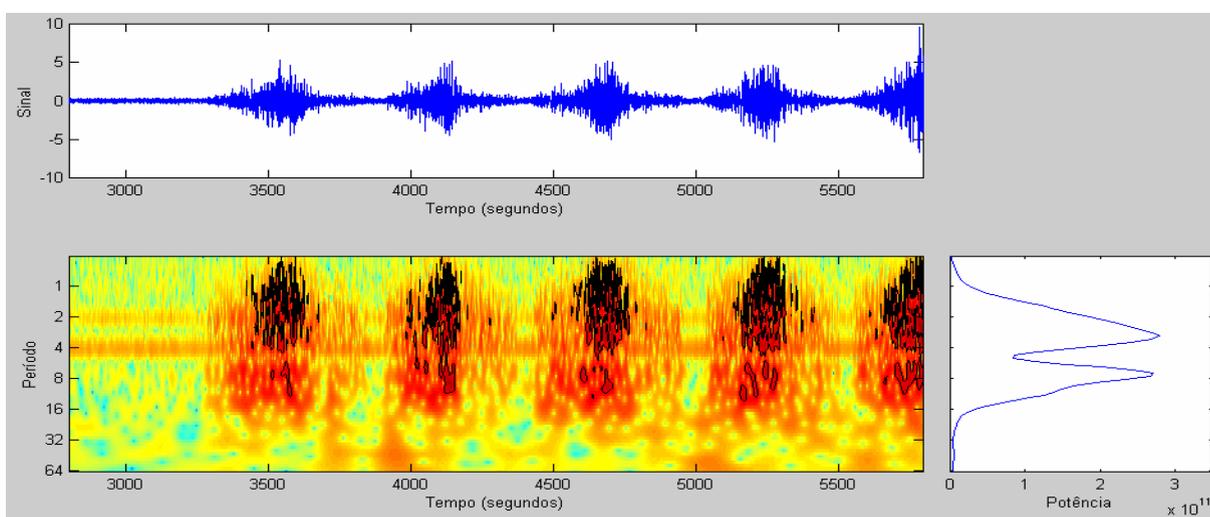


Figura 09: GC1, VM; 1ª série do protocolo de avaliação.

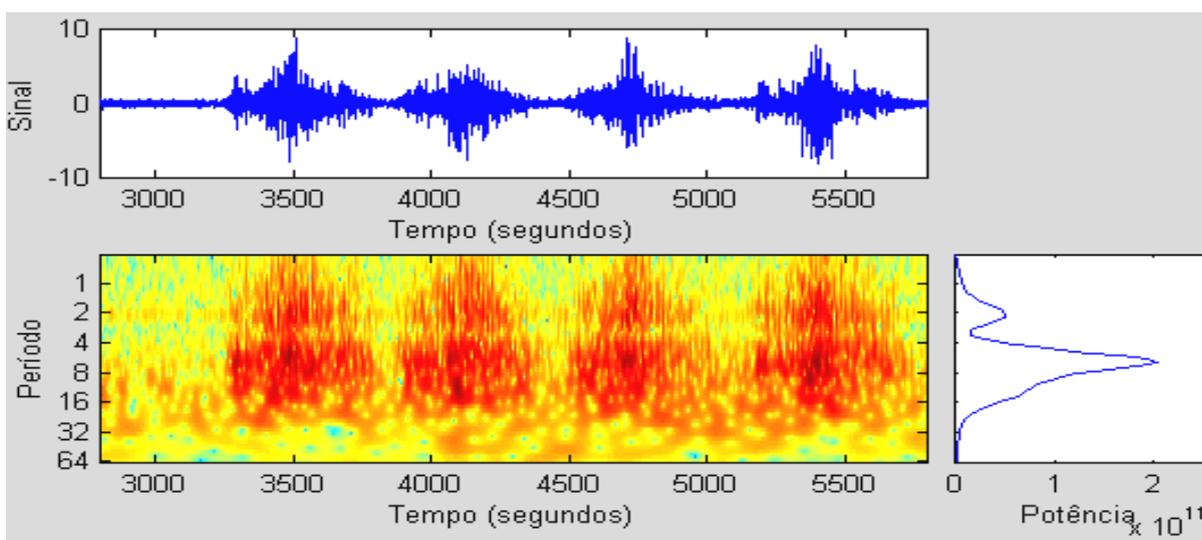


Figura 10: GC2; VM; 1ª série do protocolo de avaliação.

As figuras 08, 09 e 10 estão representando a primeira série do protocolo proposto para a avaliação do músculo VM das voluntárias, selecionada aleatoriamente. Observando os gráficos dos periodogramas (figuras coloridas) notou-se um maior período de esforço para o grupo GA ao executar o movimento na mesa extensora de joelhos, comparado ao GC2. Os gráficos GWS, lateral direita das figuras demonstram o comportamento global do músculo VM, pela frequência média de energia, por repetição e evidencia um pior desempenho de recrutamento das fibras musculares também para as voluntárias do grupo GA comparando-as ao grupo GC2.

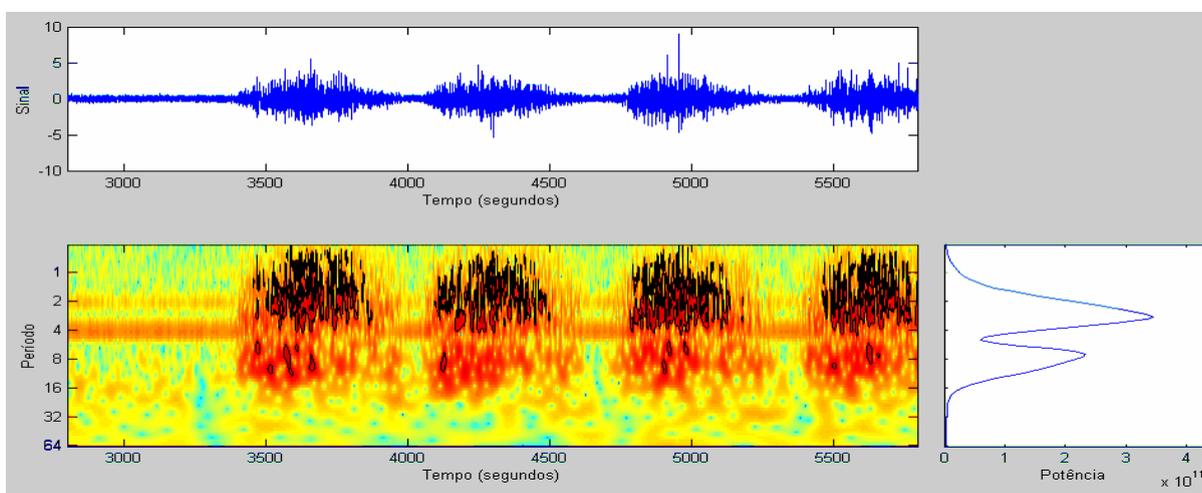


Figura 11: GA; VM; 2ª série do protocolo de avaliação.

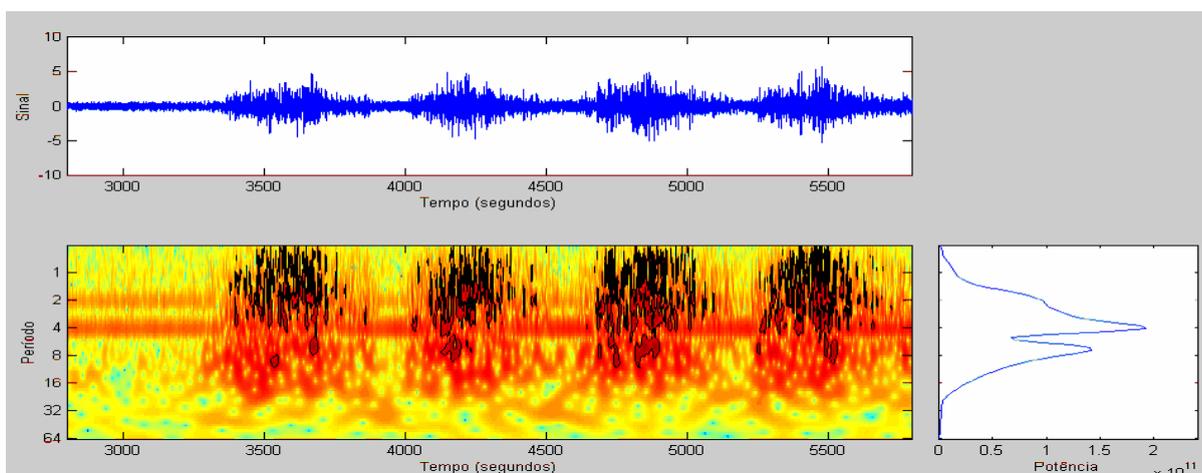


Figura 12: GC1; VM; 2ª série do protocolo de avaliação.

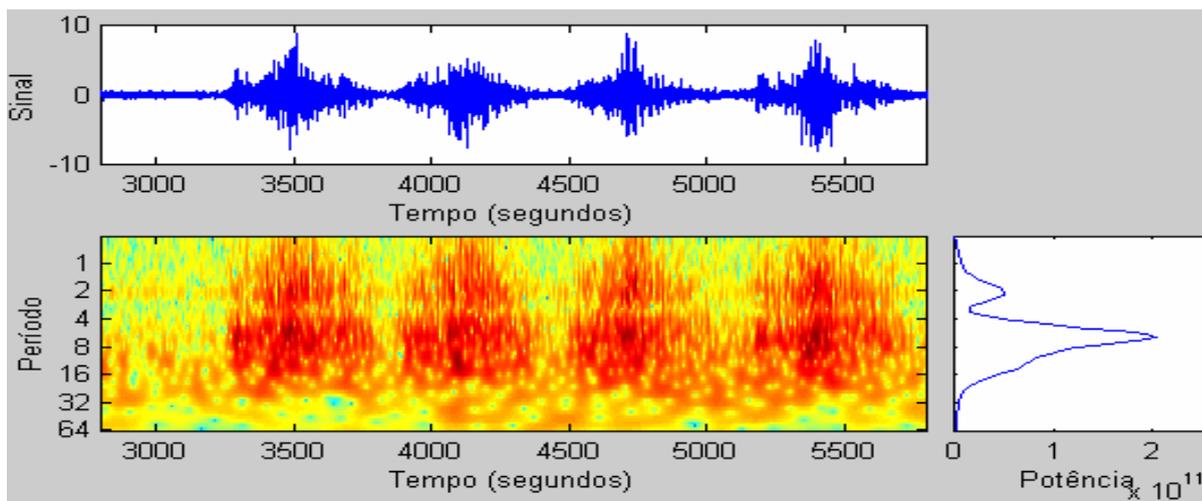


Figura 13: GC2; VM; 2ª série do protocolo de avaliação.

A segunda série do protocolo de avaliação do músculo VM das voluntárias selecionadas estão representados pelas figuras 11, 12 e 13. Mostrando que o comportamento de recrutamento do grupo GA em media, por repetição, tende a ser melhor apesar da presença do esforço durante a realização da extensão dos joelhos comparada ao grupo GC2, porém o esforço mostrou-se maior durante a extensão do joelho, para as voluntárias dos três grupos.

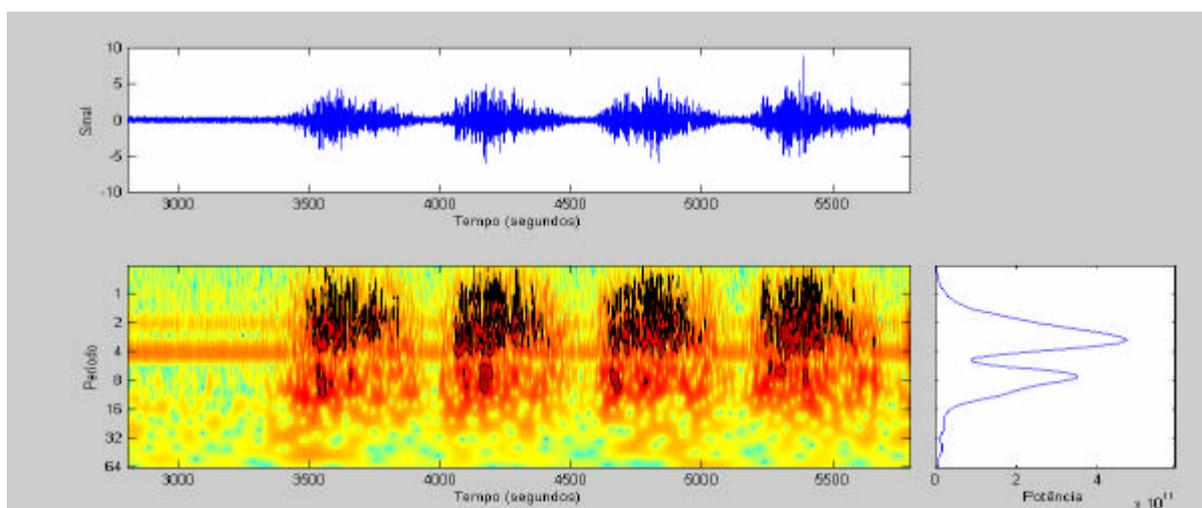


Figura 14: GA; VM; 3ª série do protocolo de avaliação.

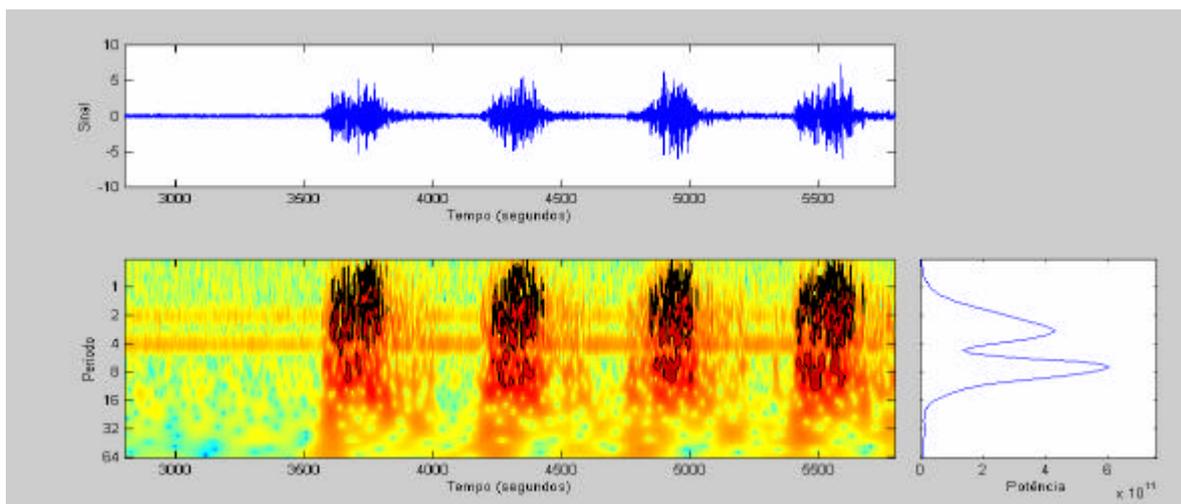


Figura 15: GC1; VM; 3ª série do protocolo de avaliação.

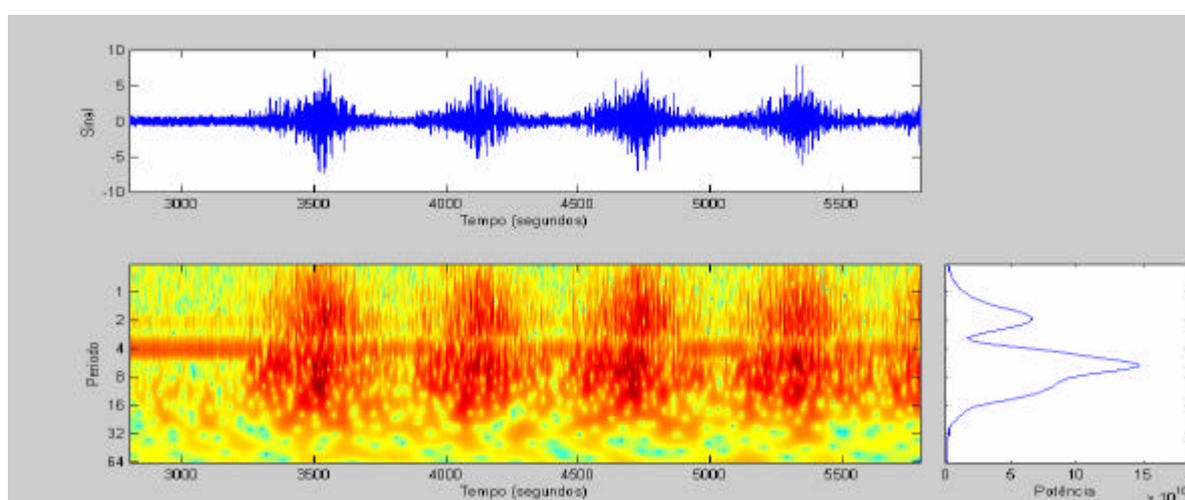


Figura 16: GC2; VM; 3ª série do protocolo de avaliação.

As figuras 14, 15 e 16 representam à terceira série do protocolo de avaliação músculo VM. Nesta série o músculo analisado assume um padrão de comportamento mostrando que o recrutamento das fibras deste músculo mantém-se similar, principalmente para os grupos GA e GC1 ao longo das três séries. Entretanto, os grupos GA e GC1 participaram com maior esforço na execução do movimento de extensão dos joelhos comparados ao GC2, enquanto que todas as voluntárias mostraram ativação específica das unidades motoras na fase excêntrica do movimento. Esse comportamento pode ser observado nos gráficos dos periodogramas, onde as cores vermelhas estão menos dispersas e quanto menor a dispersão de cores, mais localizado é o exercício e melhor é o recrutamento das fibras musculares.

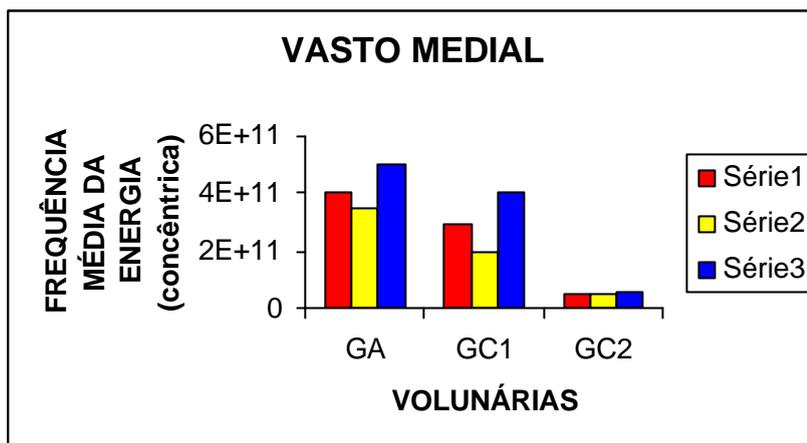


Figura 17: média da energia (potência) - VM - fase concêntrica do movimento.

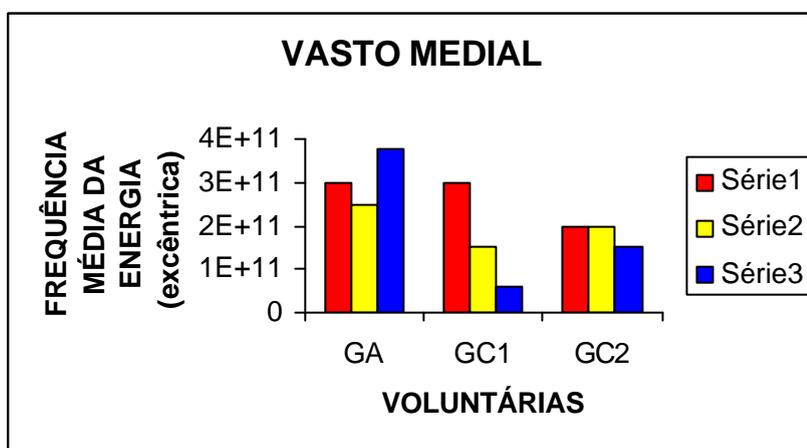


Figura 18: média da energia (potência) - VM - fase excêntrica do movimento.

As figuras 17 e 18 estão ilustrando a média das potências, isto é, a frequência média da energia utilizada pelo músculo durante a fase concêntrica (extensão) e excêntrica (retorno da extensão) no movimento de joelho, durante a realização do protocolo de avaliação do músculo VM. Observando as figuras acima, o grupo GA evidenciou que em média a frequência de energia durante as séries da avaliação foi homogênea para o movimento de extensão e retorno do movimento comparado aos três grupos, no entanto, GC1 evidenciou um comportamento diferente da primeira para a terceira série durante a avaliação do VM.

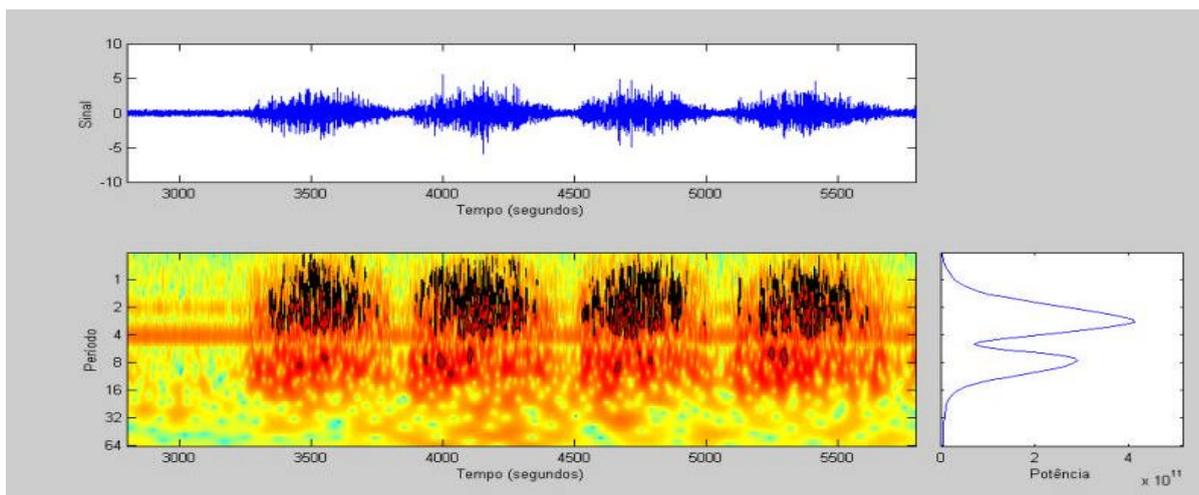


Figura 19: GA; RF; 1ª série do protocolo de avaliação.

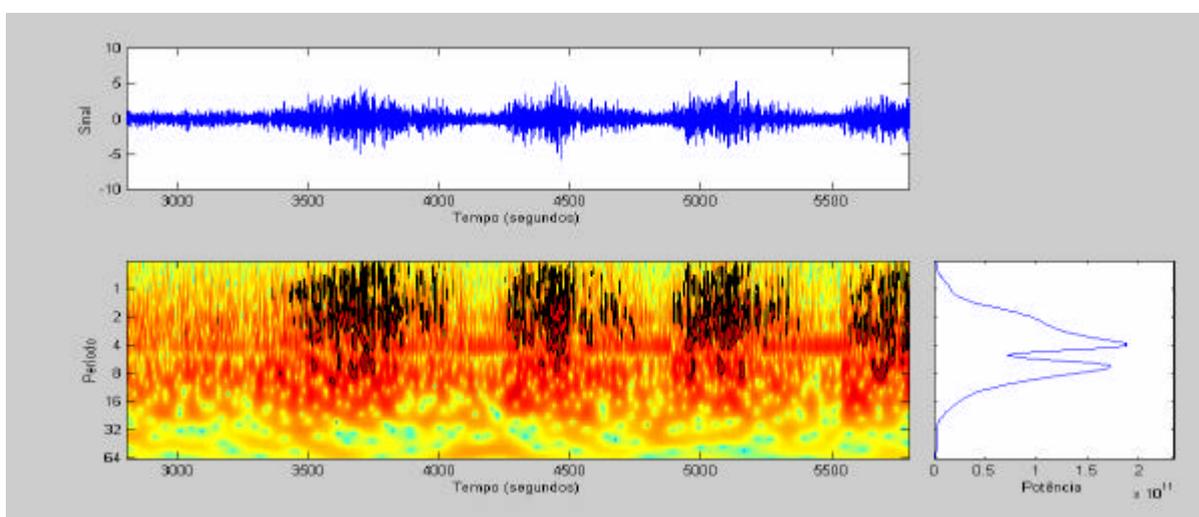


Figura 20: GC1; RF; 1ª série do protocolo de avaliação.

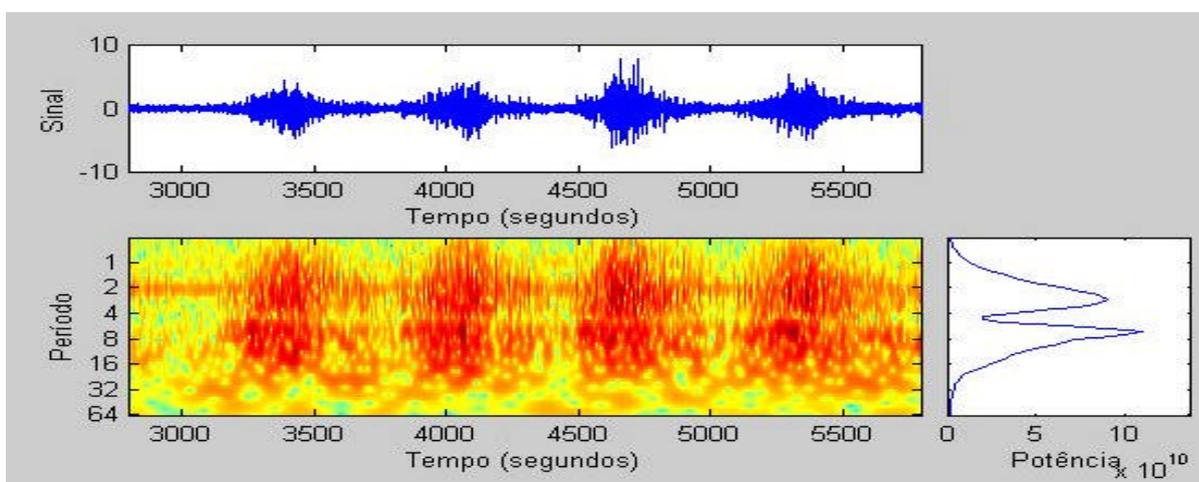


Figura 21: GC2; RF; 1ª série do protocolo de avaliação.

As figuras 19, 20 e 21 representam a primeira série do protocolo de avaliação do músculo RF. Observou-se pelos periodogramas que o comportamento do RF ao longo da primeira série teve uma participação no movimento de extensão dos joelhos, como no seu retorno à posição inicial. Para o movimento de extensão as voluntárias dos grupos GA e GC1 comparadas ao GC2 mostraram um maior esforço e ao retornar o movimento os dois grupos mostraram que RF teve uma participação com menor esforço.

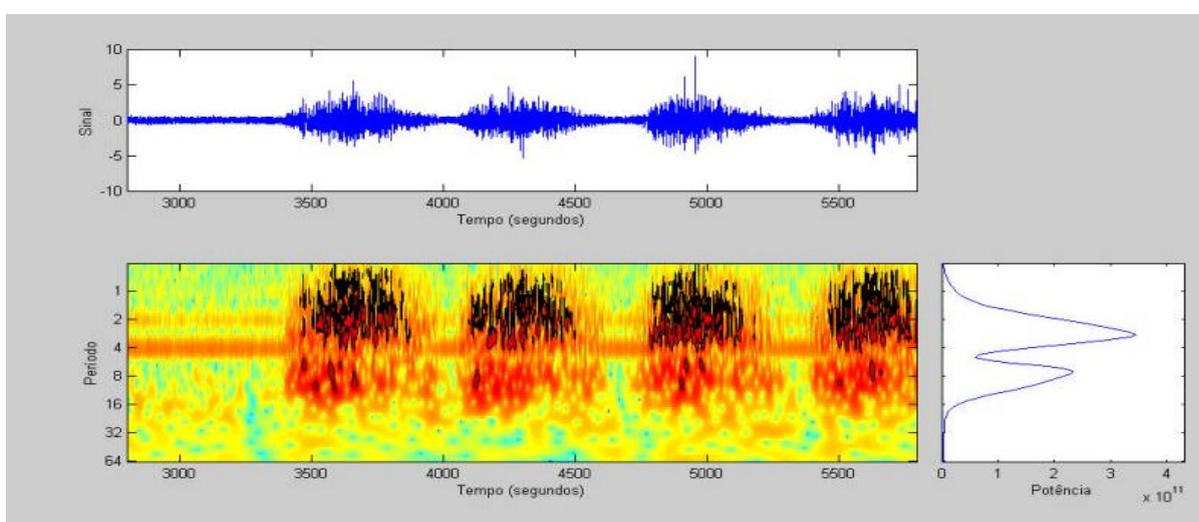


Figura 22: GA; RF; 2ª série do protocolo de avaliação.

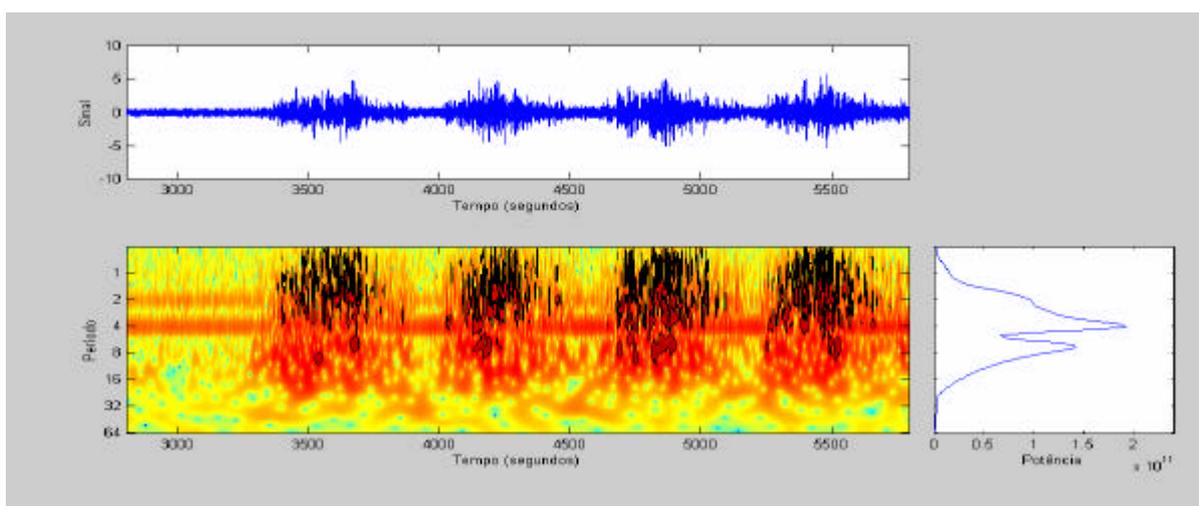


Figura 23: GC1; RF; 2ª série do protocolo de avaliação.

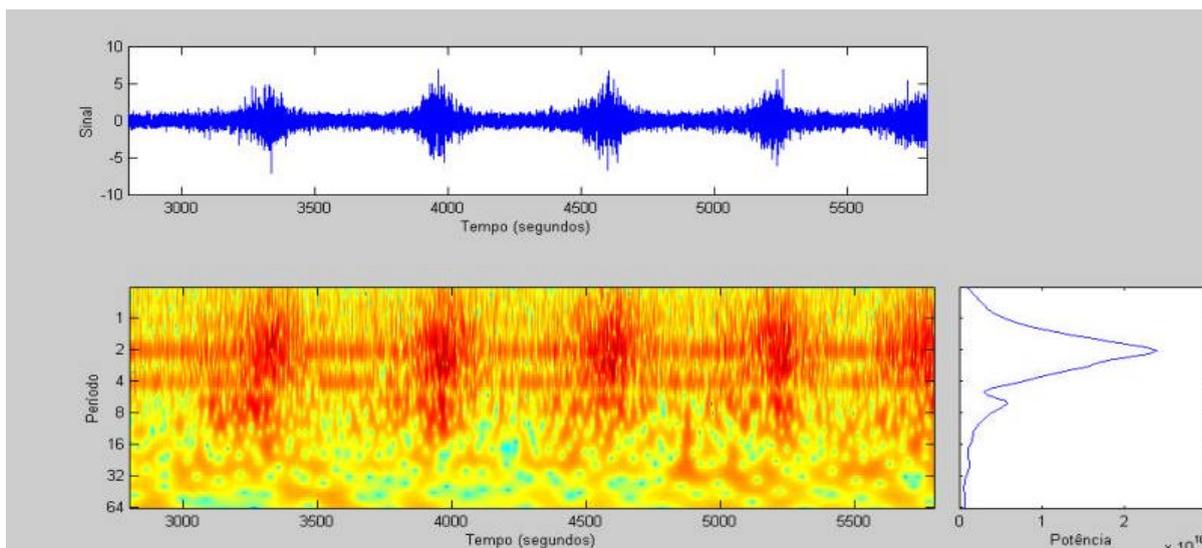


Figura 24: GC2; RF; 2ª série do protocolo de avaliação.

Os gráficos da segunda série do treinamento músculo RF estão representados nas figuras 22, 23 e 24. O músculo RF manteve o padrão de comportamento da série anterior para os grupos GA e GC1, o grupo GC2 mostrou uma tendência em participar com menos esforço do retorno do movimento de extensão dos joelhos.

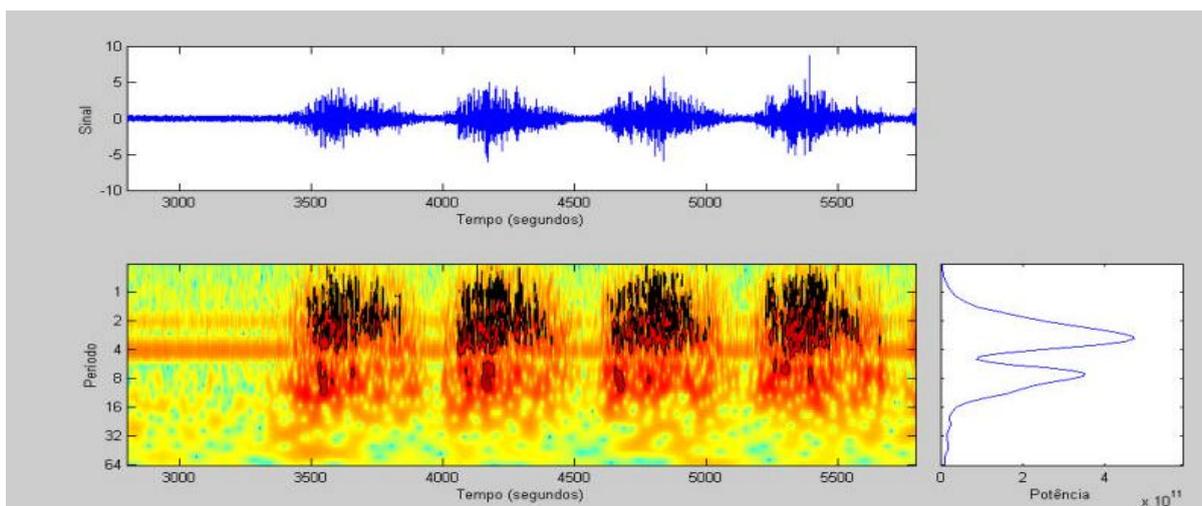


Figura 25: GA; RF; 3ª série do protocolo de avaliação.

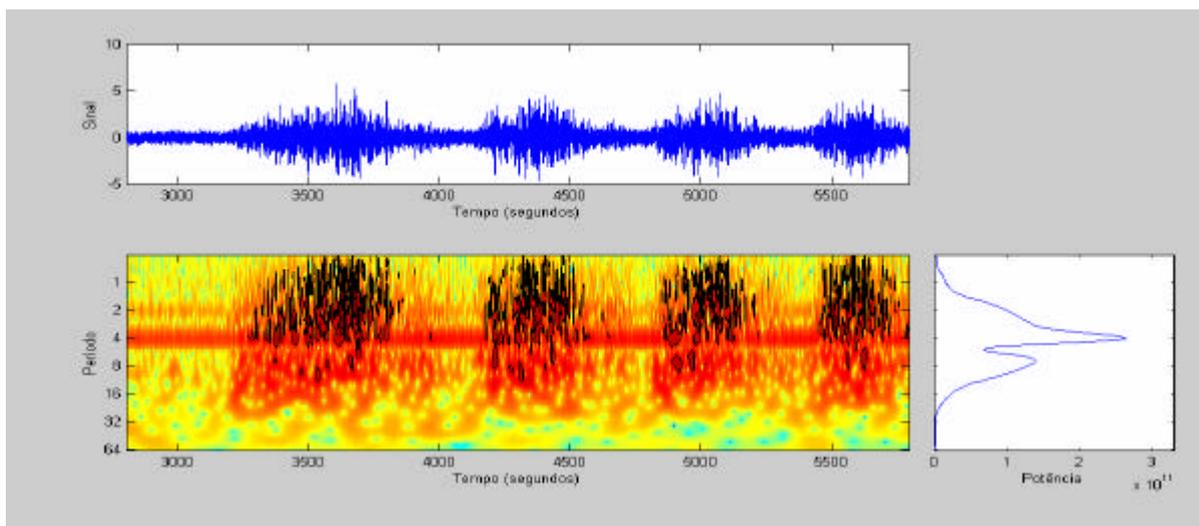


Figura 26: GC1; RF; 3ª série do protocolo de avaliação.

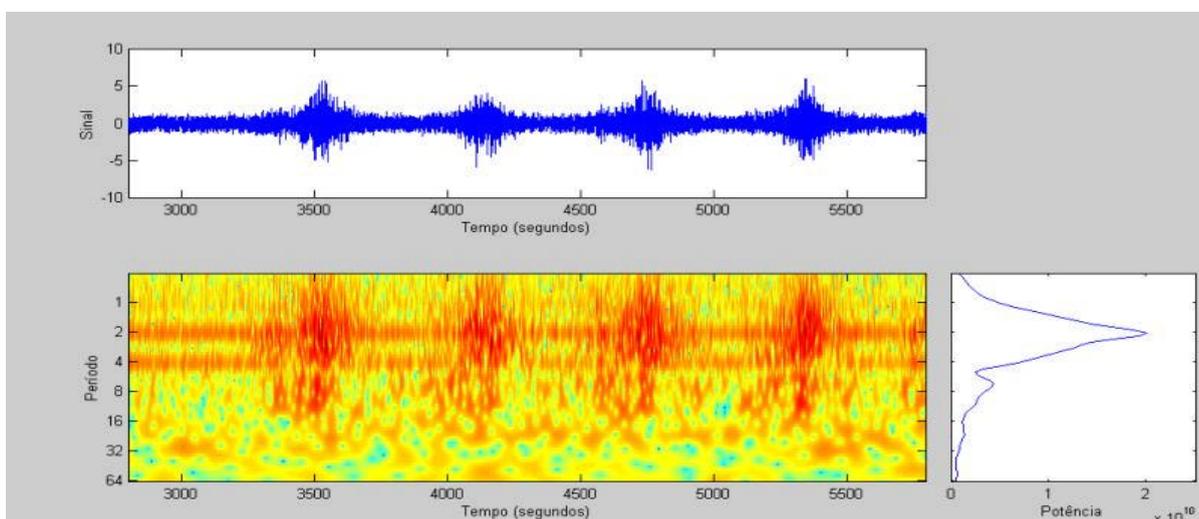


Figura 27: GC2; RF; 3ª série do protocolo de avaliação.

Os gráficos da terceira série do treinamento músculo RF estão representadas nas figuras 25, 26 e 27. O comportamento do músculo RF para o grupo GA mostra que o esforço tende a diminuir da primeira para a terceira. As voluntárias do grupo GA e GC1 mostraram pelas médias das frequências e pelos gráficos GWS, que o RF teve uma participação ativamente da fase concêntrica e excêntrica do movimento comparado ao comportamento do grupo GC2 e que não necessita realizar esforço para realizar o movimento na mesa extensora. Contudo, ao final da terceira série esta tendência evidencia que em média o recrutamento é mais específico, para os três grupos de voluntárias.

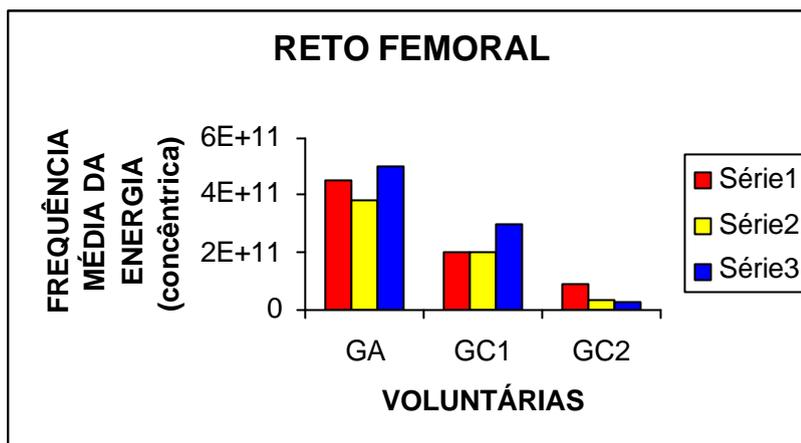


Figura 28: média da energia (potência) - RF - fase excêntrica do movimento.

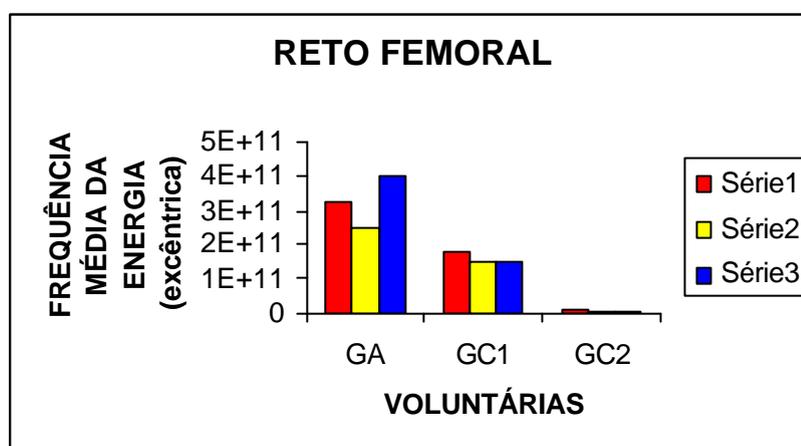


Figura 29: média da energia (potência) - RF - fase excêntrica do movimento.

As figuras 28 e 29 estão ilustrando a frequência média da energia (potência) utilizada pelo músculo RF, durante a fase concêntrica (extensão) e excêntrica (retorno da extensão) no movimento de joelho, durante a realização do protocolo de avaliação. Observando as figuras do músculo RF, do grupo GA mantém o padrão de comportamento apresentado pelo músculo VM. Os grupos GC1 e GC2 evidenciaram que a frequência média da energia durante as séries da avaliação apresentou uma diminuição gradual.

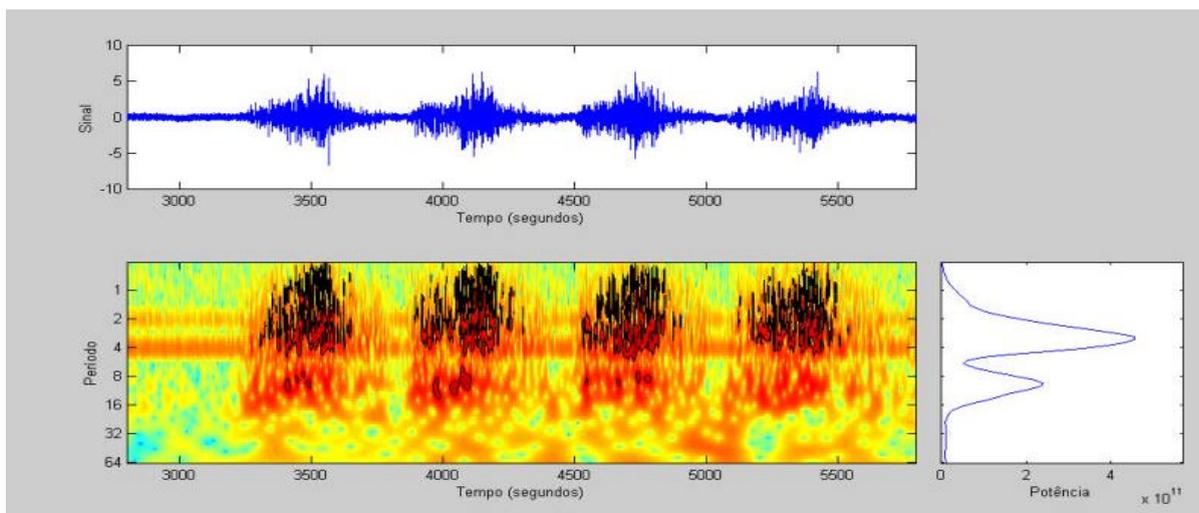


Figura 30: GA; VL; 1ª série do protocolo de avaliação.

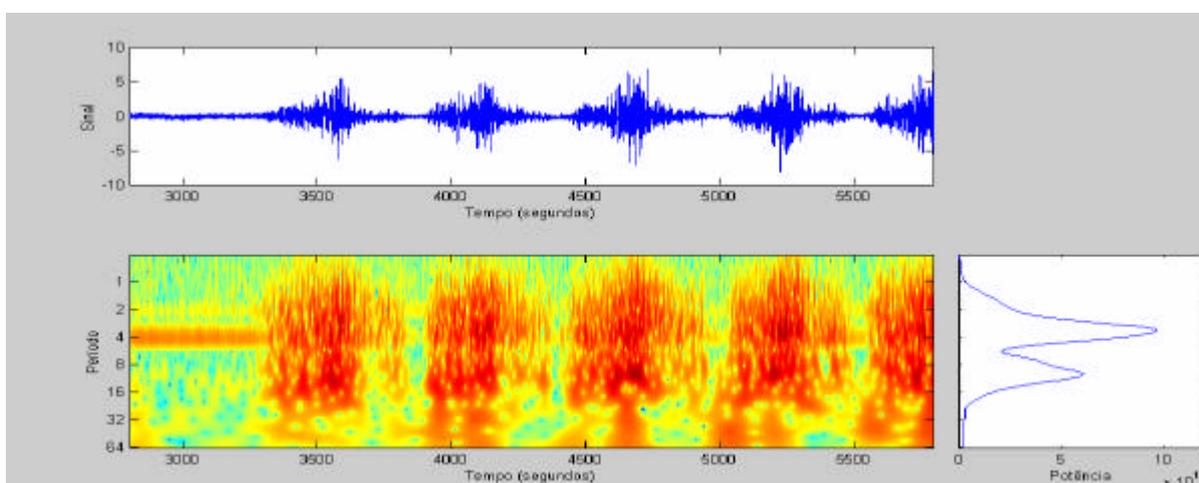


Figura 31: GC1; VL; 1ª série do protocolo de avaliação.

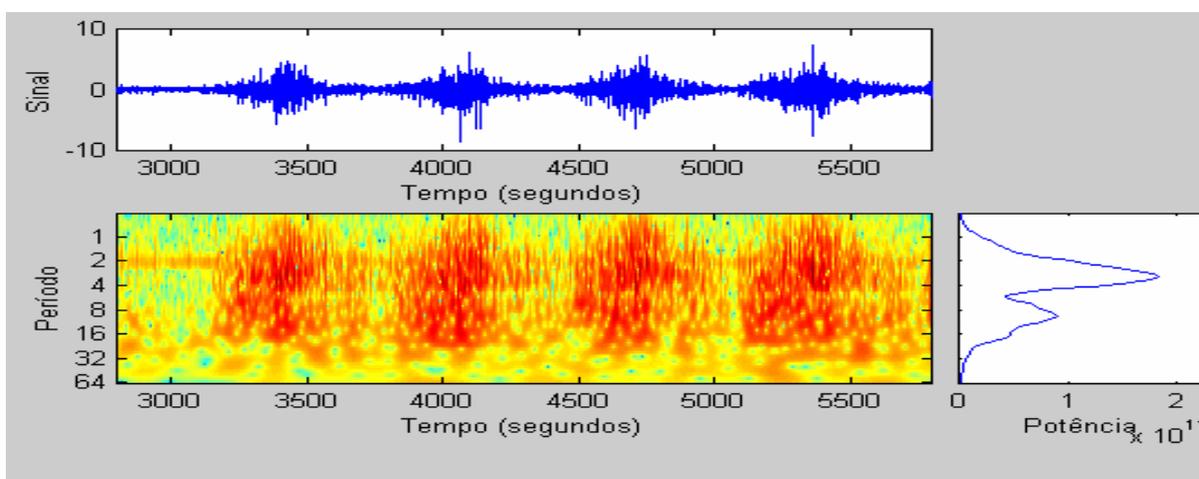


Figura 32: GC2; VL; 1ª série do protocolo de avaliação.

Os gráficos da primeira série do treinamento do músculo VL estão representados nas figuras 30, 31 e 32. Observando os gráficos dos periodogramas, nota-se que o treinamento produziu um efeito expressivo em seu comportamento, diferenciando-o dos músculos VM e RF. O grupo GA manteve a necessidade de fazer esforço para realizar o movimento de extensão, na mesa extensora, porém, foi menor ao compararmos com os outros dois músculos. Em média, a frequência de recrutamento deste músculo foi maior, principalmente na fase de extensão dos joelhos para os três grupos.

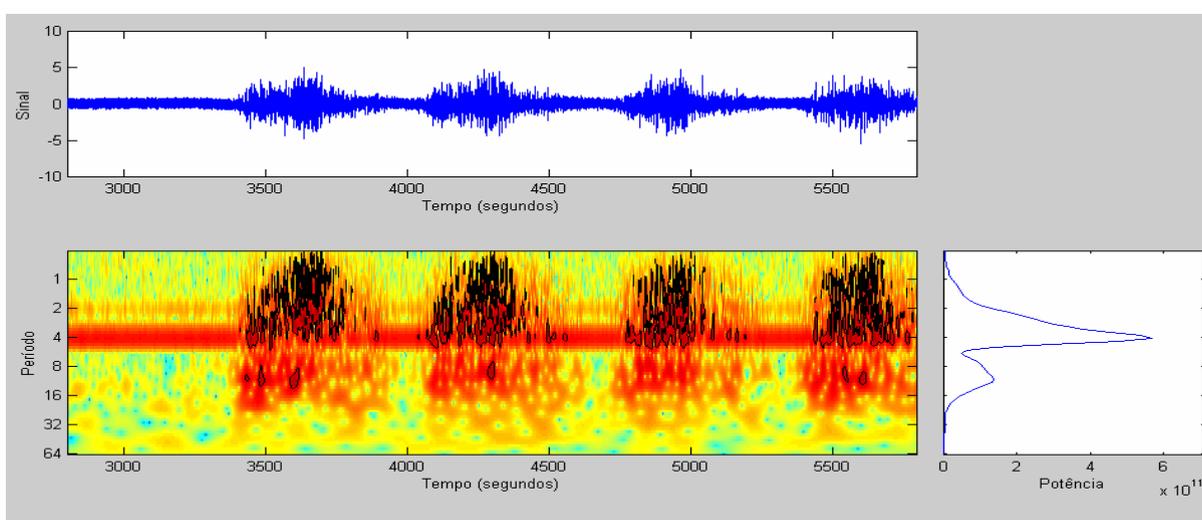


Figura 33: GA; VL; 2ª série do protocolo de avaliação.

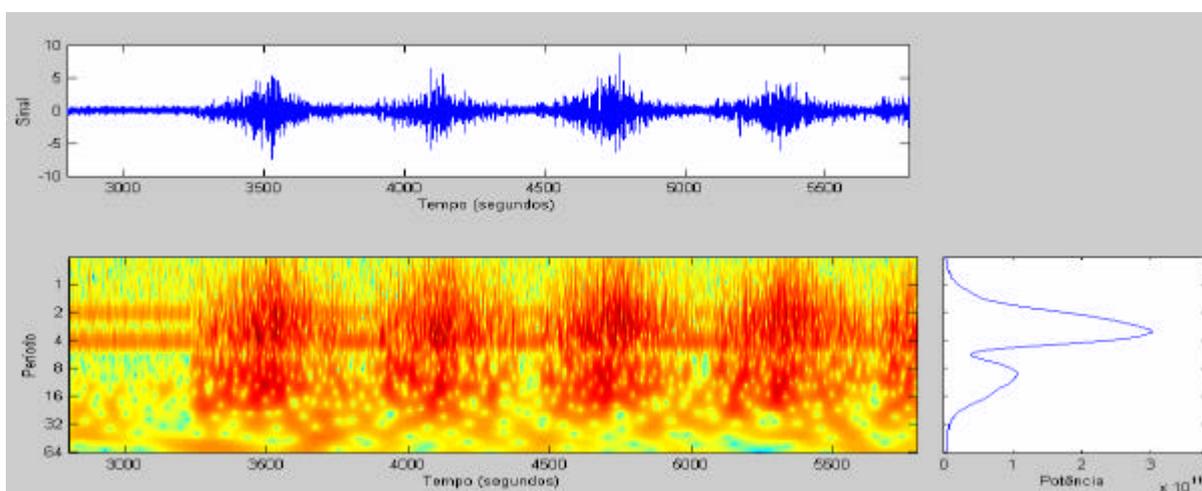


Figura 34: GC1; VL; 2ª série do protocolo de avaliação.

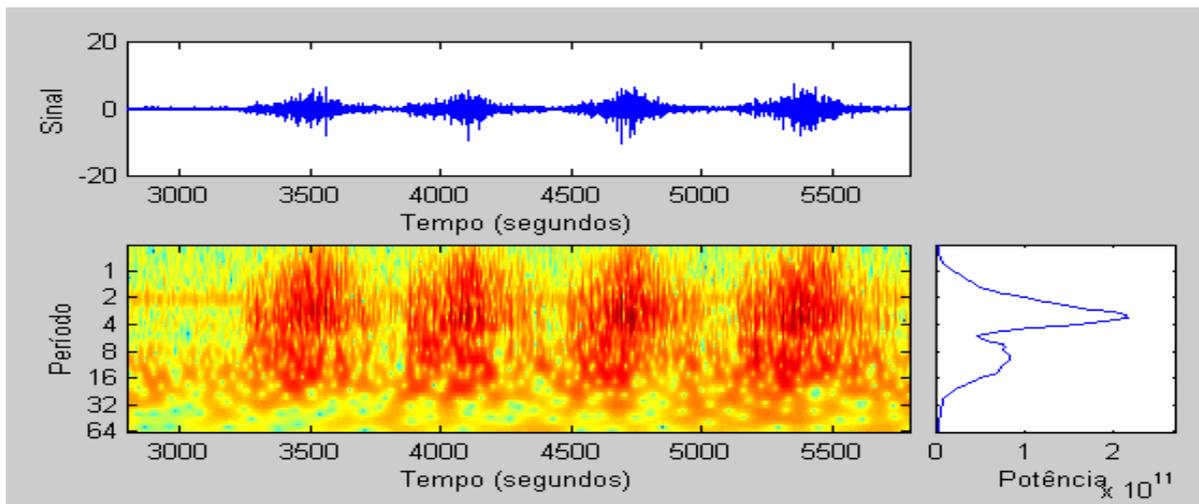


Figura 35: GC2; VL; 2ª série do protocolo de avaliação.

A segunda série do treinamento do músculo VL está representada nas figuras 33, 34 e 35. Os gráficos do periodograma dessa série mostram que VL manteve seu padrão de recrutamento durante o movimento de extensão dos joelhos, fase concêntrica, para todos os grupos, tornando-se mais evidente na terceira série do treinamento. Os três gráficos mostraram que no decorrer do treinamento houve um melhor recrutamento das fibras musculares.

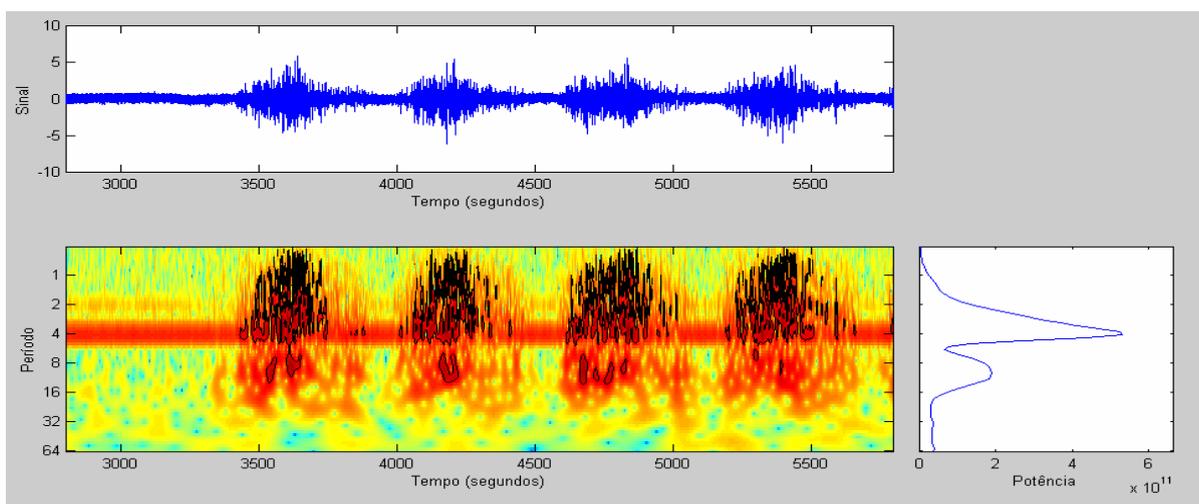


Figura 36: GA; VL; 3ª série do protocolo de avaliação.

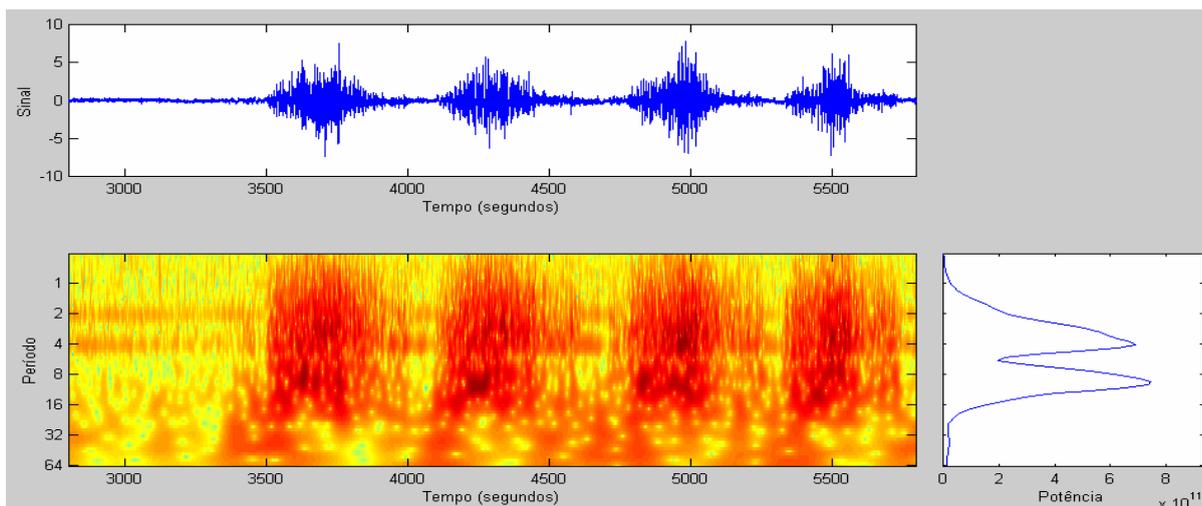


Figura 37: GC1; VL; 3ª série do protocolo de avaliação.

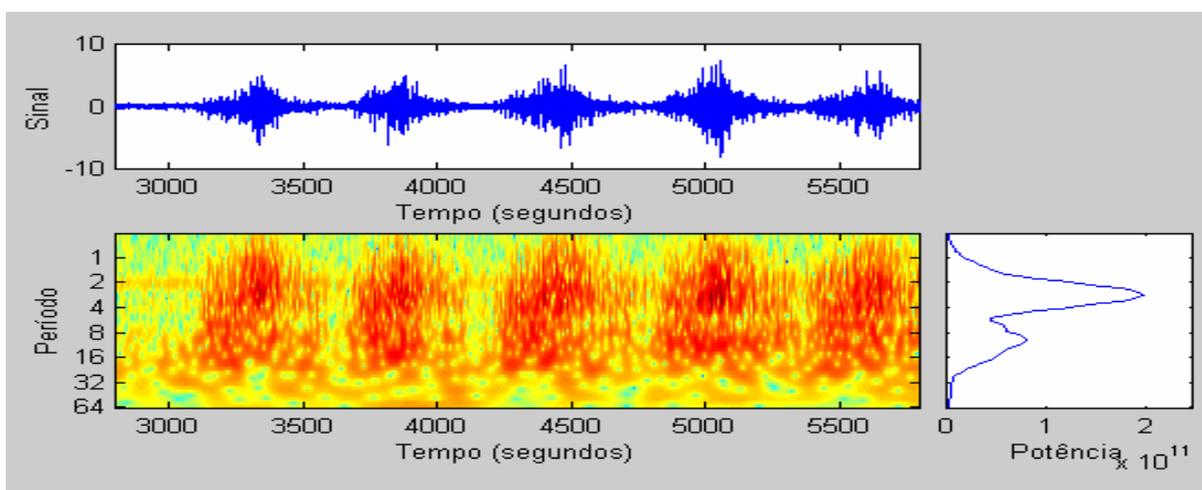


Figura 38: GC2; VL; 3ª série do protocolo de avaliação.

Os gráficos da terceira série do treinamento músculo VL estão representados nas figuras 36, 37 e 38. Os gráficos dos periodogramas do grupo GA mostram que o esforço ao realizar o exercício tende a ser menor do que nas séries anteriores. Os três gráficos mostraram que no decorrer das três séries do treinamento houve um melhor recrutamento das fibras musculares, ficando evidente sua participação na fase concêntrica.

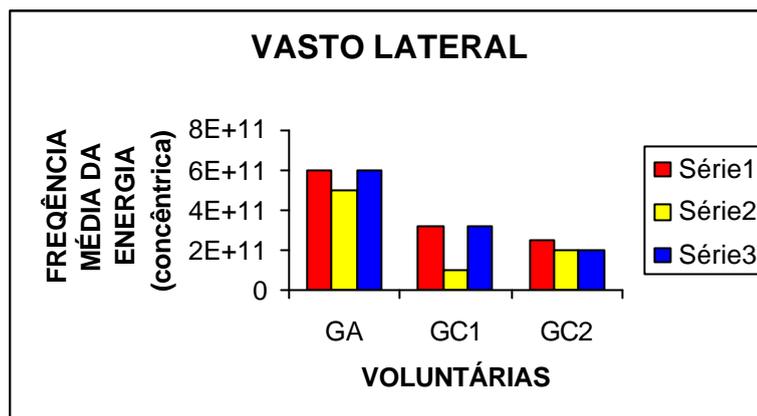


Figura 39: média da energia (potência) - VL - fase concêntrica do movimento.

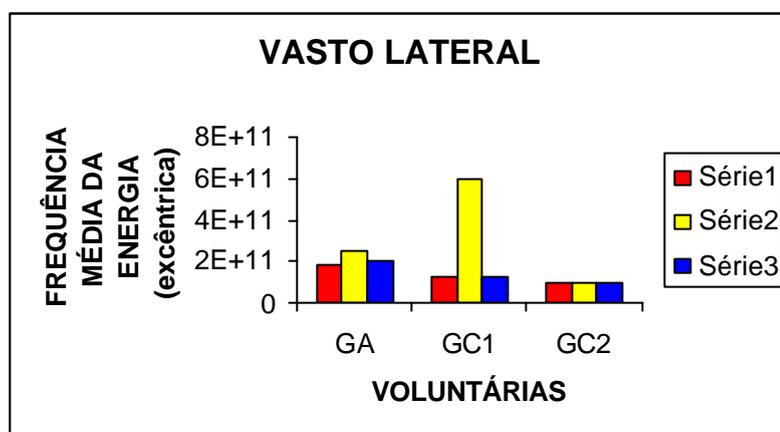


Figura 40: média da energia (potência) - VL - fase concêntrica do movimento.

As figuras 39 e 40 estão ilustrando a frequência média da energia (potência) utilizada pelo músculo VL, durante a fase concêntrica (extensão) e excêntrica (retorno da extensão) no movimento de joelho, durante a avaliação. Observando as figuras acima o músculo VL mostra uma maior frequência média de energia para a fase concêntrica comparada a fase excêntrica. Os grupos GA e GC1 evidenciaram a maior frequência média da energia durante as séries da avaliação.

5. DISCUSSÃO

Nossos resultados apontam para um pior desempenho das voluntárias portadoras de OA de joelhos em utilizar a mesa extensora mensurada através das variáveis antropométricas, amplitude de movimento (ADM) de joelho, força muscular de quadríceps (FQ), índice algo funcional de Lequesne (IL) e qualidade de vida (QQV), bem como, os dados eletromiográficos.

A doença articular crônica é resultado de vários aspectos, incluindo as alterações nas variáveis antropométricas determinadas pelo aumento no peso, a dor, a flexibilidade, as alterações neuromotoras e a força muscular, comprometendo o sistema osteoarticular (SEDA; SEDA, 2001). Estes aspectos interferem na capacidade funcional necessária para a realização das atividades específicas do dia-a-dia, neste sentido, sua manutenção torna-se uma medida emergente e necessária para estes indivíduos e tem sido alvo de preocupação internacional e mais recentemente nacional (FRANSEN; McCONNELL, BELL, 2003; COSTA, 2003; DIAS; DIAS, 2002; FLORINDO, 1998; GERSTEN, 1991). No entanto, essas alterações ocorrem em ritmo e momentos diferentes para cada indivíduo, podendo comprometer também a qualidade de vida (MATSUDO *et al*, 2002; SILVA, 2002; MATSUDO *et al*, 2000), uma vez que ambas estão estreitamente interrelacionadas, de forma que cada aspecto afeta e é afetado por todos os outros (COSTA, 2003).

Dentre os comprometimentos osteoarticulares de maior incidência encontra-se a OA de joelhos com alguns fatores de risco já identificados, como: o sexo feminino, a idade e a obesidade com $IMC=30 \text{ Kg/m}^2$ (MESSIER *et al*, 2005; WEISSLEDER; REIRUMONT; WITTENBERG, 2004; SEDA; SEDA, 2001). As comparações dos dados antropométricos da população do presente estudo não evidenciaram diferença estatisticamente significativa determinando uma homogeneidade da amostragem. Tanto o grupo GA como o grupo GC1

apresentou o IMC em valores de obeso ($\geq 30 \text{ Kg/m}^2$) apontando que possivelmente fatores metabólicos como os marcadores de exposição exógena ao estrogênio associados aos biomecânicos, excesso de peso, entre outros possam ter contribuído para o agravamento do processo degenerativo no grupo GA. Concordando com Messier *et al*, (2005), Coimbra, Samara e Coimbra, (2004), Fransen, McConnell e Bell (2003), Felson (1996), este é um mecanismo de associação que pode ocorrer em pessoas obesas. Entre estes encontram a sobrecarga nas articulações, excesso de peso, alteração biomecânica e fatores sistêmicos possivelmente ligados à presença de um fator de crescimento da cartilagem que acelera a sua destruição afetando o osso subcondral, levando a OA. Em muitos casos, entretanto, a obesidade poderia ser subsequente à OA, onde se ganha peso em consequência da dor devido à inatividade por tempo prolongado (RASO, 2002; FELSON, 1996). Em nosso estudo constatamos um nível elevado da dor no grupo das voluntárias portadoras de OA, podendo a dor ter contribuído para o desenvolvimento da obesidade o que possivelmente acelerou o processo de degeneração no grupo GA.

O ciclo de dor causado pela doença leva os portadores ficarem inativos por períodos cada vez mais longos, favorecendo o enrijecimento articular e muscular e consequentemente reduzindo a amplitude de movimento do joelho (FRANSEN; McCONNELL; BELL, 2003; SEDA; SEDA, 2001). Os resultados encontrados nessa variável mostram que, não houve diferença estatisticamente significativa entre o joelho avaliado e o contralateral do grupo GA e GC1. No entanto, ao comparar GA e GC2, GC1 e GC2, observou-se que, a diferença encontrada foi extremamente significativa entre esses grupos, como já era previsto, reforçando a necessidade da realização de uma prática de atividade física regular, principalmente, as de alongamentos, no decorrer da vida. Estes resultados sugerem que o indivíduo em processo de envelhecimento tem grande predisposição em apresentar encurtamento muscular e diminuição de ADM de diversas articulações, não só as

comprometidas por doença articular crônica concordando com (MATSUDO *et al*, 2003; NAVEGA; AVEIRO; OISHI, 2003).

A proposta deste estudo difere da maioria dos referenciados, devido ao fato de apresentar dados referentes à comparação dos sinais mioelétricos em uma avaliação muscular e não em um treinamento de força específico, analisado pela transformada Wavelet. Outro diferencial deste estudo foi à utilização de uma mesa extensora com carga fixa própria e resistência dinâmica invariável com movimento bilateral de joelhos, distinguindo-se da maioria dos estudos que não controlam o nível relativo da carga entre os indivíduos avaliados.

As comparações intergrupos evidenciaram uma mesma tendência de comportamento de recrutamento das fibras musculares evidenciando uma mesma tendência ao longo das três séries, diferenciando-se quando comparados entre os músculos. O grupo GA apresentou em média um pior desempenho global de recrutamento comparado ao grupo GC2, no entanto pode-se observar que em geral os três grupos de voluntárias recrutam mais unidades motoras durante o movimento na mesa extensora no decorrer da primeira, segunda e terceira série. Já o grupo GC2 realizou um recrutamento mais específico, com menos esforço e com menor frequência média de energia (gráficos 16, 17, 27, 28, 38 e 39). Os resultados deste estudo apontam que apesar da força do quadríceps do membro avaliado das voluntárias do grupo GA não ter sido estatisticamente significativo mostrou-se próximo ao nível de significância e que associados à idade podem ter contribuído para a diferença que caracterizou o nível de esforço e a maior frequência de recrutamento deste grupo durante a execução do movimento na mesa extensora quando foram comparadas as voluntárias dos grupos GC1 e GC2. Segundo Slemenda *et al* apud Gür e Çakim (2003), mulheres de meia idade, portadoras de OA de joelho, apresentam menor força de quadríceps comparados a mulheres saudáveis, acreditando extensamente que a atrofia do quadríceps é secundária a dor articular e a força de contração isométrica do quadríceps esta correlacionada com a área transversa em mulheres idosas

saudáveis (MATHUR; ENG; MACINTYRE, 2005, YOUNG *et al* apud GÜR; ÇAKIM, 2003). Entretanto para estes autores ainda faltam estudos que descrevam adequadamente a relação entre a força dinâmica (concêntrica e excêntrica) e a área transversa do músculo quadríceps nos pacientes com OA. Conseqüentemente, é incerta se a fraqueza do quadríceps pode ser explicada pela massa diminuída deste músculo nos pacientes com OA. Sharma *et al* (2003), relatam que uma alteração na força ou disfunção no quadríceps será compensada de forma indesejável pelos músculos adjacentes aumentando as forças de contato na articulação do joelho, favorecendo o processo degenerativo articular podendo acentuando a fraqueza deste músculo. Possivelmente, esta fraqueza esteja associada às alterações que ocorrem nas propriedades da arquitetura muscular como: a sarcopenia, aumento da quantidade de gordura, diminuição do teor de água, alterações entre os tipos de fibras I e II, entre outros, modificando os aspectos funcionais interferindo no desempenho muscular e autonomia dos indivíduos (NARICI *et al*, 2003; FRANSEN; MCCONNELL; BELL, 2003; MATSUDO *et al*, 2002), confirmando os resultados apresentados pelas voluntárias portadoras de OA. Costa (2003) cita que sob condições normais, o desempenho da força apresenta o seu pico entre 20 e 30 anos, após esse período ela permanece relativamente estável ou diminui ligeiramente durante os 20 anos seguintes. Aos 60 anos ocorre uma diminuição brusca, e a partir dos 70 anos, esta queda se torna ainda maior, sendo nas mulheres as quedas mais dramáticas.

Além da perda de força, a capacidade do músculo de exercer força rapidamente (energia), ou seja, a maior força disponível que o sistema neuromuscular pode mobilizar através de uma contração voluntária, parece diminuir com a idade. Essa habilidade é vital e pode servir como um mecanismo protetor nas quedas e para o cumprimento das capacidades funcionais diárias que exijam um desenvolvimento rápido de força do indivíduo (FRANSEN; MCCONNELL; BELL, 2003; NARICI *et al*, 2003; COSTA, 2003). Nossos resultados mostraram pelo questionário de avaliação funcional e progressão da doença que estes aspectos

parecem se acentuar com o desenvolvimento da OA de joelhos ao compararmos as voluntárias portadoras de OA aos outros dois grupos, onde as primeiras apresentaram uma menor habilidade em desenvolver força rápida durante a execução da tarefa na mesa extensora, evidenciada pelo maior esforço e pela maior energia das frequências de recrutamento das fibras. Estudos afeitos para presente pesquisa mostraram correlações entre a potência (energia) dos extensores dos joelhos e a capacidade funcional em atividades diárias, de homens e mulheres, sendo que nas mulheres os valores encontrados foram maiores do que nos homens. Contudo, para ambos os sexos os resultados indicaram que a energia muscular é importante para o desempenho das atividades diárias e que se a mesma diminui a capacidade para a realização dessas atividades também diminui (SKELTON *et al* 2003; FLECK; KRAEMER, 1999). Este é um fator que parece ter interferido na adaptação postural e adequação à especificidade do movimento na mesa extensora, para as voluntárias portadoras de OA de joelhos (GA) comparando aos outros dois grupos. De Castro *et al* (2003) e Costa (2003) citam que a postura é resultado da convergência da influência de vários sistemas estruturais, anatômicos, neuromusculares e sensoriais subordinados as leis físicas e que dessa convergência emerge um sistema de orientação geral que permite ao corpo e seus segmentos expressarem sua dinâmica de imediato e ao longo do tempo. Portanto, uma alteração nessa convergência pode surgir em decorrência ao processo de envelhecimento associado à doença articular degenerativa desfavorecendo a orientação dinâmica do corpo. Neste sentido, as somatórias desses fatores provocam alterações fisiológicas que são potencialmente negativas ao desempenho muscular, por afetar a funcionalidade global das pessoas (De CASTRO *et al*, 2003; COSTA, 2003; GÜR *et al*, 2002) confirmando a presença de comprometimento funcional entre as voluntárias portadoras de OA.

No entanto, outros fatores podem ter contribuído para os resultados do presente estudo, como: intensidade, duração, período de execução do movimento determinado pelo

protocolo de avaliação e a composição das fibras musculares que estão em ação, um fator inerente ao indivíduo que está predominantemente envolvida no processo da contração muscular (STERNER; ARMSTRONG, 2001; LEE *et al*, 1999; ENOKA, 1995; FITTS, 1994; ENOKA; STUART, 1992), além da provável instalação da fadiga favorecendo o recrutamento não específico das fibras musculares. Hipoteticamente, este recrutamento pode não ser específico dos músculos avaliados, mas dos músculos sinergistas, na tentativa de realizar o treinamento proposto. Uma das possíveis explicações para o recrutamento dos sinergistas pode estar associada ao *crosstalk*, que se refere à interferência de um sinal por outros sinais que emanam de músculos adjacentes (BASMAJIAN; DE LUCA, 1985). Neste sentido pode ter ocorrido uma interferência do músculo sinergista (RF) na captação dos sinais do músculo VM, que se localiza no nível do tendão deste músculo. Neste caso, o *crosstalk* seria um problema, sobretudo, no músculo VL, e a contribuição do sinal do músculo sinergista poderiam resultar em comportamento subestimado, favorecendo interpretações equivocadas.

Contudo, foi visualizado que o comportamento de recrutamento tornou-se mais específico ao longo das repetições nas três séries, nos três músculos de todas as voluntárias, mais visível no músculo VL. Acreditamos que essa especificidade pode ter sido determinada pela plasticidade muscular, capacidade do músculo em se adaptar, mesmo em curto prazo, ao estímulo neural determinado, a partir da interpretação das informações ambientais, que neste caso foi determinada pela carga da mesa extensora e pelas repetições do exercício (HALL; BRODY, 2001). Quando um exercício não familiar é introduzido ao programa de treinamento de exercícios resistidos favorece o aumento inicial da força, sem alterações estruturais do músculo, mas com adaptações neurais (HIRATA; PINTO; CYRILLO, 2005; HIGBIE *et al*, 1996). Esse aumento resulta parcialmente das alterações adaptativas no controle do sistema nervoso que favorece o desempenho muscular determinado pelo tipo e tamanho dos músculos envolvidos, como também, pela capacidade do sistema nervoso em ativar os músculos de

maneira apropriada, sem necessariamente o desenvolvimento da hipertrofia (FERRI *et al*, 2003; SHANKAR, 2002; HALL; BRODY, 2001; ESTON, 2003). Acredita-se que este ganho de força possa ser resultante do recrutamento de unidades motoras adicionais que atuam de forma sincrônica, facilitando a contração aumentando a capacidade do músculo gerar força rápida (KAMEN, 2005; COSTILL; WILMORE, 2001). Neste sentido, o presente estudo corrobora a literatura afeita ao tema, pois acreditamos que o movimento de extensão na mesa extensora, por ser uma atividade incomum aos indivíduos avaliados, determinou estímulo capaz de provocar adaptação muscular mesmo que em curto prazo em todas as voluntárias.

Outro aspecto que observamos na comparação intergrupos foi que os músculos VM, RF e VL apresentaram comportamento de recrutamento diferente, entre a primeira, segunda e terceira séries, mas, seguiram um mesmo padrão no decorrer da avaliação. Este padrão de recrutamento foi verificado pelos picos das curvas, nos gráficos GWS e pela homogeneidade das cores nos gráficos dos periodogramas. É provável que esta característica, não tenha sido em decorrência isolada do comportamento mioelétrico de cada músculo, como também, pela adequada utilização da ferramenta e metodologia experimental, como a posição dos eletrodos, posição das voluntárias na mesa extensora, local da coleta, entre outros. Estas diferenças de comportamento foram verificadas pela observação dos músculos VM, RF e VL de forma isolada, assim como entre os mesmos em cada grupo de voluntárias.

Os gráficos do músculo VM na primeira série do movimento de extensão de joelhos demonstraram que as voluntárias portadoras de OA realizaram um período maior de esforço para executar o movimento na mesa extensora, determinando em média um pior comportamento global deste músculo, em relação ao comportamento do grupo GC2 e a caracterização dos sinais das voluntárias de GC1 mostram-se semelhantes ao primeiro grupo. Na segunda série o comportamento de recrutamento do grupo GA em média, por repetição, tende a ser melhor apesar da presença do esforço na realização da extensão dos joelhos

quando comparado ao GC2. Porém a intensidade mostrou-se maior durante o retorno do movimento para as voluntárias dos três grupos. Na terceira série este músculo assume um padrão de comportamento definido, mostrando um recrutamento mais específico, principalmente para os grupos GA e GC1 ao longo das repetições do movimento de joelho. Hipotetizou-se que, embora o músculo VM tenha apresentado um comportamento similar no decorrer das três séries as voluntárias dos grupos GA e GC1 participaram com maior esforço da execução do movimento de extensão dos joelhos comparados ao GC2, enquanto que todas as voluntárias mostraram recrutamento mais específico das unidades motoras na fase excêntrica do movimento.

Quanto ao comportamento do RF, este músculo mostrou que ao longo da primeira série teve uma participação no movimento de extensão dos joelhos, como do seu retorno à posição inicial. Para o movimento de extensão as voluntárias dos grupos GA e GC1 comparadas ao GC2 mostraram um maior esforço e ao retornar o movimento os dois grupos mostraram que RF teve uma participação ativa nesta fase do movimento, porém com menor esforço e mais especificidade de recrutamento. Na segunda série, o músculo RF manteve o padrão de comportamento da série anterior para os grupos GA e GC1, o grupo GC2 apresentou uma tendência em participar mais ativamente do retorno do movimento de extensão dos joelhos. Contudo, ao final da terceira série esta tendência evidenciou em média um recrutamento mais específico, para os três grupos de voluntárias, e este comportamento apresentou-se semelhante ao do músculo VM.

O processamento do sinal mioelétrico do músculo VL durante a primeira série, sugere que as repetições produziram um efeito expressivo em seu comportamento, diferenciando-o dos músculos VM e RF. Notamos que o grupo GA manteve a necessidade de fazer esforço para realizar o movimento de extensão, na mesa extensora, porém, foi menor ao compararmos com os outros dois músculos. Em média, a frequência de recrutamento deste músculo foi

maior, principalmente na fase de extensão dos joelhos para os três grupos. Na segunda série, VL manteve seu padrão de recrutamento durante o movimento de extensão dos joelhos, fase concêntrica, para todos os grupos, tornando-se mais evidente na terceira série do treinamento. Os três gráficos mostraram que no decorrer do treinamento houve um melhor recrutamento das fibras musculares. Essa melhoria no padrão de recrutamento pode ser resultante de um bloqueio ou uma redução de impulsos inibitórios, permitindo que mais unidades motoras fossem ativadas simultaneamente, independentemente de atuarem em uníssono para manter o ritmo do movimento. Ao compararmos VL ao VM e RF, vale ressaltar que o comportamento de recrutamento das fibras musculares diferenciou-se entre estes músculos, mostrando que a participação do VL foi mais específica durante a fase excêntrica do movimento, pois, o retorno do movimento em média por repetição teve menor frequência, enquanto que a participação do VM e RF nesta fase ocorreu em média com maior frequência.

Observando os padrões de comportamento dos músculos analisados, acreditamos que as propriedades arquitetônicas e as características dos músculos VM, RF e VL tenham contribuído para os resultados encontrados no presente estudo. Segundo Lieber e Frieden (2001), arquitetonicamente os músculos podem ser basicamente de dois tipos, os peniformes e os fusiformes, já suas características são distintas. O músculo RF é um músculo fusiforme, biarticular, com fibras musculares superficiais arranjadas diagonalmente ao eixo de tração apresentando menor área transversal anatômica em relação aos músculos VL e VM o que lhe confere maior capacidade de amplitude de movimento (WICKIEWICZ *et al.*, 1983 *apud* KYLE, 2005; MOORE, 1994). Quanto à distribuição das fibras do tipo II o músculo RF possui uma maior proporção em número, seguido pelo VL e VM (WICKIEWICZ *et al.*, 1983 *apud* KYLE, 2005). Enquanto que os músculos VL e VM são músculos peniformes, monoarticulares, com pequena diferença quanto à composição nas fibras do tipo II, estão distribuídos em sentido diagonal que permite um maior acoplamentos de sarcômeros em

paralelo. Esta disposição acarreta maior área transversal anatômica, resultando em maior capacidade de produção de força (LIEBER; FRIEDEN, 2001). O músculo VL em relação ao VM apresenta maior área transversal fisiológica o que desencadeia em maior tensão muscular absoluta (WICKIEWICZ *et al apud* OKANO, 2003). Além destes fatores o estímulo gerado no decorrer da avaliação pode ter influenciado o padrão de comportamento destes músculos aumentando a força de contração em decorrência do recrutamento de unidades motoras adicionais, além do tipo de fibra muscular solicitada (HUANG; TORSTENSSON, 2000; SEGER; ARVIDSSON; TORSTENSSON, 1998). Estes autores relatam que ao executar um movimento fibras do tipo I e fibras do tipo II são ativadas, no entanto, as fibras do tipo II se sobressaem por exercer força mais específica. Kyle *et al* (2005), relatam que o pico de torque diminui em decorrência das contrações concêntricas dos músculos VM, RF e VL, sugerindo que isto ocorra devido à ativação das fibras tipo II em relação às fibras tipo I, primariamente responsáveis pela produção do torque. Com base nestes fatos sugerimos que o músculo RF contribuiu para que o movimento atingisse a extensão completa auxiliada pelos músculos VL e VM por possuírem alta capacidade de produzir de força, assim como, pela maior tensão gerada durante a execução do movimento. Entretanto, Akima *et al* (2001) relatam que o envelhecimento causa um decréscimo gradual no pico de torque durante a extensão e flexão isocinética do joelho de homens e mulheres a partir dos 40 anos de idade diferenciando-se de indivíduos com 20 anos de idade. Neste estudo observou-se que as voluntárias idosas, portadoras ou não de OA mostraram-se capazes em realizar a flexão e extensão de joelho na mesa extensora, apesar terem utilizado um maior período de esforço ao ser comparado principalmente ao grupo de voluntárias jovens. Kamen *et al* (2005), compararam a estimulação do tibial anterior de jovens e idosos verificaram que a frequência de recrutamento não parece ser afetada pela idade, pois os dois grupos apresentaram um mesmo comportamento de recrutamento, tanto durante, como após a estimulação do músculo

analisado. Concordando com estes autores hipotetizamos que os resultados encontrados neste estudo tenha sido em decorrência a melhoria na capacidade coordenativa dos músculos analisados por aumentar a frequência de recrutamento das fibras ativadas favorecendo a força de contração. Identificamos que os músculos VM, RF e VL apresentaram uma tendência em participar da fase concêntrica e excêntrica, prevalecendo à concêntrica, nos três grupos de voluntárias. Bosco; Viitasalo *apud* Moraes, *et al* (2003), em seus estudos encontraram uma maior atividade eletromiográfica dos músculos RF e VM, nas contrações concêntricas e excêntricas, em atividade de saltos verticais, que o músculo VL. Embora a contração excêntrica seja usada no dia-dia, neste caso mostrou-se menos funcional do que a fase concêntrica, determinado o maior esforço e em média a maior frequência de recrutamento das fibras nesta fase do movimento para as voluntárias do grupo GA. Pellegrinotti (1995) relatou que o músculo RF exerce ação na extensão do joelho, principalmente no diz respeito aos primeiros graus de extensão, antecipando os músculos VM e VL, enquanto que estes últimos participam mais ativamente no final deste movimento, sugerindo que possa existir uma ação sinérgica destes músculos, para que o movimento se complete. Bankoff *et al*, (1998), analisando as médias dos picos de frequência durante a flexão e extensão dos joelhos, com e sem carga constataram serem maiores no movimento de extensão total e com carga, desencadeando em maior recrutamento das fibras musculares. Nossos resultados parecem concordar com este autor, ao observarmos que durante a extensão dos joelhos na mesa extensora com carga, um maior esforço foi gerado, desencadeando em maior recrutamento das fibras musculares dos três músculos analisados por participação ativa da fase concêntrica e excêntrica do movimento. Acreditamos que na fase excêntrica o músculo foi capaz de gerar maior tensão, conseqüentemente, maior capacidade de produzir força rápida para frear o movimento, diferenciando-se da fase concêntrica, observado principalmente no comportamento do músculo VL. Moraes *et al* (2003) utilizaram a mesa extensora para

analisar o comportamento do músculo RF em um protocolo de treinamento com e sem carga em mulheres jovens. Seus resultados mostraram que o treinamento de extensão do joelho sem carga comparada à contração máxima refletiu numa necessidade de o músculo RF recrutar mais especificamente as fibras musculares com aumento gradativo da tensão provocado pela contração voluntária máxima. Contudo, o mesmo comportamento foi observado ao comparar o treinamento sem carga ao de diferentes cargas. Em nosso estudo, no que diz respeito ao comportamento de recrutamento das unidades motoras o músculo RF mostrou-se semelhante aos encontrados por estes autores, confirmado pelo aumento da energia das frequências de recrutamento ao longo das séries propostas, embora tenha sido observado um esforço durante as repetições de extensões dinâmicas dos joelhos desde o início até final das repetições, principalmente para as voluntárias portadoras de OA. Kyle *et al* (2005), demonstraram que cada um dos músculos superficiais do quadríceps femoral contribuiu excepcionalmente para o controle da força através das 50 repetições ativas de extensão dos joelhos. Estes resultados sugeriram que as respostas dos músculos VL, RF e VM durante a realização da tarefa possivelmente podem ter sido influenciados por inúmeros fatores tais como os diferentes tipos de fibras recrutadas, alterações na estratégia e frequência de ativação das unidades motoras.

Pincivero, Coelho e Campy (2004) relataram um aumento na percepção do esforço durante um exercício isométrico de extensão do joelho próximo aos 50-80%. Kyle *et al*, (2005), observaram que em 50 repetições de extensão dos joelhos uma pequena diminuição na amplitude do EMG ocorreu entre a 15-40 repetições nos primeiros 60 segundos para RF e VM e para os três músculos (VM, RF e VL) a mudança ocorreu após este período de tempo. Estes resultados sugerem que esta diminuição ocorreu no momento em que a motivação do voluntário diminuiu, provavelmente devido a uma maior percepção do esforço (PINCIVERO; COELHO; CAMPY, 2004; PINCIVERO; DIXON; COELHO, 2003). Neste sentido nossos resultados se mostram contrário aos citados anteriormente, pois, as voluntárias do presente

estudo mostraram que com o decorrer da avaliação o esforço foi reduzido e o comportamento global do exercício tornava-se mais específico. Contudo, estes autores citam que a comparação entre motivação e percepção do esforço na amplitude do EMG e especificidade de recrutamento durante atividades dinâmicas necessitam de investigações mais claras que forneçam mecanismos de suporte para pesquisas futuras.

Os dados do questionário de qualidade de vida revelaram que a OA acarreta prejuízos na percepção da saúde, dor e aspecto social destes indivíduos. Sobre estes aspectos os resultados encontrados apontam que a dor leva à diminuição das atividades diárias favorecendo a rigidez característica do processo degenerativo levando à limitação funcional e restrição dos movimentos acometendo diretamente a qualidade de vida dessas pessoas afastando-as do convívio social (JAKOBSSON; HALBERG, 2002; GÜR, 2002; CICONELLI *et al*, 1999).

Neste sentido o tratamento para a OA não deve ser somente o farmacológico e sim aqueles que também prescrevem a educação do paciente, a redução do peso e a prática regular de exercício físico (PENDLETON *et al* apud FRANSEN; McCONNELL; BELL, 2003). Fransen *et al* (2006), Cuoco *et al* (2004), Fransen *et al* (2001), Marques e Kondo (1998) e Fransen *et al* (1997) fazem referência favorável aos exercícios, devido a melhora e manutenção da força muscular, da mobilidade articular, da resistência e da funcionalidade. Especificamente ocorre melhora na velocidade da marcha habitual, capacidade para subir escadas e atividades físicas espontâneas. Além disto, aumentam a densidade óssea e diminuem a dor, pois melhora a biomecânica (FRONTEIRA *et al*, 2001 *apud* TARTARUGA *et al* 2005). Dentre os exercícios terapêuticos utilizados pela fisioterapia estão os exercícios de fortalecimento muscular que são mais eficazes para melhora da funcionalidade quando comparados aos exercícios globais (MARQUES; KONDO 1998; FISHER *et al* 1997; FISHER *et al* 1994). No entanto, um aspecto importante nos exercícios empregados para

reabilitação não é a magnitude da ativação, mas sim a qualidade e a harmonia com as quais os músculos são solicitados (OKANO, 2004).

Entende-se que seja de suma importância a participação desses indivíduos em programas preventivos ou de reabilitação física, incluindo o treinamento de resistência e de força muscular e fisioterapia para a manutenção da autonomia e independência. Sob estes aspectos cresce a procura por parte destes indivíduos pelas academias de ginástica e também o interesse em adquirir equipamentos de musculação, incentivados não só pela auto-estima e qualidade de vida, como também, para a preservação da capacidade funcional (MORAES, 2003; SACCO *et al*, 2003; SANTOS *et al*, 2002; HALL; BRODY, 2001). Neste sentido, características peculiares aos idosos como a diminuição da acuidade sensorial, intolerância ao estresse do meio ambiente, diferenças relativas às atividades preferidas e os riscos para a saúde requer algumas considerações especiais, para que o programa de treinamento seja bem sucedido (FRONTEIRA *et al*, 2001; ROTH *et al*, 1999; PICKLES *et al*, 1998). O incentivo e a combinação entre o treinamento aeróbico, de força, de alongamento, de equilíbrio e coordenação devem ser priorizados. As modalidades de exercícios devem atingir os pequenos e grandes grupos musculares, tanto de membros inferiores como os superiores. Outra modalidade relevante é a caminhada que apesar de ter uma característica multifatorial está vinculada aos cuidados biomecânicos e, conseqüentemente, favorece a melhora da marcha, qualidade de vida e funcionalidade (TARTARUGA *et al*, 2005; FITZGERALD *et al*, 2004).

Dentre as variáveis descritas acima todas estão sujeitas à interferência do estilo de vida podendo então inferir que o hábito de vida saudável pode ser considerado fundamental para a melhoria da qualidade de vida, além de melhorar a saúde durante o processo de envelhecimento. A prática de atividade física moderada, realizada de maneira regular, tem tido grande importância no processo de envelhecimento saudável, no entanto, não pode por si

só assegurar um aumento na expectativa de vida dos indivíduos que estão envelhecendo, mas pode proporcionar um incremento na mesma.

6. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo evidenciaram a importância da prática orientada de exercícios físicos, sobretudo, daqueles que propiciem aumento ou manutenção da força muscular na população desta faixa etária, sejam esses portadores ou não de doença articular degenerativa. Durante a avaliação eletromiográfica da capacidade do quadríceps as voluntárias mostraram-se capazes em utilizar a mesa extensora de acordo com a metodologia proposta. Todos os grupos apresentaram melhora relevante, mostrando uma relação direta entre o exercício e o aumento da capacidade de recrutamento, devido a questões neuromusculares e não ao ganho de massa muscular.

Os resultados das comparações intergrupos para a avaliação da capacidade funcional do quadríceps evidenciaram uma mesma tendência de comportamento de recrutamento das fibras deste músculo evidenciando uma mesma tendência ao longo das três séries, diferenciando-se quando comparados entre os músculos. O grupo GA apresentou em média um pior desempenho global de recrutamento comparado ao grupo GC2. No entanto pode-se observar que em geral os três grupos de voluntárias recrutam mais unidades motoras durante o movimento na mesa extensora no decorrer da primeira, segunda e terceira série. Já o grupo GC2 realizou um recrutamento mais específico, com menos esforço e com menor energia das frequências.

As comparações entre os músculos VL, VM e RF, mostraram que houve diferença de comportamento no recrutamento das unidades motoras dos três músculos. A participação do VL foi mais específica durante a fase excêntrica do movimento, pois, o retorno do movimento em média por repetição teve menor frequência, enquanto que a participação do VM e RF nesta fase ocorreu em média com maior frequência, determinando maior recrutamento na fase concêntrica para os dois músculos.

A aplicação da transformada wavelet ao processamento dos sinais eletromiográficos do quadríceps neste estudo possibilitou a calibração dos sinais de forma individual, determinado a intensidade do exercício e grau de esforço pela análise das cores presentes nos gráficos dos periodogramas, assim como, a média de energia das frequências (potência) presentes nos gráficos GWS, o que não seria possível utilizando-se de outras ferramentas. Baseado em todas essas possibilidades de análise demonstra ser a transformada wavelet de grande valia e eficiência para a área da saúde, mais especificamente para a Fisioterapia.

Apesar da mesa extensora ser um equipamento acessível e largamente utilizado em academias e clínicas de fisioterapia, para a realização dos trabalhos encontrados na literatura a maioria utilizou o dinamômetro isocinético para mensurar o comportamento destes músculos. Portanto, sugerimos que mais pesquisas sejam realizadas utilizando a mesa extensora a fim de validar as formas de utilização da mesma, principalmente para esta população. Para que, tanto profissionais como os indivíduos possam utilizar com segurança a mesa extensora na reabilitação e nos treinamentos regulares em academias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, E, *et al.* Estudio clínico multicéntrico doble-ciego de naproxen 1000 mg vs. piroxican en dosis única diaria matinal para el tratamiento de la osteoartritis de rodilla / Multicentric double-blind clinical trial with naproxen 1000 mg versus piroxican once a day morning dosage in the treatment of knee osteoarthritis. **Folha Méd.**, v.98, n.4, p.269-272, 1989.
- AIRES, M M, *et al.* **Fisiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1999, v.1, cap. 34, p. 368.
- AKIMA, H *et al.* Muscle function in 164 men and women aged 20 - 84 years. **Med Sci Sports Exerc**, v.33, p.220-226, 2001.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - ACSM: Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc**, v.30, p.992-1008, 1998.
- ANDRADE, M A P. Joelho. In: MOREIRA, C; CARVALHO, M A. **Reumatologia Diagnóstico e Tratamento**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Medsi, 2001, cap.221, p. 221-230.
- APPELBOOM, T; REGINSTER, J Y. Symptoms modifying effect of avocado/souybean unsaponifiables in knee osteoarthritis. A double blind, prospective, placebo-controlled study. **Scand J Rheumatol**, v.30, n.4, p.242-247, 2001.
- BANKOFF, A D P, *et al.* Estudos dos picos de frequência dos músculos vasto lateral, vasto medial oblíquo e reto femoral, em movimentos de flexão e extensão total do joelho em atletas de levantamento de peso: um estudo eletromiográfico. **Rev Assoc Prof Educ Física de Londrina**, v.13, n.1, p.18-28, 1998.
- BANKOFF, A.D P, *et al.* Study of the explosive strength of the rectus femoris muscle using electromyography. **Electromyog Clin Neurophysiol**, v.40, n.6, p.351-356, 2000.
- BARRET, D S; COBB, A G; BENTLEY, G. Joint proprioception in normal osteoarthritis and replaced knees. **J Joint and Bone Surg**, v.73, n.1, p.53-56, 1991.
- BASMAJIAN, J. V. **Electro-fisiologia de la acción muscular**. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A., 1976.
- BECKER, R, *et al.* Neuromuscular quadriceps dysfunction prior to osteoarthritis of the knee. **J Orthopedic Res**.v. 22, n.4, p.768-773, 2004.
- BELLAMY, N, SOTHERN, R B, CHAMPBELL, R. Rhythmic variations in pain perception in osteoarthritis of the knee. **J Rheumatolog**. v.17, n.3, p. 364-372, 1990.
- BENNELL, K L; HINMAN, R S.; METCALF, B R. Association of Sensorimotor Function with Knee Joint Kinematics during Locomotion in Knee osteoarthritis. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 83, n.6, p. 455-463, 2004.
- CAHUE, S, *et al.* Varus-Valgus Alignment in the Progression of Patellofemoral Osteoarthritis. **Arthritis Rheum**. v.50, n.7, p.2184 – 2190, 2004.

CARVALHO, J, *et al.* Força muscular em idosos II - Efeito de um programa complementar de treino na força muscular de idosos de ambos os sexos. **Rev Portug Ciênc Desport.** v.4, v.1, p.58-65, 2004.

CICONELLI, R M, *et al.* Tradução para língua portuguesa e validação do questionário genérico de avaliação de qualidade de vida SF-36 (Brasil SF-36). **Rev Brás Reumatol.** v.39, p.143-150, 1999.

CICUTTINI, F, *et al.* Longitudinal study of the relationship between knee angle and tibiofemoral cartilage volume in subjects with knee osteoarthritis. **Rev Rheumatology.** v.43, n.3, p.321-324, 2004.

COIMBRA I B, *et al.* Consenso Brasileiro para o tratamento da Osteoartite. **Rev Bras Reumatol.** v.42, n.6, p.371-374, 2002.

COIMBRA, F X; SAMARA, A M; COIMBRA, I B: Estudo da Associação entre o Índice de Massa Corpórea (IMC) e a Osteoartrite (OA) de mãos. **Rev Bras Reumatol.** v. 42, n.3, p.206 - 211, 2004.

COLLINEAU, S; BRUNET, Y. Detection of Turbulent Coherent Motions in a Forest Canopy - Part I: Wavelet Analysis. **Boundary-Layer Meteorol,** v. 65, p. 375-379,1993.

CONFORTO, S; ALESSIO, T D; PIGNATELLI, S: Optimal rejection of movement artefacts from myoelectric signals by means of a wavelet filtering procedure. **J Electromyog Kinesiology.** v. 9, p. 47-57, 1999.

COOKE, T D V. Pathogenic mechanisms in poliarticular osteoarthritis. **Clin Rheumatic Dis.** v.11, n.2, p.203-238, 1985.

COSTA, G A. Tríplice visão do envelhecimento: Longevidade, qualidade de vida, atividade física e aspectos biopsicossociais. **Rev Sobama.** v.8, n.1, p.27-39, 2003.

COSTILL, D L; WILMORE, J H. **Fisiologia do esporte e do exercício.** 2ª ed. São Paulo: Editora Manole, 2001, v. 1, p. 29-49 ; 84-104.

CUOCO, A, *et al.* Impact of muscle power and force on gait speed in disabled older men and women. **J Gerontol Biol Sci Med Sci.** v.59, n.11, p.1200-1206, 2004.

De CASTRO, E M, *et al.* Um tutorial sobre percepção háptica no controle postural: Ilustrando um paradigma “Âncora” e suas aplicações na reabilitação e na atividade física adaptada. **Rev Sobama.** v.8, n.1, p.7-20, 2003.

DIAS, R C; DIAS, J M D. Avaliação da qualidade de vida relacionada à saúde em idosos com osteoartrite de joelhos. **Rev Bras Fisiot.** v.6, n.3, p.105-111, 2002.

DIAS, R C, *et al.* Estudo da eficácia do uso de palmilhas no tratamento conservador da osteoartrite de joelhos. **Rev Bras Fisiot.** v.3, n.1, p.21-27, 1998.

DUPUY, D E; CHEW, F S; RHEA, J T. **Imagem Musculoesquelética.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Revinter, 2004, p. 406-408.

ENOKA, R M. Morphological features and activation patterns of motor units. **J Clin Neurophysiol.** v.12, n.6, p.538-559, 1995.

ENOKA, R; STUART, D G: Neurobiology of muscle fatigue. **J Appl Physiol.** v.72, n.5, p.1631-1648, 1992.

ENVELHECIMENTO Ativo: Mudança de Paradigma para viver o envelhecimento. **Jornal PUC MINAS**, n. 272, p. 8-9, 2006.

ESTON, R, *et al.* Effects of prior concentric training on eccentric exercise induced muscle damage. **Br. J Sports Med.** v.37, p.119-125, 2003.

ETTINGER JR, *et al.* A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis. **Fitness Arthritis Seniors Trial (FAST).** JAMA. v.277, p.25-31, 1997.

FARGE, M. Wavelet transforms and their applications to turbulence. **Annual Review of Fluid Mechanics**, v.24, p.395-457, 1992.

FELSON, D T. Weight and osteoarthritis. **Am J Clin Nutr.** v. 63, p.430-432, 1996.

FERRI, A, *et al.* Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age. **Acta Physiol Scand.** v.177, n.1, p.69-78, 2003.

FISHER, N M; PENDERGAST, D R. Effects of a muscle exercise program on exercise capacity in subjects with osteoarthritis. **Arch Phys Med Rehabil.** v.75, p.792-797, 1994.

FISHER, N M, *et al.* Muscle function and gait in patients with knee osteoarthritis before and after muscle rehabilitation. **Disabil Rehabil.** v.19, n.2, p.47-55, 1997.

FITTS, R H. Cellular mechanisms of muscle fatigue. **Physiol Rev.** v.74, n.1, p.49-94, 1994.

FITZGERALD, G K, *et al.* Quadriceps Activation Failure as a Moderator of the Relationship Between Quadriceps Strength and Physical Function in Individuals With Knee Osteoarthritis. **Arthritis Care Research.** v.51, n.1, p.40-48, 2004.

FLECK, S J; KRAEMER, W J. **Fundamentos do treinamento de força muscular.** 2ª edição. Porto Alegre: Editora Artmed, 1999.

FLORINDO, A. A Educação física e promoção em saúde. **Rev Bras Ativid Física Saúde.** v.3, n.1, p. 84-89, 1998.

FRAENKEL, L, *et al.* Treatment options in knee osteoarthritis: the patient's perspective. **Arch Intern Medicine.** v.164, n.12, p.1299-1304, 2004.

FRANSEN, M; CROSBIE, J; EDMONDS, J. Physical therapy is effective for patients with osteoarthritis of the knee. **J Rheumatol.** v.28, n.1, p.156-164, 2001.

FRANSEN, M, *et al.* A revised group exercise program for osteoarthritis of the knee. **Physiother Res. International.** v.2, n.1, p.30-31, 1997.

FRANSEN, M; McCONNELL, S; BELL, M. Exercise for osteoarthritis of the hip or knee. **Cochrane Database Syst Rev.** 2003:3CD004286.

FRONTERA, W R; DAWSON, D M E; SLOVIK, D M. **Exercício físico e reabilitação.** Porto Alegre: Editora Artmed, 2001.

GERSTEN, J W. Effect of exercise on muscle function decline with aging: Rehabilitation Medicine-Adding Life to Years. **West J Med.** v.154, p.579-582, 1991.

GREENSPAN A; CHAPMAN M W; JACOBSON H G. **Radiologia Ortopédica.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1996, parte III: 12.1-12.7.

GÜR, H *et al.* Concentric versus combined concentric-eccentric isokinetic training effects on functional capacity and symptoms in patients with osteoarthritis of the knee. **Arch Phys Med Rehab.** v.83, n.3, p.308-316, 2002.

GÜR, H, ÇAKIN, N. Muscle mass, isokinetic torque, and functional capacity in women with osteoarthritis of the knee. **Arch Phys Med Rehab.** v.84, n.10, p.1534-1541, 2003.

GUYTON, A C. **Tratado de Fisiologia Médica.** 7ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1989, cap.11, p.99-110.

HALL, C M; BRODY, LT. **Exercício Terapêutico na Busca da Função.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2001, cap.2, p.50.

HIRATA, D S; PINTO, S S; CYRILLO, F N. Comparação entre o treino isocinético concêntrico e excêntrico: efeito no pico de torque do músculo quadríceps femoral. **Rev. Reabilitar.** v.27, n.7, p.37-43, 2005.

HOCHBERG, M: Role of intra-articular hyaluronic acid preparations in medical management of osteoarthritis of the knee. **Semin Arthritis Rheum.** v.30, p.2-10, 2000.

HOPPENFELD, S. **Propedêutica Ortopédica – Coluna e Extremidades.** São Paulo: Editora Atheneu, 2003, c.7, p.198.

HOSTENS, I, *et al.* Validation of the wavelet spectral estimation technique in Biceps Brachii and Brachioradialis fatigue assessment during prolonged low-level static and dynamic contractions. **J Electromyog Kinesiol.** v.14, p.205-215, 2004.

HUANG, *et al.* Use of ultrasound to increase effectiveness of isokinetic exercise for knee osteoarthritis. **Arch Phys Med Rehabil.** v.86, p.1545-51, 2005.

HUANG, Q M; TORSTENSSON, A. Trunk muscle strength in eccentric and concentric lateral flexion. **Eur J Appl Physiol.** v.83, n.6, p.573-577, 2000.

IBGE. Pesquisa sobre o padrão de vida: base de dados. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/imprensa/noticias/ppv>>. Acesso em: jul. 2005.

JAKOBSSON, U L F; HALLBERG, I. Pain and quality of life among older with rheumatoid arthritis and / or osteoarthritis: A literature review. **J Clin Nursing.** v.11, p.430-443, 2002.

KALENCZ, C A. **Análise eletromiográfica do exercício de agachamento, nos ângulos de 90 e 130 de flexão dos joelhos utilizando a transformada wavelet.** 69 f., 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica), Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2006.

KAMEN, G. Aging, Resistance Training, and Motor Unit Discharge Behavior. **Can. J. Appl. Physiol.** v.30, n.3, p.341-351, 2005.

KAMEN, G, *et al.* Evidence of self-sustained motoneuron firing in young and older adults. **J Electromyog Kinesiol.** v.16, p.25–31, 2005.

KARLSSON, S; GERDLE, B. Mean frequency and signal amplitude of the surface EMG of the quadriceps muscles increase with increasing torque — a study using the continuous wavelet transform. **J Electromyog Kinesiol.** v.11, p.131–140, 2001.

KYLE, T E, *et al.* Mechanomyographic and electromyographic responses to repeated concentric muscle actions of the quadriceps femoris. **J Electromyog Kinesiol.** v.16, p.149–157, 2006.

LEE, S C K, *et al.* Activation of human quadriceps femoris muscle during dynamic contractions: effects of load on fatigue. **J Appl Physiol.** v.89, p.926-307, 1999.

LEQUESNE, M G, *et al.* Indexes of severity for osteoarthritis of the hip and knee, validation-values in comparison with other assessment tests. **Scand J. Rheumatol.** v.05, p.85-89, 1987.

LIEBER, R.L; FRIDEN, J. Clinical significance of skeletal muscle architecture. **Clin Orthop Relat Res.** v.383, p.140-145, 2001.

MARIN, R V, *et al.* Acréscimo de 1 kg aos exercícios praticados por mulheres acima de 50 anos: impacto na aptidão física e capacidade funcional. **Rev Bras Ciên Mov.** v.11, n.1, p.53-58, 2003.

MARKS, R. Reliability and validity of self-paced walking time measures for knee osteoarthritis. **Arthritis Care Research.** v.7, n.1, p.50-53, 1994.

MARQUES, A P, KONDO, A. A fisioterapia na osteoartrite: Uma revisão da literatura. **Rev Bras Reumat.** v.38, n2, p.83-90, 1998.

MATHUR, S; ENG, J.J; MACINTYRE, D L. Reliability of surface EMG during sustained contractions of the quadriceps. **J Electromyog Kinesiolog.** v.15, p.102–110, 2005.

MATSUDO, S M; MATSUDO, V K R; BARROS NETO, T L. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. **Rev Bras Ciên Mov.** v.8, n.4, p.21-32, 2000.

MATSUDO, S M, *et al.* Evolução do perfil neuromotor e capacidade funcional de mulheres fisicamente ativas de acordo com a idade cronológica. **Rev Bras Med Esport.** v.9, n.6, 2003.

MATSUDO, S M, *et al.* Perfil antropométrico de mulheres maiores de 50 anos, fisicamente ativas, de acordo com a idade cronológica - evolução de 01 ano: **Ver Bras Ciênc Mov.** v.10, n.2, 2002.

MEDINA, R. S., FERRARI, J. C. Biofeedback e eletromiografia: os sinais da vida. **O COFFITO**, v. 18, 2003. Disponível em: <<http://www.fisionet.com.br/artigos/index.asp>> Acesso em: 18 julho 2004.

MELICE, J-L; CORON, A; BERGER, A. Amplitude and Frequency Modulations of the Earth's Obliquity for the Last Million Years. **J. Climate.** v. 14, p. 1043-1054, 2001.

MESSIER, S P, *et al.* Weight Loss Reduces Knee-Joint Loads in Overweight and Obese Older Adults With Knee Osteoarthritis: **Arthritis Rheumatism.** v.52, n.7, p.2026-2032, 2005.

MOORE, K. L. **Anatomia orientada para a clínica.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan: 1994, cap.5, p.433.

MORAES, A C, *et al.* Análise eletromiográfica do músculo reto femoral durante a execução do movimento do joelho na mesa extensora. **Rev Bras Ciênc Mov.** v.11, n.2, p.19-23, 2003.

MORITANI, T, *et al.* Electrophysiology and kinesiology for health and disease. **J Electromyog Kinesiology.** v.15, p.240-255, 2005.

MOURA, J A R; PERIPOLLI, J; ZINN, J L. Comportamento da Percepção Subjetiva de Esforço em Função da Força Dinâmica Submáxima em Exercícios Resistidos com Pesos. **Rev Bras Fisiol Exerc.** v. 2, p.110-122, 2003.

NARICI, M V, *et al.* Effect of aging on human muscle architecture. **J Applied Physiol.** v.95, n.6, p.2229-2234, 2003.

NAVEGA, M T, *et al.* Efeitos do fortalecimento dos músculos da coxa e treinamento do equilíbrio em mulheres com osteoporose. **Rev Bras Ciênc Mov.** v.17,n.2, p.59-66, 2004.

OKANO, A H. **Desempenho físico e respostas eletromiográficas dos músculos vasto lateral, vasto medial e reto femoral durante esforço intermitente anaeróbio em ciclistas.** 127 f., 2004. Dissertação (Mestrado em Educação física), Faculdade de Educação Física Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

OLIVEIRA, E. **Terceira idade: como treinar um idoso.** Disponível em: <<http://www.saudeemmovimento.com.br/>>. Acesso em: 18 agosto 2004.

OLNEY S J & CULHAM E G. *Alterações de postura e marcha.* In: **Fisioterapia na Terceira Idade.** 1ª ed. São Paulo: Editora e Livraria Santos, 1998, cap. 7, p.81-94.

PELLEGRINOTTI, I L. **Classificação de performance física através do perfil eletromiográfico dos músculos reto da coxa, vasto lateral e vasto medial de mulheres treinadas e não treinadas.** 1995. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, - Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, SP, 1995.

PELLETIER, J P; YARON, M *et al.* Efficacy and safety of diacerein in osteoarthritis of the knee: a double blind, placebo-controlled trial. The Diacerein Study Group. **Arthritis Rheum.** v.43, n.10, p.2339-2348, 2000.

PEREIRA, I A. Terapêutica na Osteoartrose. **Rev. Bras Reumatol.** v.42, n.1, p.77-82, 2002.

PINCIVERO, D M; DIXON, P T; COELHO, A J. Knee extensor torque, work, and EMG during subjectively graded dynamic contractions. **Muscle and Nerve.** v.28, p.54-61, 2003.

PINCIVERO, D M; COELHO, A J; CAMPY, R.M. Gender differences in perceived exertion during fatiguing knee extensions. **Med Sci Sports Exerc.** v.36, p.109-117, 2004.

RASO, V. A adiposidade corporal e a idade prejudicam a capacidade funcional para realizar as atividades da vida diária de mulheres acima de 47 anos. **Rev Bras Med Esporte.** v.8, n.6, p.225-234, 2002.

RASSIER, D E; HERZOG, W. Considerations on the history dependence of muscle contraction. **J Appl Physiol.** v.96, p.419-427, 2004.

REGINSTER, J Y. Long-term effects of glucosamine sulphate on osteoarthritis progression: a randomised, placebo-controlled clinical trial. **Lancet.** v.357, n.9252, p.247-248, 2001.

RODRIGUEZ-AÑEZ, C. R. **A eletromiografia na análise da postura: banco de dados.** Disponível em: <<http://www.fisioterapia.com>> Acesso em: 18 junho 2004.

REBOITA, M S. **Elementos da Variabilidade Climática no Extremo Sul do Brasil, no Período de 1990 a 2001.** 2004. Dissertação (mestrado) – Instituto de Oceanografia - Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG, 2004.

SÁ, L D A; SAMBATTI, S B M; GALVÃO, G P. Ondeleta de Morlet aplicada ao estudo da variabilidade do nível do Rio Paraguai em Ladário, MS. **Pesquisa Agrop. Bras.** v. 33, n. especial, p. 1775-1785, 1998.

SACCO, I. C. N, *et al.* Análise biomecânica e cinesiológica de posturas mediante fotografia digital: estudo de casos. **Rev Bras Ciênc Mov.** v.11, n.2, p. 25-33, 2003.

SANTOS, C F S, *et al.* Efeito de 10 semanas de treinamento com pesos sobre indicadores da composição corporal. **Rev Bras Ciênc Mov.** v.10, n.2, p.79-84., 2002.

SCHMITT, L C, *et al.* The relationship of age related changes in muscle and movement patterns and knee osteoarthritis. **Med Science Sports Exercise.** v.35, n.5, 2003.

SEDA, H; SEDA, A C. **Osteoartrite. In: Reumatologia, Diagnóstico e Tratamento.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Medsi, 2001, cap. 16, p.289-307.

SELLA, V R G, *et al.* Método de avaliação da hipotrofia muscular por desuso empregando a eletromiografia de superfície. **Med Reab.** v.60, p.9-12, 2002.

SERGE, J Y; ARVIDSSON, B; TORSTENSSON, A. Specific effects of eccentric and concentric training on muscle strength and morphology in humans. **Eur J Appl Physiol.** v.79, p.49-57, 1998.

SHANKAR, K M D. **Prescrição de Exercícios.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2002, cap 19, p. 299-304.

SHARMA, L M D, *et al.* Quadriceps strength and osteoarthritis progression in malaligned and lax knees. **Annal Internal Med.** v.138, n.8, p.613-620, 2003.

SILVA, D K; BARROS, M V G. Indicação para a prescrição de exercícios dirigidos a idosos. Disponível em: <<http://www.upe.br/corporis.com.br/>>: Acesso em: 3 fevereiro 2006.

SILVA, S R D; GONÇALVES, M. Análise da fadiga muscular pela amplitude do sinal eletromiográfico. **Rev Bras Ciên Mov.** v.11, n.3, p.15-20, 2003.

SILVA, V M, *et al.* Nível de agilidade em indivíduos entre 42 e 73 anos: efeitos de um programa de atividades físicas generalizadas de intensidade moderada. **Rev Bras Ciên Esporte.** v.23, n.3, p.65-79, 2002.

SKARE, T. L. **Reumatologia Princípios e Práticas.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1999, cap.39, p.269-276.

SKELTON, D A, *et al.* Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65 - 89 years. **Age Ageing.** v.23, p.371-377, 2003.

SLEMENDA, C, *et al.* Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. **Ann Intern Med.** v.127, n.2, p.97-104, 1997.

TARTARUGA, M P, *et al.* **Treinamento de força para idosos: uma perspectiva de trabalho. multidisciplinar.** Disponível em: <<http://www.efdeportes.com>> Acesso em: setembro 2005.

THOMAS, C. A. K. *et al.* Eletromiógrafo com conversor A/D. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA 8., UDESC, Florianópolis, SC, 1999. Disponível em: <<http://winston.allhosting.com.br>> Acesso em: junho 2005.

TORRENCE, C; COMPO, G P. A Practical Guide to Wavelet Analysis. **Bull. Amer. Meteor. Soc.** v. 79, n. 1, p. 61-78, 1998.

TRAPPE, T A; LINDQUIST, D. M; CARRITHERS, J A. Muscle-specific atrophy of the quadriceps femoris with aging. **J Applied Physiol.** v.90, 2001.

TSCHARNER V V; GEOPFERT, B: Estimation of the interplay between groups of fast and slow muscle fibers of the tibialis anterior and gastrocnemius muscle while running. **J Eletromiogr Kinesiol.** v.16, p.188-197, 2006.

VELOSA, A P P; TEODORO, W R; YOSHINARI, N H. Collagen in osteoarthrotic cartilage. **Rev Bras Reumatol.** v. 43, n. 3, p. 160-166, 2003.

WEINSTEIN, S L; BUCKWALTER, J A. **Ortopedia de Turek**. 5ª ed. São Paulo: Editora Manole, 2000.

WEISSLEDER, R; REIRUMONT, M J; WITTENBERG, J. **Introdução ao Diagnóstico por Imagem**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Revinter, 2004, cap.5, p. 339.

WELCH, V, *et al.* Therapeutic ultrasound for osteoarthritis of the Knee. *J Articl Rev. Cochrane Database Syst Rev*. 2001:3CD003132.

WENG, H; LAU, K-M. Wavelets, period doubling, and time-frequency localization with application to organization of convection over the Tropical Western Pacific. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v.51, n.17, p.2523-2541, 1994.

WHITING, W C; ZERNICKE, R F. **Biomecânica da lesão musculoesquelética**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2005, cap. 5, p. 140-151.

Anexo A: Comitê de Ética em Pesquisa

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIV AP

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo n.o L 132/2004/CEP, sobre "*Análise da capacidade funcional do quadríceps e da postura em mulheres com osteoartrite de joelho na mesa extensora* ", sob a responsabilidade do Prof. **Dr. Márcio Magini**, está de acordo com os Princípios Éticos, seguindo as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos, conforme Resolução n.o 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi **aprovado** por esta Comissão de Ética em Pesquisa.

Informamos que o pesquisador responsável por este Protocolo de Pesquisa deverá apresentar a este Comitê de Ética um relatório das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação.

São José dos Campos, 03 de dezembro de 2004.



PROF. DR. LANDULFO SIL VEIRA JUNIOR Presidente
do Comitê de Ética em Pesquisa da UNIVAP.

Anexo B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido I – Idosas**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

_____, declara formalmente a ciência da sua participação nesse projeto de pesquisa que tem como objetivo principal avaliar a função do músculo anterior da coxa (quadríceps) e da postura na mesa extensora de joelhos, em mulheres acima dos 60 anos de idade em processo de degeneração articular dos joelhos (Osteoartrite). Essa análise será realizada através dos sinais elétricos do músculo anterior da coxa (quadríceps) e da filmagem digitalizada da postura assumida durante a execução do movimento do joelho (fotogoniômetro), os dados encontrados serão analisados e comparados com os sinais clínicos da enfermidade. Esse estudo consiste em avaliar o movimento humano (biomecânica) na mesa extensora com o intuito de melhorar o design e a mecânica desses equipamentos que comumente são usados em academias por pessoas sem problemas articulares.

A articulação do joelho é uma das mais afetadas pela degeneração e afasta o indivíduo de suas atividades funcionais, principalmente em se tratando da população idosa, uma vez que os sintomas aumentam com a idade e peso.

Levando em conta a maior sobrevivência da população idosa, e a corrente popularidade da atividade física orientada, principalmente os trabalhos musculares específicos como a musculação, um melhor entendimento da ação muscular durante tais tarefas torna-se cada dia mais importante para tal grupo.

Esse estudo será um experimento clínico controlado no qual participarão 40 mulheres, com idade acima de 60 anos, com peso variando entre 60 a 100 Kg, as quais serão divididas em dois grupos: Grupo de estudo (GE): 20 mulheres em processo de degeneração articular dos joelhos (osteoartrite), encaminhadas à Clínica de Fisioterapia da PUC-Minas *Campus* Poços de Caldas – MG, as quais devem apresentar exame radiológico compatível com doença entre leve à moderada degeneração, na fase crônica, dor ao repouso assim como durante a marcha, não devendo ter história cirúrgica ou de traumas prévios e que não estejam utilizando medicação antiinflamatória, sem distúrbios de entendimento (cognitivos) que impeçam a participação no estudo; Grupo controle (GC): 20 mulheres sem comprometimento articular de joelhos, pertencentes à comunidade Poçoscaldense.

Os grupos (GE e GC) serão igualmente submetidos a uma avaliação fisioterapêutica através da ficha padrão da área de Reumatologia da Clínica de Fisioterapia da PUC-Minas *Campus* Poços de Caldas onde serão mensuradas e analisadas as várias condições físicas que envolvem o paciente reumático.

Para analisar a ação do músculo anterior da coxa (quadríceps) será utilizada a mesa extensora de joelhos, que estará preparada de forma que à parte de trás da coxa fique apoiada no equipamento e as mãos com apoio apropriado durante a execução do movimento do joelho. O procedimento de avaliação será realizado com carga mínima oferecida pelo aparelho, na qual as participantes da pesquisa realizarão 2 séries de 10 excursões, com 1 minuto de intervalo entre cada série, evitando assim os desconfortos que poderiam ocorrer mediante requisição de contração máxima do músculo.

Para a análise da postura das participantes durante a execução do teste será realizada a filmagem, através da câmera digital, e as imagens serão enviadas para o microcomputador e posteriormente analisadas em programas específicos. Assim, será analisada a postura inicial e final, além das alterações que poderão aparecer no decorrer do teste, o que poderá determinar a incompatibilidade do aparelho para esta população específica.

Apesar de todo e qualquer procedimento sugerir algum risco, o presente estudo oferece elevada possibilidade de gerar conhecimento para entender, prevenir ou aliviar um problema

que afeta as participantes da pesquisa e outros indivíduos. Todas terão acompanhamento e assistência da autora do estudo, assim como de seus responsáveis; garantia de esclarecimentos, antes e durante o curso da pesquisa, sobre a metodologia, informando sobre a inclusão nos grupo controle e de estudo.

Espera-se que mulheres em processo de degeneração articular do joelho (Osteoartrite), apresentem alteração na função do músculo anterior da coxa (quadríceps) ao utilizar a mesa extensora de joelhos em modo convencional utilizado em academias; que a postura habitual na mesa extensora prejudique a realização do movimento de joelhos afetando a funcionalidade do músculo anterior da coxa e que sua utilização para um fortalecimento desse grupo muscular seja ineficiente nos moldes atuais; visa não somente avaliar esse grupo de mulheres como propor, através dos resultados, uma melhor adequação no design e na mecânica dos aparelhos dessa natureza para portadores de problemas articulares de joelhos; também se tem a intenção, em futuros estudos, de aplicar essa metodologia para portadores de outros problemas articulares.

Todas as integrantes do presente estudo têm o direito de recusar seu consentimento ou retirar-se da pesquisa a qualquer momento, sem prejuízo ou penalização. Também será atribuída a garantia de sigilo sobre a privacidade, aos dados confidenciais que as envolvam.

Declara ainda estar ciente que sua participação na pesquisa é gratuita.

Sem mais, fica claro que a abaixo assinado concorda e compromete cumprir todos os pontos descritos, estando ciente e com pleno entendimento deste.

Poços de Caldas, _____ de _____ de _____.

Sujeito da pesquisa

Orientadora - Prof^a Dr^a Luciana Auxiliadora de Paula Vasconcelos

Orientada – Marina Aparecida Gonçalves Pereira

Orientada – Ana Paula Bertozzi

Anexo C: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido II – Mulheres Jovens

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

_____, declara formalmente a ciência da sua participação nesse projeto de pesquisa que tem como objetivo principal avaliar a função do músculo anterior da coxa (quadríceps) e da postura na mesa extensora de joelhos, em mulheres acima dos 60 anos de idade em processo de degeneração articular dos joelhos (Osteoartrite). Essa análise será realizada através dos sinais elétricos do músculo anterior da coxa (quadríceps) e da filmagem digitalizada da postura assumida durante a execução do movimento do joelho (fotogoniometria), os dados encontrados serão analisados e comparados com os sinais clínicos da enfermidade. Esse estudo consiste em avaliar o movimento humano (biomecânica) na mesa extensora com o intuito de melhorar o design e a mecânica desses equipamentos que comumente são usados em academias por pessoas sem problemas articulares.

A articulação do joelho é uma das mais afetadas pela degeneração e afasta o indivíduo de suas atividades funcionais, principalmente em se tratando da população idosa, uma vez que os sintomas aumentam com a idade e peso.

Levando em conta a maior sobrevida da população idosa, e a corrente popularidade da atividade física orientada, principalmente os trabalhos musculares específicos como a musculação, um melhor entendimento da ação muscular durante tais tarefas torna-se cada dia mais importante para tal grupo.

Esse estudo será um experimento clínico controlado no qual participarão 40 mulheres, com idade entre 62 a 70 anos, com peso variando entre 60 a 100 kg, sedentárias, as quais serão divididas em dois grupos: Grupo de estudo (GE): 20 mulheres em processo de degeneração articular dos joelhos (osteoartrite), encaminhadas à Clínica de Fisioterapia da PUC-Minas *Campus* Poços de Caldas – MG, as quais devem apresentar exame radiológico compatível com doença entre leve à moderada degeneração, na fase crônica, com presença de dor, não devendo ter história cirúrgica ou de traumas prévios e que não estejam utilizando medicação antiinflamatória, sem distúrbios de entendimento (cognitivos) que impeçam a participação no estudo; Grupo controle (GC1): 20 mulheres sem comprometimento articular de joelhos, pertencentes à comunidade Poçoscaldense; Grupo controle (GC2): 20 mulheres com idade variando entre 22 a 30 anos, com peso variando entre 55 a 75 kg, sem comprometimento articular de joelhos e sedentárias.

Os grupos (GE, GC1 e GC2) serão igualmente submetidos a uma avaliação fisioterapêutica através da ficha padrão da área de Reumatologia da Clínica de Fisioterapia da PUC-Minas *Campus* Poços de Caldas onde serão mensuradas e analisadas as várias condições físicas que envolvem o paciente reumático.

Para analisar a ação do músculo anterior da coxa (quadríceps) do grupo (GE e GC1) será utilizada a mesa extensora de joelhos, que estará preparada de forma que à parte de trás da coxa fique apoiada no equipamento e as mãos com apoio apropriado durante a execução do movimento do joelho. O procedimento de avaliação será realizado com carga mínima oferecida pelo aparelho, ou seja, o paciente realizará 2 séries de 10 excursões, com 1 minuto de intervalo entre cada série, usando o próprio peso como resistência, evitando assim os desconfortos que poderiam ocorrer mediante requisição de contração máxima do músculo.

Para a análise da postura dos grupos (GE, GC1 e GC2) durante a execução do teste será realizada a filmagem, através da câmera digital e as imagens serão enviadas para o microcomputador e posteriormente analisadas em programas específicos. Assim, será analisada a postura inicial e final, além das alterações que poderão aparecer no decorrer do

teste, o que poderá determinar a incompatibilidade do aparelho para esta população específica.

Apesar de todo e qualquer procedimento sugerir algum risco, o presente estudo oferece elevada possibilidade de gerar conhecimento para entender, prevenir ou aliviar um problema que afeta as participantes da pesquisa e outros indivíduos. Todas terão acompanhamento e assistência da autora do estudo, assim como de seus responsáveis; garantia de esclarecimentos, antes e durante o curso da pesquisa, sobre a metodologia, informando sobre a inclusão nos grupo controle e de estudo.

Espera-se que mulheres em processo de degeneração articular dos joelhos (Osteoartrite), apresentem alteração na função do músculo anterior da coxa (quadríceps) ao utilizar a mesa extensora de joelhos em modo convencional utilizado em academias; que a postura habitual na mesa extensora prejudique a realização do movimento de joelhos afetando a funcionalidade do músculo anterior da coxa e que sua utilização para um fortalecimento desse grupo muscular seja ineficiente nos moldes atuais; visa não somente avaliar esse grupo de mulheres como propor, através dos resultados, uma melhor adequação no design e na mecânica dos aparelhos dessa natureza para portadores de problemas articulares de joelhos; também se tem a intenção, em futuros estudos, de aplicar essa metodologia para portadores de outros problemas articulares.

Todas as integrantes do presente estudo têm o direito de recusar seu consentimento ou retirar-se da pesquisa a qualquer momento, sem prejuízo ou penalização. Também será atribuída a garantia de sigilo sobre a privacidade, aos dados confidenciais que as envolvam.

Declara ainda estar ciente que sua participação na pesquisa é gratuita.

Sem mais, fica claro que a abaixo assinado concorda e compromete cumprir todos os pontos descritos, estando ciente e com pleno entendimento deste.

Poços de Caldas, _____ de _____ de _____.

Sujeito da pesquisa

Orientadora - Prof^a Dr^a Luciana Auxiliadora de Paula Vasconcelos

Orientada – Marina Aparecida Gonçalves Pereira

Orientada – Ana Paula Bertozzi

Anexo D: Ficha de Avaliação I – Mulheres Idosas**FICHA DE AVALIAÇÃO**
FISIOTERAPIA – REUMATOLOGIA

NOME: _____
 DATA _____
 AVALIAÇÃO/REAValiação: _____
 END: _____
 BAIRRO: _____ FONE: _____ CEL: _____
 CIDADE: _____ DATA _____ NASCIMENTO: __/__/____
 IDADE: _____
 SEXO: _____ EST.CIVIL: _____ PROFISSÃO: _____
 ENCAMINHADO
 POR: _____
 DIAGNÓSTICO
 MÉDICO: _____
 ESCOLARIDADE: () Primário () Secundário () Colegial/Técnico () Universitário

HISTÓRICOAPRESENTAÇÃO: _____
 _____QUEIXA PRINCIPAL E DURAÇÃO: _____
 _____H.M.A (História da Moléstia Atual): _____
 _____TRATAMENTO CLÍNICO ATUAL E MEDICAMENTOSO EM USO: _____
 _____HÁBITOS DE VIDA _____

DADOS VITAIS

P.A.: _____

BIOTIPO

Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____ Circunferência do Punho: _____

EXAME DA DOR

Local: _____

Irradiada: _____

Primeiro episódio da dor: () Dias () Meses () Anos

Caráter da dor: () Pontadas () Queimação () Latejante () Outros

Apresenta Edema no Local da Dor: () Sim () Não

Existem fatores de melhora da Dor: () Sim () Não

Fez infiltrações devido à dor: () Sim () Não

EXAME ARTICULARInspeção do Joelho: _____
 _____Palpação do Joelho: _____
 _____Mobilização Ativa do Joelho: _____

Goniometria do Joelho:

Movimento	Ativo	
	Direito	esquerdo
Flexão		
Extensão		

Circumetria de MMII:

	Direito	Esquerdo
Centro da Patela		
10 cm acima do ápice da patela		
10 cm abaixo da base da patela		

Testes Específicos:

Sinal da Tecla: _____

Teste de Compressão da Patela: _____

Mobilidade da Patela: _____

EXAME MUSCULAR

Trofismo: () Normotrófico

() Hipotrófico

() Hipertrófico

Força de MMII:

Músculos	Direito	Esquerdo
Quadríceps		

Encurtamentos:

Músculos	Direito	Esquerdo
Quadríceps		

SENSIBILIDADE:

Superficial:

Tátil:

Tato Fino: _____

Dolorosa: _____

Reflexos Miotáticos:

Patelar: () Presente

() Ausente

() Alterado

AVALIAÇÃO DA MARCHA:

ACHADOS LABORATORIAIS:

ACHADOS RADIOLÓGICOS:

Anexo E: Ficha de Avaliação II – Mulheres Jovens

FICHA DE AVALIAÇÃO FISIOTERAPIA – REUMATOLOGIA

NOME: _____ DATA AVALIAÇÃO: _____

FONE: _____ CEL: _____

DATA NASCIMENTO: ___/___/___ IDADE: ___

HISTÓRICO

APRESENTAÇÃO:

HÁBITOS DE VIDA

BIOTIPO

Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____ Circunferência do Punho: _____

EXAME DA DOR

Local: _____

Irradiada: _____

EXAME ARTICULAR

Inspeção do Joelho:

Palpação do Joelho:

Mobilização Ativa do Joelho:

Presença de Deformidades no Joelho:

Goniometria do Joelho:

Movimento	Ativo	
	Direito	esquerdo
Flexão		
Extensão		

Anexo F: Índice Algo-Funcional de Lequesne

ÍNDICE ALGO FUNCIONAL DE LEQUESNE – Artrose de Joelho*

DOR OU INCÔMODO

NOTURNO:	Pontos
Não	0
Aos movimentos ou determinada postura	1
Imóvel	2

NOS PRIMEIROS MOVIMENTOS MATAINAIS:

Menos de 1 minuto	0
Entre 1 e 15 minutos	1
Mais de 15 minutos	2

AO PERMANECER DE PÉ OU NAS PONTAS DOS PÉS POR ½ HORA:

Não	0
Sim	1

AO CAMINHAR

Não	0
Somente após certa distância	1
Muito rapidamente e de modo progressivo	2

AO SUBIR UM ANDAR SEM AJUDA DOS BRAÇOS

Não	0
Sim	1

DISTÂNCIA MÁXIMA DE MARCHA

Nenhuma limitação	0
Limitado. Mas superior a 1h.	1
Aproximadamente 1 km (aprox. 15 min.)	2
500 a 900 m (aprox. 8 a 15 min.)	3
300 a 500 m	4
100 a 300 m	5
Menos de 100 m	6
Com uma muleta	+1
Com duas muletas	+2

DIFICULDADE DA VIDA COTIDIANA

Para subir um andar	0 a 2
Para descer um andar	0 a 2
Para agachar-se completamente	0 a 2
Para caminhar em um terreno irregular	0 a 2

TOTAL	
--------------	--

- **0: Ausência de dificuldade**
- **0.5, 1 ou 1.5 : De acordo com o grau**
- **2: Impossível**

Anexo G: SF 36 – Pesquisa em Saúde

SF-36 PESQUISA EM SAÚDE

Instruções: Esta pesquisa questiona você sobre sua saúde. Estas informações nos manterão informados de como você se sente e quão bem você é capaz de fazer suas atividades de vida diária. Responda cada questão marcando a resposta como indicado. Caso você esteja inseguro em como responder, por favor tente responder o melhor que puder.

1. Em geral, você diria que sua saúde é:

(circule uma)

Excelente 1
 Muito boa 2
 Boa 3
 Ruim 4
 Muito ruim 5

2. Comparada a um ano atrás, como você classificaria sua saúde em geral, agora?

(circule uma)

Muito melhor agora do que a um ano atrás 1
 Um pouco melhor agora do que a um ano atrás 2
 Quase a mesma de um ano atrás 3
 Um pouco pior agora do que a um ano atrás 4
 Muito pior agora do que a um ano atrás 5

3. Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido a sua saúde, você tem dificuldade para fazer essas atividades? Neste caso, quanto?

(circule um número em cada linha)

Atividades	Sim. Dificulta muito	Sim. Dificulta um pouco	Não. Não dificulta de modo algum
a. Atividades vigorosas, que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar em esportes árduos	1	2	3
b. Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa	1	2	3
c. Levantar ou carregar mantimentos	1	2	3
d. Subir vários lances de escada	1	2	3
e. Subir um lance de escada	1	2	3
f. Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1	2	3
g. Andar mais de 1 quilômetro	1	2	3
h. Andar vários quarteirões	1	2	3
i. Andar um quarteirão	1	2	3
j. Tomar banho ou vestir-se	1	2	3

4. Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou com alguma atividade diária regular, como consequência de sua saúde física?

(circule uma em cada linha)

	Sim	Não
a. Você diminuiu a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b. Realizou menos tarefas do que gostaria?	1	2
c. Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou em outras atividades?	1	2
d. Teve dificuldade de fazer seu trabalho ou outras atividades (p. ex: necessitou de um esforço extra?)	1	2

5. Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com o seu trabalho ou outra atividade regular diária, como consequência de algum problema emocional (como sentir-se deprimido ou ansioso)?

(circule uma em cada linha)

	Sim	Não
a. Você diminuiu a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b. Realizou menos tarefas do que gostaria?	1	2
c. Não trabalhou ou não fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz?	1	2

6. Durante as últimas 4 semanas, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades sociais normais, em relação a família, vizinhos, amigos ou em grupo?

(circule uma)

De forma nenhuma 1
 Ligeiramente 2
 Moderadamente 3
 Bastante 4
 Extremamente 5

7. Quanta dor no corpo você teve durante as últimas 4 semanas?

(circule uma)

Nenhuma 1
 Muito leve 2
 Leve 3
 Moderada 4
 Grave 5
 Muito grave 6

8. Durante as últimas 4 semanas, quanto a dor interferiu com o seu trabalho normal (incluindo tanto o trabalho fora de casa e dentro de casa)?

(circule uma)

De maneira nenhuma 1
 Um pouco 2
 Moderadamente 3
 Bastante 4
 Extremamente 5

9. Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas 4 semanas. Para cada questão, por favor dê uma resposta que mais se aproxime da maneira como você se sente em relação as últimas 4 semanas.

(circule um número para cada

linha)

	Todo tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca
a. Quanto tempo você tem se sentido cheio de vontade, cheio de força?	1	2	3	4	5	6
b. Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa muito nervosa?	1	2	3	4	5	6
c. Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode animá-lo?	1	2	3	4	5	6
d. Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranqüilo?	1	2	3	4	5	6
e. Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f. Quanto tempo você tem se sentido desanimado e abatido?	1	2	3	4	5	6
g. Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6
h. Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
i. Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

10. Durante as últimas 4 semanas, quanto do seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)?

(circule uma)

Todo o tempo 1
 A maior parte do tempo 2
 Alguma parte do tempo 3
 Uma pequena parte do tempo 4
 Nenhuma parte do tempo 5

11. O quanto é verdadeiro ou falso cada uma das afirmações para você?

(circule um número em cada

linha)

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes falsa	Definitivamente falsa
a. Eu costumo adoecer um pouco mais facilmente que as outras pessoas	1	2	3	4	5
b. Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que eu conheço	1	2	3	4	5
c. Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d. Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5

Anexo H: Pontuação do SF – 36

PONTUAÇÃO DO QUESTIONÁRIO SF – 36

Questão	Pontuação
01	1 => 5,0 2 => 4,4 3 => 3,4 4 => 2,0 5 => 1,0
02	Soma Normal
03	Soma Normal
04	Soma Normal
05	Soma Normal
06	1 => 5 2 => 4 3 => 3 4 => 2 5 => 1
07	1 => 6,0 2 => 5,4 3 => 4,2 4 => 3,1 5 => 2,2 6 => 1,0
08	<p>Se 8 => 1 e 7 => 1 =====> 6 Se 8 => 1 e 7 => 2 a 6 =====> 5 Se 8 => 2 e 7 => 2 a 6 =====> 4 Se 8 => 3 e 7 => 2 a 6 =====> 3 Se 8 => 4 e 7 => 2 a 6 =====> 2 Se 8 => 5 e 7 => 2 a 6 =====> 1</p> <p>Se a questão 7 não for respondida, o score da questão 8 passa a ser o seguinte: 1 => 6,0 2 => 4,75 3 => 3,5 4 => 2,25 5 => 1,0</p>
09	<p>a, d, e, h = valores contrários (1=6, 2=5, 3=3, 4=3, 5=2, 6=1)</p> <p>Vitalidade = a + e + g + i Saúde Mental = b + c + d + f + h</p>
10	Soma Normal
11	<p>a, c = valores normais b, d = valores contrários (1=5, 2=4, 3=3, 4=2, 5=1)</p>

CÁLCULO DO RAW SCALE (0 a 100)

	Questão	Limites	Score Range
Capacidade Funcional	3 (a+b+c+d+e+f+g+h+i+j)	10,30	20
Aspectos Físicos	4 (a+b+c+d)	4,8	4
Dor	7 + 8	2,12	10
Estado Geral de Saúde	1 + 11	5,25	20
Vitalidade	9 (a+e+g+i)	4,24	20
Aspectos Sociais	6 + 10	2,10	8
Aspecto Emocional	5 (a+b+c)	3,6	3
Saúde Mental	9 (b+c+d+f+h)	5,30	25

Raw Scale:

Exemplo: Item = [valor obtido – valor mais baixo] x 100
 Variação

Exemplo: Capacidade Funcional = 21
 Valor mais baixo = 10
 Variação = 20

$$\frac{21 - 10}{20} \times 100 = 55$$

OBS: A questão número 2 não entra no cálculo dos domínios.

Dados Perdidos: Se responder mais de 50% = substituir o valor pela média.