

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, NEUROMECÂNICA E FUNCIONAL DE  
PACIENTES EM TERAPIA RENAL SUBSTITUTIVA COMPARADOS A SUJEITOS  
CONTROLE**

**Fernando de Aguiar Lemos**

**Porto Alegre  
2015**

**FERNANDO DE AGUIAR LEMOS**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, NEUROMECÂNICA E FUNCIONAL DE  
PACIENTES EM TERAPIA RENAL SUBSTITUTIVA COMPARADOS A SUJEITOS  
CONTROLE**

**Tese de Doutorado apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Ciências do Movimento  
Humano da Escola Superior de Educação Física  
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
como requisito para obtenção do título de  
Doutor em Ciências do Movimento Humano.  
Orientador: Prof. Dr. Alexandre Simões Dias**

**Porto Alegre  
2015**

**FERNANDO DE AGUIAR LEMOS**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, NEUROMECÂNICA E FUNCIONAL DE  
PACIENTES EM TERAPIA RENAL SUBSTITUTIVA COMPARADOS A SUJEITOS  
CONTROLE**

BANCA EXAMINADORA

CLÁUDIA SILVEIRA LIMA - UFRGS  
FRANCISCO JOSÉ VERÍSSIMO VERONESE – HCPA  
DANIEL UMPIERRE - HCPA

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha querida mãe que sempre acreditou em mim e ficou ao meu lado em todos os momentos. Obrigado por todas as conversas, por todos os abraços e por todos os sorrisos. Obrigado por existir.*

*Te Amo.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, todos os dias, por ter me dado estrutura e oportunidade de ter conhecido pessoas maravilhosas e dedicadas. Quero que saibam que foi uma excelente experiência, um importante aprendizado e que estas pessoas sempre estarão de alguma forma em meus agradecimentos ao longo de toda minha vida. Terminar um doutorado é um grande sonho, mas hoje vejo que é muito mais do que um trabalho ou uma pesquisa. Um doutorado envolve sentimento, convivência, humildade, muito amor e dedicação.

Assim, gostaria de agradecer, primeiramente, a Deus por tudo e por todas as experiências que me fizeram crescer como pessoa. Meu Deus, obrigado por todos os desafios que fizeram parte do meu aprendizado. Contudo, eu jamais poderia ter realizado esta jornada sem a ajuda de muitas pessoas. Assim, gostaria de agradecer a minha mãe por todo o amor e dedicação. A minhas Tias Gessi e Nelci (*in memoriam*) por todo apoio e educação. Amo vocês. Aos meus irmãos Dênis, Marcos e Leonardo, que sempre demonstraram orgulho do meu trabalho e por todas as brincadeiras. Ao meu pai Guaraci por ter ajudado a me educar e dado uma profissão que, por incrível que pareça, ajudou a soldar a cadeira do estudo. A minha esposa, namorada e amiga Natália (Pechi) por todo carinho, todas as rezas (que não foram poucas), por todos os momentos que ficou ao meu lado, pela ajuda na minha formação. Não poderia esquecer meu sogro João Goulart e minha sogra Regina Albuquerque por todos os momentos de alegria e parcerias que foram essenciais para esta jornada. Também gostaria muito de agradecer a Sandra, Dudu e Mila, por sempre acreditarem em mim e sempre me motivarem, amo vocês.

Neste período dentro da ciência tive também a oportunidade de conhecer grandes pessoas como Fernando Diefenthaler que me ingressou neste mundo biomecânica. Te admiro muito e sou eternamente agradecido por tudo, você é um espelho pra mim, de personalidade, dignidade e respeito. Outra pessoa que teve grande participação nesta minha jornada foi o professor Marco Aurélio Vaz. Obrigado por todos os ensinamentos e oportunidades que você me deu, foi muito proveitoso o período em que passei junto a sala 212, onde tive a oportunidade de dar os primeiros passos na pesquisa. Aprendi a me dedicar, aprender os detalhes da metodologia e ter preciosismo na análise dos dados. Obrigado por ter me mostrado o caminho. Nesta mesma sala, conheci outra grande pessoa, em um momento em

que eu estava quase desistindo de tudo e me convencendo que doutorado e pesquisa não eram para mim. Em uma tarde de insegurança, tive a felicidade de perguntar ao professor Alexandre Simões Dias se ele conhecia algum orientador que estivesse interessado em orientar alguém com experiência em biomecânica e com um sorriso no rosto ele responde: - Eu teria Aguiar, com que você trabalha? Naquele momento uma parceria se formou e pude conhecer uma excelente pessoa que admiro muito. Quero que saiba que sou muito agradecido por tudo o que fez por mim e sempre que precisar de algo farei rapidamente e com eficiência. Tenho um grande respeito por ti, obrigado por todas as oportunidades e experiências científicas. Você me ensinou a ter calma, aprendi muito te observando, quero seguir teus passos, sempre. Durante este período, com o professor Alexandre, conheci pessoas que ajudaram especificamente neste trabalho e na minha formação como doutorando. Agradeço ao meu incansável parceiro de coleta Matheus Ferrarezi, por toda sua calma e dedicação. Obrigado por ter acreditado no trabalho e assumido esta responsabilidade comigo. Realmente não teria conseguido sem você. Tu és o cara. Nós dois juntamente com Daniel e o Rodrigo construímos um grupo de pesquisa voltado a doentes renais e hepáticos. Neste pessoal estava o maluco careca Daniel Camppani, com toda a sua experiência e sempre bem humorado, também estava o nosso amigo Rodrigo Cassales, com toda sua teoria mística e excelente humor. Duas pessoas extremamente inteligentes que admiro muito. Também temos a grande amiga Patrícia Paludete (bot) parceira de mate e com um grande conhecimento metodológico. Ai vem o pessoal que estava começando e que agora estão passando na frente!! Começamos pela alemã dos olhos bonitos, dona de um bom humor e grande companheirismo (roqueira): Aline Felicio Bueno tu és muito parceira e espero o melhor pra ti. Sempre acreditei no teu potencial, tu vais ser grande (não só de altura!). Não poderia esquecer do meu amigo Will (vulgo William) este maluco, mas de grande coração. Também vai ser um excelente pesquisador, extremamente inteligente. Vou sentir saudade de caminhar o clínicas inteiro para abrir a porta para ti, sendo que o portão da entrada do CPC estava aberto! Também não poderia esquecer da minha amiga Laura, para esta, queria me desculpar pelas confusões e os erros de comunicação, quero que tu saibas que te respeito um monte e acredito em ti. Tu és uma excelente pesquisadora. Obrigado por tudo, até pelas mensagens de duas horas no telefone!!!! A Laura tem um excelente orientador chamado Luiz, que participou da criação deste projeto. Admiro-te muito, você é um

excelente pesquisador e sempre com uma boa piada, extremamente bem humorado. Além disso, não poderia me esquecer da Juliana, que dupla fizemos na DPOC! Foi graças ao teu trabalho que consegui fazer o meu. Obrigado pela parceria, pelos finais de semana no LAPEX e por me ensinar um pouco de DPOC. Ainda tem a senhorita Joseane Bhom, grande violinista, admiradora de música clássica e uma excelente pesquisadora. Sabe tudo de DRC. Ensinou-me muito, me mostrou todo o setor de nefrologia e se colocou a disposição sempre. Foi muito bom trabalhar ao teu lado, você transmite segurança e é muito responsável, além de colocar amor em tuas pesquisas. Também gostaria de agradecer ao professor Ronei Silveira Pinto. Admiro muito a forma como você conduz o seu grupo de pesquisa e o tratamento com as pessoas. Você é um exemplo de pesquisador, uma pessoa humilde e com muito conhecimento. Obrigado por todas as dicas e por sempre me receber, eu nunca escutei um não de você. Para complementar, quero agradecer ao grupo em treinamento de força, coordenado pelo professor Ronei. Obrigado por me receberem com muito carinho, foi um prazer ter convivido com vocês e ter aprendido um pouco das metodologias. Não poderia deixar de agradecer a todos os funcionários do LAPEX e do PPGCMH, em especial Dani (Rosangela até hoje não sei por que Dani), Luciano, Luis, André, Ana e Rosane por toda ajuda em diversos momentos destes dois anos. Também quero agradecer ao professor Francisco Veronesi por oportunizar a realização deste trabalho junto ao setor de nefrologia e ao professor Daniel Umpierre por disponibilizar espaço físico e recursos metodológicos para a avaliação da amostra deste estudo. A estes professores agradeço muito pela atenção. Por fim, quero agradecer a banca examinadora: professor Francisco Veronesi, professora Claudia Lima e professor Daniel Umpierre por ter aceitado o desafio de ler e avaliar este trabalho.

A todos vocês, obrigado por existirem e fiquem com Deus. Se por acaso me esqueci de alguém, desculpe, pois ao final do doutorado, é comum o cérebro falhar!

## RESUMO

A Doença Renal Crônica (DRC) é caracterizada pela degeneração progressiva e irreversível das estruturas componentes do sistema renal. Em estágio avançado da DRC é indicado o tratamento substitutivo renal, também conhecido como Hemodiálise (HD). Este tratamento é acompanhado por comorbidades como desnutrição e fraqueza muscular, que apresentam forte associação com a diminuição da independência funcional. Neste sentido, este trabalho apresenta como objetivos: (1) Caracterizar a morfologia muscular de pacientes com doença renal crônica (DRC) que realizam HD, comparada a um grupo controle; (2) Avaliar a característica neuromecânica muscular dos membros inferiores de pacientes com doença renal crônica (DRC) que realizam HD, comparada ao grupo controle (3) Investigar a influência das características morfológicas e neuromecânicas dos membros inferiores dos pacientes com DRC no desempenho do teste de caminhada de seis minutos (TC6'). Participaram da pesquisa 17 pacientes com DRC e 17 sujeitos controle, pareados por idade e características antropométricas. O presente estudo foi dividido em dois capítulos em que foram avaliadas as seguintes variáveis:

**Capítulo I:** 1) perfil bioquímico dos pacientes; 2) nível de atividade física; 3) força dos extensores de joelho, flexores plantares e de preensão manual; 4) espessura muscular dos flexores e extensores do cotovelo, dos extensores de joelho, dos flexores plantares e flexores dorsais do tornozelo; 5) qualidade muscular (força/espessura muscular) do braço, dos extensores de joelho e dos flexores plantares. Os resultados do presente capítulo demonstram que os pacientes com DRC que realizam HD quando comparados ao grupo controle apresentam: 1) menor nível de atividade física; 2) maior tempo despendido sentado durante a semana e o final de semana; 3) nenhuma diferença na força de preensão manual (FPM); 4) menor capacidade de força máxima dos extensores de joelho e flexores plantares; 5) menor espessura muscular dos flexores e extensores de cotovelo, dos extensores de joelho e dos flexores plantares e dorsais; 6) menor qualidade muscular dos membros superiores, extensores de joelho e flexores plantares;

**Capítulo II:** Neste capítulo, o perfil neuromecânico e funcional foi observado a partir das variáveis: 1) taxa de produção de força dos extensores de joelho e flexores plantares; 2) tempo de reação total dos extensores de joelho e do gastrocnêmio medial; 3) atividade elétrica muscular dos extensores de joelho e do gastrocnêmio medial; 4) eficiência neuromuscular dos extensores de joelho e do gastrocnêmio medial; 5) arquitetura muscular do vasto lateral, gastrocnêmio medial, sóleo e tibial anterior. Os resultados do capítulo II demonstram que os pacientes com DRC que realizam HD quando comparados ao grupo controle apresentam: 1) menor taxa de produção de força e eficiência neuromuscular dos extensores de joelho e flexores plantares; 2) maior tempo de reação total dos extensores de joelho e flexores plantares; 3) nenhuma diferença na magnitude da ativação dos músculos extensores de joelho e do gastrocnêmio medial durante a CVMi; 4) menores comprimentos de fascículos relativo (comprimento de fascículo/comprimento da tibia) do gastrocnêmio medial e do sóleo; 5) menor comprimento de fascículo absoluto para o sóleo; 6) menor espessura muscular do vasto lateral, sóleo e tibial anterior; 7) nenhuma diferença no ângulo de penação das musculaturas dos membros inferiores; 8) comprimento de fascículo relativo do gastrocnêmio medial pode influenciar o desempenho do TC6' em pacientes com doença renal. Tais resultados podem auxiliar médicos, fisioterapeutas e professores de educação física na prescrição do treinamento voltado para cada uma das propriedades (morfológicas e

neuromecânicas), uma vez que nosso estudo parece ser um dos primeiros a avaliar de forma sistemática e associada essa plasticidade morfológica e neuromuscular em doentes renais crônicos.

Palavras Chaves: Doença renal crônica, Hemodiálise, Morfologia muscular, Neuromecânica muscular.

## ABSTRACT

Chronic Kidney Disease (CKD) is characterized by progressive degeneration and irreversible components of the kidney's structures system. In patients with end-stage renal disease (ESRD) is indicated renal replacement by hemodialysis (HD). This treatment is accompanied by comorbidities such as malnutrition and muscle weakness, which have strong association with decreased functional independence. Thus, this study presents the following objectives: (1) Characterize the muscle morphology in patients with CKD in HD treatment, compared to healthy subjects; (2) To evaluate neuromechanical characteristic of the lower limbs muscle of patients with CKD in HD treatment, compared to healthy subjects (3) To investigate the influence of lower limbs neuromechanics and morphological characteristics of patients with CKD in performance of the six-minute walk (6MWT). They participated in the survey 17 CKD patients and 17 healthy subjects paired for age and anthropometric characteristics. This study was divided into two chapters in which the following variables were evaluated: Chapter I: 1) biochemical profile of patients; 2) level of physical activity; 3) force of knee extensors, plantar flexors and handgrip; 4) muscle thickness of the flexors and extensors elbow, quadriceps, the plantar flexors and ankle dorsal flexors; 5) quality muscle (force / muscle thickness) of the arm, the knee extensors and plantar flexors. The results of this chapter show that patients with CKD in HD treatment when compared to healthy subjects present: 1) lower level of physical activity; 2) increased time spent sitting during the week and the weekend; 3) no difference in the handgrip; 4) lower capacity of maximum force of the knee extensor and plantar flexors; 5) less muscle thickness of the flexors and extensors elbow, the knee extensors and plantar flexors and dorsal flexors; 6) lower quality muscle of the upper limbs, knee extensor and plantar flexors; Chapter II: In this chapter, the neuromechanics and functional profile was observed from the variables: 1) rate development force production of knee extensors and plantar flexors; 2) reaction time of the knee extensors and the medial gastrocnemius; 3) muscular electrical activity of the knee extensors and the medial gastrocnemius; 4) neuromuscular efficiency of knee extensors and the medial gastrocnemius; 5) muscle architecture of vastus lateralis, medial gastrocnemius, soleus and tibialis. The Chapter II results demonstrate that patients with CKD in HD treatment when compared to healthy subjects present: 1) less rate development force production and neuromuscular efficiency of the knee extensor and plantar flexors; 2) more reaction time of the knee extensor and plantar flexors; 3) no difference in the magnitude of the extensor muscles of the knee and the medial gastrocnemius activation of during CVMI; 4) lower relative fascicles lengths (fascicle length / tibia length) of the medial gastrocnemius and the soleus; 5) shorter length of absolute fascicle for the soleus; 6) less muscle thickness of the vastus lateralis, soleus and tibialis; 7) no difference in penetration angle of the lower limbs muscle; 8) relative medial gastrocnemius fascicle length can influence of the 6MWT in performance patients with CKD. These results may help doctors, physical therapists and physical education teachers in the prescription of training focused on each of the properties (morphological and neuromechanics), since our study appears to be among the first to evaluate systematically and associated form that morphologic and neuromuscular plasticity in CKD.

Key words: Chronic kidney disease, Hemodialysis, muscle morphology, muscle neuromechanical.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Posicionamento dos sujeitos para coleta de força articular. A) Força dos extensores de joelho; B) Força dos flexores plantares.

**Figura 2:** Regiões anatômicas de coleta de imagens de ultrassom

**Figura 3:** Gráfico de médias e desvio padrão da CVMi dos membros inferiores e FPM entre os grupos. A) CVMi dos extensores de Joelho (EJ); B) CVMi dos flexores plantares (FP); C) Força de prensão manual (FPM); \* = valores de significância  $p < 0,05$ .

**Figura 4:** Médias e desvio padrão da qualidade muscular. A) Qualidade muscular dos extensores de joelho; B) Qualidade muscular dos flexores plantares; C) Qualidade muscular do membro superior.

**Figura 5:** Correlações entre espessura muscular e força articular. A) Correlações entre espessura muscular e força dos extensores de joelho (EJ); B) Correlações entre espessura muscular e força dos flexores plantares (FP); C) Correlações da força de prensão manual (FPM).  $P < 0,01$ .

**Figura 6.** A) Representação esquemática do processamento neural para realização de uma contração voluntária máxima isométrica (CVMi). B) CVMi e avaliação do “*roots mean square*” (RMS) na força máxima. C) Representação esquemática do tempo de reação total e suas subdivisões.

**Figura 7.** Exemplo de arquitetura muscular do vasto lateral. **a:** comprimento do fascículo muscular imageado; **b:** parte do comprimento do fascículo muscular estimado; **Cf:** comprimento total do fascículo muscular estimado. **Altura:** distância vertical entre o fascículo imageado e a aponeurose superior muscular;  **$\alpha$ :** ângulo de penação das fibras musculares entre o fascículo imageado e a aponeurose inferior.

**Figura 8.** Representação esquemática do ambiente de avaliação do TC6'. CP= comprimento do passo; VC= velocidade de caminhada.

**Figura 9:** Gráficos de médias e desvio padrão do comportamento neuromuscular dos Extensores de joelho entre os grupos. A) Taxa de Produção de Força (TPF); B) Percentual do somatório eletromiográfico dos músculos do quadríceps em relação à ativação máxima; C) Eficiência neuromuscular do quadríceps. \* = valores de significância com  $p < 0,005$

**Figura 10:** Gráficos de médias e desvio padrão do comportamento neuromuscular dos flexores plantares entre os grupos. A) Taxa de Produção de Força (TPF); B) Percentual do somatório eletromiográfico do músculo gastrocnêmio em relação à ativação máxima; C) Eficiência neuromuscular do gastrocnêmio. \* = valores de significância com  $p < 0,005$

**Figura 11:** Gráficos de médias e desvio padrão do Tempo de Reação Total dos extensores de joelho e dos flexores plantares entre os grupos. A) Tempo Pré-Motor dos extensores de joelho; B) Tempo Motor dos extensores de joelho; C) Tempo de Reação Total dos extensores de joelho; D) Tempo Pré-Motor do gastrocnêmio; E) Tempo Motor do gastrocnêmio e F) Tempo de Reação Total do gastrocnêmio. MS: milissegundos;TPM: tempo pré-motor; TM: tempo motor; TRT: tempo de reação total. \* = valores de significância com  $p < 0,05$ .

**Figura 12.** Gráficos de médias e desvio padrão da FC: Frequência Cardíaca; CP: Comprimento do passo; Vel: Velocidade; Km/h: quilômetro por hora; bpm: Batimentos por minuto. \* =  $p < 0,003$ .

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Valores de média e desvio padrão das variáveis para o cálculo do tamanho do efeito

**Tabela 2:** Grupamentos musculares avaliados por meio de ultrassom.

**Tabela 3.** Médias e desvio padrão dos dados demográficos de pareamento da amostra.

**Tabela 4.** Médias e desvio padrão da caracterização dos pacientes com DRC, tempo médio de HD e o perfil bioquímico.

**Tabela 5.** Doenças associadas do grupo de pacientes com DRC.

**Tabela 6.** Médias e desvio padrão da classificação dos níveis de atividade física e média e desvio padrão do tempo sentado durante a semana entre os grupos.

**Tabela 7.** Médias e desvio padrão dos valores das espessuras musculares do grupo paciente e saudável (Média  $\pm$  DP).

**Tabela 8:** Médias e desvio padrão da arquitetura muscular do membro inferior dominante entre os grupos.

**Tabela 9.** Valores de média e desvio padrão da distância percorrida do TC6' obtido e predito.

**Tabela 10.** Fatores neuromecânicos e morfológicos musculares que influenciam na distância percorrida no TC6' nos pacientes.

**LISTA DE EQUAÇÕES**

**Equação 1.** Homens: Distância do TC6' (metros):  $(7,57 \times \text{altura}) - (5,02 \times \text{idade}) - (1,76 - \text{peso kg}) - 309$  metros.

**Equação 2.** Mulheres: Distância do TC6' (metros):  $(2,11 \times \text{altura}) - (2,29 \times \text{peso kg}) - (5,78 \times \text{idade}) + 667$  metros.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 OBJETIVOS GERAIS .....	22
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
3 AMOSTRA.....	24
3.1 CÁLCULO AMOSTRAL .....	24
3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO:.....	25
3.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO: .....	25
4 CAPÍTULO 1.....	26
4.1 INTRODUÇÃO .....	26
4.2 MÉTODOS .....	28
4.2.1 Desenho experimental.....	28
4.2.2 Procedimento das avaliações.....	28
4.2.2.1 Nível de Atividade Física .....	28
4.2.2.2 Avaliação da força de preensão manual.....	29
4.2.2.3 Avaliação da força dos extensores do joelho e flexores plantares .....	30
4.2.2.4 Avaliação das propriedades Morfológicas Musculares: .....	31
4.2.2.5 Confiabilidade das medidas de Ultrassonografia .....	32
4.2.2.5 Avaliação da qualidade muscular .....	32
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	33
4.4 RESULTADOS .....	33
4.5 DISCUSSÃO .....	40
4.6 CONCLUSÃO .....	43
5 CAPÍTULO 2.....	44
5.1 INTRODUÇÃO .....	44
5.2 MÉTODOS .....	46
5.2.1 Procedimento das avaliações.....	46
5.2.1.1 Variáveis biomecânicas e equipamentos.....	46
5.2.1.2 Procedimento para avaliação da ativação elétrica muscular (AE) .....	46
5.2.1.3 Posicionamento dos eletrodos.....	46

5.2.1.4 Avaliação da força dos extensores do joelho e flexores plantares.....	47
5.2.1.5 Avaliação da taxa de produção de força (TPF).....	47
5.2.1.6 Processamento da atividade eletromiográfica .....	47
5.2.1.7 Cálculo da Eficiência Neuromuscular .....	48
5.2.1.8 Procedimento para a avaliação do tempo de reação total (TRT) .....	48
5.2.1.9 Arquitetura Muscular .....	50
5.2.1.10 Teste de caminhada de seis minutos (TC6').....	50
5.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	52
5.4 RESULTADOS .....	53
5.5 DISCUSSÃO .....	62
5.6 CONCLUSÃO .....	68
6 CONCLUSÃO GERAL .....	69
7 DIREÇÕES FUTURAS .....	71
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXO 1 .....	78
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	78
ANEXO 2.....	81
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	81
ANEXO 3.....	84
QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – IPAQ .....	84
ANEXO 4.....	87
Versão Brasileira do Questionário de Qualidade de Vida SF-36 .....	87
ANEXO 5.....	91
Doença Renal e Qualidade de Vida (KDQOL-SF™ 1.3) .....	91

## APRESENTAÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo descrever o perfil morfológico, neuromuscular e funcional de pacientes em terapia renal substitutiva, a partir dos seguintes objetivos: (1) Caracterizar a morfologia muscular de pacientes com doença renal crônica (DRC) comparada a um grupo controle; (2) Avaliar a característica neuromecânica muscular dos membros inferiores de pacientes com DRC comparando com um grupo controle (3) Investigar a influência das características morfológicas e neuromecânicas dos membros inferiores dos pacientes com DRC no desempenho do teste de caminhada de seis minutos (TC6').

Para tanto, foi desenvolvido o presente projeto de pesquisa nas dependências do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, juntamente aos serviços de Fisioterapia e de Nefrologia, bem como ao Centro de Pesquisa Clínica em parceria com o Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano (UFRGS). Esta tese será composta por uma introdução, a respeito das informações específicas referentes à doença renal, e por dois capítulos distintos:

**Capítulo I:** Caracterização de parâmetros morfofuncionais de pacientes em terapia renal substitutiva;

**Capítulo II:** Influência das propriedades neuromecânicas e morfológicas dos membros inferiores sob o desempenho do TC6' de pacientes em terapia renal substitutiva;

O capítulo I tem por objetivo avaliar a força de preensão manual, capacidade de produção de força isométrica dos extensores do joelho e flexores plantares, espessura muscular e qualidade muscular dos membros superiores e inferiores (força/espessura muscular) entre pacientes com DRC e um grupo controle. O capítulo II tem por objetivo, primeiramente, investigar diferenças nos seguintes parâmetros: (a) taxa de produção de força articular; (b) tempo de reação total neuromuscular; (c) eficiência neuromuscular; (d) comprimento de fascículo muscular, entre pacientes com DRC e um grupo controle. Em um segundo momento, verificar quais destes parâmetros têm influência sob a distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos em pacientes com DRC e um grupo controle. Desta forma, esta tese busca entender a estrutura e a resposta morfofuncional e neuromuscular de pacientes com doença renal crônica, quando comparados a sujeitos controle.

## 1 INTRODUÇÃO

A Doença Renal Crônica (DRC) é caracterizada pela degeneração progressiva e irreversível das estruturas componentes do sistema renal (SODRÉ et al., 2007). De acordo com dados da sociedade brasileira de nefrologia, no ano de 2013, o Brasil apresentava uma estimativa de 100.397 pacientes em tratamento dialítico, de um total populacional de 203,03 milhões, sendo 62,6% entre 18 e 69 anos (SBN, 2013).

Tem sido reportado que o diagnóstico precoce é um importante fator para prevenir o alcance de estágios mais avançados da DRC (SBN, 2013). Uma das formas de diagnóstico utilizada é a Taxa de Filtração Glomerular (TFG) que representa um processo fisiológico de criação de um ultra filtrado volume plasmático de uma substância que pode ser completamente filtrada pelos rins em um dado tempo. Contudo, a TFG pode estar reduzida antes dos sinais clínicos da DRC (SBN, 2013; TITAN, 2013).

Neste sentido, o diagnóstico de DRC é definido quando três componentes básicos para a classificação são avaliados: 1) componente anatômico ou estrutural (marcadores de dano renal); 2) componente funcional (baseado na TFG); 3) componente temporal (constância dos sintomas em no mínimo 3 meses). Baseado nestes componentes, a “*Kidney Disease Outcome Quality Initiative (KDOQI)*” (2005) definiu, em 2002, a classificação da DRC em cinco estágios baseada na TFG média: Estágio 1:  $TFG \geq 90 \text{ ml/min/1,73m}^2$  com proteinúria presente; Estágio 2: entre  $60-90 \text{ ml/min/1,73m}^2$  com proteinúria presente; Estágio 3A: entre  $45-59 \text{ ml/min/1,73m}^2$  com proteinúria presente ou ausente; Estágio 3B: entre  $30-44 \text{ ml/min/1,73m}^2$  com proteinúria presente ou ausente; Estágio 4: entre  $15-29 \text{ ml/min/1,73m}^2$  com proteinúria presente ou ausente e Estágio 5:  $TFG < 15 \text{ ml/min/1,73m}^2$  com proteinúria presente ou ausente (LEVEY et al., 2005).

Em pacientes com DRC em estágio avançado (a partir do estágio 5 - TFG média entre 5% a 10% do normal QUE É  $120 \text{ ML/MIN/1,73M}^2$ ), o tratamento substitutivo renal, também conhecido como Hemodiálise (HD), é indicado (SBN, 2013). Nesta situação, são observados alguns sintomas como anemia, hipertensão e azotemia a qual representa o aumento de compostos nitrogenados no sangue. Em casos extremos, em que os valores da TFG são inferiores a 20%, evidencia-se

falência renal e desenvolvimento de edema, acidose metabólica e hipercalemia (SBN, 2006; BASTOS & KIRSTAJAN, 2011).

A HD é um método que substitui a função renal em torno de 4h por dia 3 vezes na semana. Nos dias em que não são realizados a HD a FG permanece baixa (<10 ml/min) e lentamente vai reduzindo conforme aumenta a fibrose renal. Em contrapartida, este tratamento também é acompanhado por uma série de comorbidades, tais como: anemia, hepatites tipo B e C, doenças ósseas, doenças cardiovasculares, desnutrição e fraqueza muscular, sendo que estas duas últimas apresentam forte associação com a diminuição da independência funcional (TOYAMA et al., 2010; DOMAŃSKI & CIECHANOWSKI, 2012).

Outro fator que colabora com a diminuição da independência funcional é a desnutrição proteico-calórica que tem forte associação com a redução da massa muscular em pacientes que realizam HD, podendo ocorrer por diversos fatores, tais como: 1) ingestão inadequada de nutrientes; 2) restrição na dieta; 3) distúrbios hormonais e gastrointestinais; 4) perda de nutrientes durante a HD; 5) acidose metabólica; 6) medicamentos que interferem na absorção gastrointestinal de alimentos.

### ***Neuropatia e Miopatia Urêmica***

A neuropatia urêmica distal é uma polineuromiopia sensória causada por toxinas que geram desmielinização neural. Esta doença está fortemente relacionada com a severidade da insuficiência renal, sendo que, quanto maior a gravidade da doença maior a prevalência de neuropatias urêmicas. Não se sabe ao certo a causa das neuropatias, entretanto, especula-se problemas na membrana do axônio que sofre inibição por toxinas na bomba da Na/k ativada pela ATPase. Além disso também é evidenciado inflamação no perinêuro prejudicando a irrigação sanguínea via perineurô – endonêuro, podendo toxinas do processo inflamatório prejudicar o metabolismo de membrana e a dinâmica hidroeletrólítica (COTON et al., 1979; KRISHANA et al., 2009).

Apesar desta doença afetar todos os neurônios, parece que os axônios longos são mais afetados. Além disso, observa-se grandes prejuízos nas porções do nódulo de Ranvier que demanda uma grande quantidade de energia para transmissão do impulso elétrico. Outro fator predisponente de neuropatia é o elevado valor de potássio sérico que é um íon de grande importância para

manutenção do potencial de repouso da membrana. Estudos demonstram que o potássio sérico elevado pode causar pós-diálise um efeito rebote do potássio, levando a uma despolarização crônica de membrana, fato que é prejudicial ao axônio (COTON et al., 1979; KRISHANA et al., 2009).

Clinicamente as neuropatias urêmicas iniciam afetando regiões distais dos segmentos e com o passar do tempo a limitação atinge regiões proximais. Além disso, também é evidenciado maiores prejuízos nos membros inferiores do que em membros superiores (COTON et al., 1979; KRISHANA et al., 2009).

Já a miopatia urêmica, é caracterizada por uma limitação intra muscular. Pacientes em estágios finais da DRC tem maior prevalência de miopatia em musculaturas proximais, principalmente em membros inferiores. Os efeitos clínicos da miopatia são a fraqueza muscular e a intolerância ao exercício (CAMPISTOL et al., 2002; KRISHANA et al., 2009).

Ainda, já foi evidenciado incapacidade de utilização de nutrientes intramusculares e uma atrofia principalmente de fibras de contração rápida tipo II. Além disso, também pode-se observar associação com hiperparatireoidismo, resistência a insulina, prejuízos no metabolismo da mitocôndria e deficiência de proteínas como carnitina (CAMPISTOL et al., 2002; KRISHANA et al., 2009).

### ***Força muscular no DRC***

Johansen et al. (2005) demonstraram que estes pacientes são mais sensíveis a fadiga muscular do que a alterações cardiovasculares, isto porque a diálise causa alterações em nível muscular, como a redução da função mitocondrial e da capacidade oxidativa das fibras contráteis. Em adição, outras alterações também podem influenciar no desenvolvimento da fadiga muscular em pacientes que realizam HD, tais como a redução de força por unidade de área muscular (força específica), distúrbios no sistema nervoso central, acidose intramuscular ou a combinação de todos estes fatores (JOHANSEN et al., 2005; MCINTYRE et al., 2006; IKZLER, 2006; TOYAMA et al., 2010; SAWANT et al., 2011). MCIntyre et al. (2006) observaram, por meio de tomografia computadorizada, uma correlação positiva entre a área de secção transversa muscular (ASTm) e níveis de albumina sérica ( $r=0,49$ ;  $p<0,01$ ), assim como entre a ASTm e o teste de sentar e levantar (Homens  $r = 0,52$ ;  $p < 0,01$  e Mulheres  $r = 0,41$ ;  $p < 0,01$ ) em 134 pacientes em tratamento via HD.

Cabe ressaltar que, pacientes em tratamento com HD permanecem sentados ou deitados em média 3 horas, em uma frequência de duas a três vezes por semana, sendo frequente a hipotensão após a sessão de tratamento. Esta rotina contribui para a redução dos níveis de atividade física dos pacientes, determinando o aumentando no grau de dependência (MARTINS & CEZARINO, 2003; KIMMEL E PATEL et al., 2006). Uma observação importante é que, devido ao receio de quedas, estes pacientes muitas vezes reduzem a velocidade da marcha, o que contribui significativamente para redução do condicionamento físico (LIU et al, 2014).

Em relação à avaliação da capacidade física, a literatura apresenta dados de testes funcionais que podem ser facilmente aplicados em ambiente hospitalar, como o teste de seis minutos de caminhada (TC6'). Roberedo et al., (2007) reportam uma correlação moderada ( $r=0,78$ ;  $p<0,01$ ) entre o desempenho no teste de seis minutos de caminhada (TC6') e o pico do volume de oxigênio ( $VO_2$  mil/kg/min) em 16 pacientes que utilizam tratamento com HD. Estes dados vão ao encontro dos achados de KOHL et al. (2012) que evidenciaram uma correlação positiva ( $r= 0,50$ ;  $p<0,01$ ) entre o desempenho no TC6' e o pico do volume de oxigênio ( $VO_2$  mil/kg/min).

Em adição, o teste de força de preensão manual (FPM) também é utilizado na investigação de parâmetros funcionais e clínicos (HEIMBURGUER et al., 2000; LEAL et al., 2010). Uma revisão sistemática evidenciou a existência de relações entre a redução da FPM de pacientes que realizam HD e a presença de desnutrição, redução de massa muscular e complicações clínicas (LEAL et al., 2010).

### **Qualidade Muscular**

A relação entre a força muscular e a massa magra é definida como qualidade muscular (QM) e pode ser calculada pela razão da força articular pela espessura do respectivo grupamento muscular. Tem sido demonstrado que quanto menor a qualidade muscular, maior os níveis de mortalidade na população em geral (NEWMAN et al., 2006).

Já em um estudo que avaliou 272 pacientes (136 com alta QM e 136 com baixa QM) que realizam HD foi evidenciado que os que tinham melhor QM apresentaram maior tempo de sobrevivência (20,6% de 136 pacientes) quando comparados com baixa QM (45,6% de 136 pacientes) (YODA et al., 2012).

Além disso, a QM tem sido muito estudada na população de idosos. Em indivíduos idosos sedentários é observado maior quantidade de tecido conectivo e menor massa muscular, além de menor capacidade de recrutamento neural quando comparados a indivíduos jovens. Neste sentido, a QM poderia ser uma excelente forma de avaliar “*in vivo*” efeitos de algum treinamento físico como, por exemplo, o treinamento de força ou a eletroestimulação. Tendo em vista que adaptações na capacidade de ativação e no tamanho do tecido contrátil podem ocorrer. Neste sentido, se caso ocorrer uma melhora na força sem alterações significativas na massa muscular, a literatura infere que possíveis adaptações na capacidade de recrutamento muscular podem ter acontecido (RADAELLI et al., 2011). Assim, a QM possibilita identificar adaptações morfológicas e neurais, sendo um importante parâmetro a ser avaliado nos pacientes com DRC que realizam HD.

### ***Problema de pesquisa***

Apesar de existirem evidências da perda de massa muscular, bem como da redução do desempenho em testes como FPM e TC6' nos pacientes em tratamento com HD, são encontrados poucos estudos que investiguem a relação de parâmetros neuromecânicos e morfológicos, com o desempenho em testes funcionais nesta população. Técnicas de análise eletromiográfica de superfície podem proporcionar uma série de informações neuromecânicas como, por exemplo, o atraso eletromecânico, taxa de ativação neuromuscular e taxa de produção de força (AAGAARD, 2002; WHITE et al., 2013). Em adição, técnicas de coletas de imagens por meio de ecografia possibilitam informações morfológicas como espessura muscular e comprimento de fascículos de fibras. Em suma, estas informações (funcionais e morfológicas) podem ser correlacionadas com o desempenho de testes de FPM e/ou funcionais como o de caminhada de seis minutos (HERZOG; 1988; JOHANSEN et al., 2005; RADAELLI et al., 2011).

Acredita-se que a identificação destas relações possibilite a melhor compreensão e organização da reabilitação, por meio da utilização do exercício físico, tendo em vista que, possam existir distintos comportamentos na capacidade de produção de força (neuromecânico) e valores na espessura muscular (morfológico) entre pacientes com doença renal crônica e sujeitos controle. Desta forma, a presente tese tem como proposta: 1) Avaliar a característica morfológica e

neuromecânica muscular de pacientes com DRC que realizam HD; 2) Verificar a influência destes parâmetros sobre o desempenho do TC6'.

## **2 OBJETIVOS GERAIS**

Considerando a importância de um estudo sobre a influência de parâmetros neuromecânicos e morfológicos musculares na capacidade funcional de pacientes em terapia renal substitutiva, foram estabelecidos dois objetivos gerais que irão nortear esta pesquisa:

- 1) Caracterizar os parâmetros neuromecânicos e morfológicos musculares, assim como a variável funcional de pacientes com DRC que realizam HD;
- 2) Verificar se existe influência dos parâmetros neuromecânicos e morfológicos musculares sobre o desempenho do TC6';

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Abaixo, são apresentados os objetivos específicos de cada estudo a ser desenvolvido neste trabalho:

Objetivos específicos do capítulo 1:

- 1) Avaliar e comparar os níveis de atividade física, bem como o tempo despendido na posição sentado durante a semana e aos finais de semana, entre pacientes com DRC em tratamento com HD e sujeitos controle;
- 2) Mensurar e comparar a força de preensão manual (FPM), bem como a capacidade de produção de força isométrica dos extensores de joelho e flexores plantares entre pacientes com DRC em tratamento com HD e sujeitos controle;

- 3) Quantificar e comparar a espessura muscular dos seguintes grupamentos musculares: extensores e flexores do cotovelo, extensores do joelho e flexores plantares entre pacientes com DRC em tratamento com HD e sujeitos controle;
- 4) Avaliar e comparar a qualidade muscular dos membros superiores, bem como dos membros inferiores entre pacientes com DRC em tratamento com HD e sujeitos controle.

Objetivos específicos do capítulo 2:

- 1) Avaliar e comparar o tempo de reação total (TRT) e a taxa de produção de força (TPF) dos extensores do joelho e flexores plantares entre pacientes com DRC em tratamento com HD e indivíduos controle;
- 2) Mensurar e comparar a eficiência neuromuscular (ENM) dos extensores de joelho e flexores plantares entre pacientes com DRC em tratamento com HD e indivíduos controle;
- 4) Quantificar e comparar a arquitetura muscular do vasto lateral, gastrocnêmio medial, e sóleo entre pacientes com DRC em tratamento com HD e indivíduos controle;
- 5) Verificar a influência do tempo de reação total (TRT) e da taxa de produção de força (TPF) dos extensores de joelho e flexores plantares sobre a distância percorrida no TC6' em pacientes com DRC em tratamento com HD e indivíduos controle;
- 6) Avaliar a influência do comprimento de fascículo do vasto lateral, gastrocnêmico medial e sóleo sobre a distância percorrida no TC6' em pacientes com DRC em tratamento com HD e indivíduos controle;

### 3 AMOSTRA

#### 3.1 CÁLCULO AMOSTRAL

Um total de 16 sujeitos por grupo foi determinado baseado nos dados preliminares do estudo das seguintes variáveis.

**Tabela 1. Valores de média e desvio padrão das variáveis para o cálculo do tamanho do efeito.**

<i>Variável</i>	<i>Controle</i>	<i>Pacientes</i>	<i>Tamanho do efeito</i>
<i>CVMi EJ</i>	39,13±8.19	26.01±6.03	0,67
<i>CVMi FP</i>	17,57±3,30	10,78±2,49	0,75
<i>EM EJ</i>	3,62±0,36	3,11±0,51	1,05
<i>EM FP</i>	2,70±0,46	2,35±0,49	0,73

CVMi: contração voluntária máxima isométrica; EJ: extensores do joelho; FP: flexores plantares; EM: espessura muscular.

**Cálculo amostral:** O *N* amostral foi calculado a partir do *software* G\*Power 3.1.3 (Fraunhofer Universität Kiel, Germany), onde: o “*Effect Size*” adotado foi de 0,69; o  $\alpha=0,05$  e o poder adotado foi de 0,80, usando o teste ANOVA two way para medidas repetidas como teste estatístico para a comparação das variáveis entre os testes. Para o cálculo do tamanho do efeito da amostra utilizou-se como base o estudo de Lindenau e Guimarães, (2012) que demonstra a equação de Cohen para o cálculo do tamanho do efeito entre variáveis independentes e contínuas.

A amostra foi escolhida de forma intencional, composta por 17 pacientes com diagnóstico de DRC (54,1±14,1 anos, 64,2±11,8 kg, 161,3±8,1 cm e 24,5±3,1 kg/m<sup>2</sup>) em acompanhamento no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) pelo serviço de Nefrologia e Laboratório de Fisiopatologia do Exercício, bem como por 17 indivíduos controle (48,3±15,2 anos, 73,0±20,6 kg, 166,0±12,0 cm e 26,4±5,0 kg/m<sup>2</sup>). O tempo médio de tratamento em HD dos pacientes foi de 72,38±41,62 meses. Previamente a aplicação dos testes, os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, os quais eram informados sobre todos os procedimentos a serem realizados. Este projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (CAAE 36473714.1.0000.5327).

### **3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO:**

Para serem considerados aptos a participar do estudo os sujeitos do grupo pacientes deveriam ter mais de 18 anos, apresentar doença renal crônica em tratamento com hemodiálise no mínimo três vezes na semana, independente do gênero, idade e grau de severidade da doença, e apresentar condições clínicas estáveis, sem exacerbações ou infecções nos últimos três meses.

Os sujeitos do grupo controle foram pareados em relação ao grupo de pacientes, de acordo com as seguintes variáveis: a) Idade; b) Gênero; c) Estatura; d) Comprimento do fêmur; e) Comprimento da tíbia d) Não ser praticante de atividade física.

### **3.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO:**

Foram excluídos os indivíduos que apresentassem: (1) co-morbidades não relacionadas ao processo patológico de origem; (2) contra-indicações absolutas ou relativas à realização dos testes; (3) dificuldade de compreensão dos procedimentos propostos pelos pesquisadores; (4) estivessem em período de exacerbação da doença e (5) não concordassem em participar do estudo por meio do termo de consentimento livre e esclarecido. Em adição, foram excluídos pacientes com doenças neuromusculares que apresentassem déficit motor decorrente de comorbidades, tais como acidente vascular encefálico (AVC), esclerose múltipla, esclerose lateral amiotrófica e *Guillain-Barré*.

## 4 CAPÍTULO 1

### **Caracterização de parâmetros morfofuncionais de pacientes em terapia renal substitutiva**

#### **4.1 INTRODUÇÃO**

Pacientes portadores de DRC que realizam tratamento com HD são fisicamente menos ativos e apresentam uma menor capacidade funcional quando comparados a indivíduos controle (JHOHANSEN et al., 2003). Além disso, muitos pacientes apresentam doenças associadas, como diabetes e doenças cardíacas, contribuindo na sobrecarga renal, progressão para níveis mais graves da doença e aumento da limitação funcional (OLIVEIRA & ROMÃO, 2005; OLIVEIRA, 2009).

Tais fatores podem levar a uma redução da qualidade de vida (QV) e aumento dos índices de mortalidade (CRUZ et al., 2011). O tratamento em HD, geralmente, ocorre em torno de três vezes semanais DURANTE 4 horas diárias, levando o paciente a um estado de imobilidade (HALL et al., 2014). Além disso, durante a HD ambulatorial, uma grande quantidade de líquido corporal é filtrada em um espaço curto de tempo, gerando fadiga após a sessão e redução dos níveis de atividade física no decorrer do dia. Em adição, a HD também pode colaborar para o desenvolvimento de comorbidades como a anemia e desnutrição que tem forte associação com a redução da massa muscular (IKZLER, 2006; TOYAMA et al., 2010). Em função da perda deste sistema observa-se um menor desempenho da força muscular (JOHANSEN et al., 2005; INTYRE et al., 2006; IKZLER, 2006; TOYAMA et al., 2010; SUWANT et al., 2011; DOMA´NSKI & CIECHANOWSKI, 2012).

Uma técnica de avaliação da estrutura muscular que tem sido bem aceita e de fácil manuseio em clínicas e hospitais é a ecografia muscular, pois possibilita avaliar aspectos como a espessura deste tecido. A técnica de ecografia muscular tem como vantagem o baixo custo e a rapidez na realização da avaliação, assim como, a não exposição de radioatividade como, por exemplo, a tomografia computadorizada (FUKUNAGA et al., 2001; AKAGI et al., 2009).

Dentre as possibilidades de avaliação obtidas a partir da medida da espessura muscular, tem – se a qualidade muscular (QM) que é a razão da força

articular pela espessura do grupamento muscular desta articulação (KORHONEN et al., 2009; RADAELLI et al., 2011). A QM possibilita informações funcionais para o terapeuta ou treinador direcionar o volume e a intensidade dos exercícios em diferentes regiões anatômicas (RADAELLI et al., 2011).

Em idosos, a QM está relacionada com a redução da capacidade funcional e taxa de mortalidade desta população (IVEY et al., 2000; YODA et al., 2012). Além disso, a QM também está relacionada a fatores neurais, tendo em vista que a taxa de hipertrofia tecidual é mais lenta do que a taxa de adaptação neural (NOGUEIRA et al., 2004; KORHONEN et al., 2009).

Nos estudos de Johansen et al. (2003) foi possível observar que os doentes renais apresentavam menores valores de QM dos flexores dorsais quando comparados a sujeitos controle. Ainda, foi possível observar que os doentes renais apresentavam 65,4% da área de secção transversa de tecido contrátil do ventre muscular comparado a 83,1% dos sujeitos controle. Por fim, os autores também observaram que a velocidade da marcha preferida dos doentes renais era menor em relação ao grupo saudável.

Além dos membros inferiores, pacientes com DRC também apresentam alterações estruturais e funcionais dos membros superiores. Um dos problemas comuns entre estes pacientes é a perda de força muscular devido a utilização da fístula no braço, podendo inibir a amplitude de movimento e reduzir a força do segmento (CAPITANINI et al., 2012).

Lymaie et al. (2001) encontrou associação ( $r= 0,53$ ,  $p<0,05$ ) entre a força de preensão manual e o escore final do “*Solerman Test*” que é um método de avaliação da função do segmento inferior em relação as tarefas diárias, dividido em 20 itens que envolvem tarefas como preensão de objetos esféricos, de pinças e movimentos de extensão dos dedos (SOLERMAN e EJESKÄR, 1995). Além disso, em um estudo de revisão sistemática sobre a avaliação da força de preensão manual em doentes renais foi demonstrado uma associação entre a má nutrição e a redução da força muscular, bem como complicações clínicas destes pacientes (LEAL et al., 2010).

Desta forma, pacientes renais podem apresentar alterações morfológicas e funcionais das musculaturas de membros superiores e inferiores, de maneira a influenciar na sua funcionalidade. Neste sentido, a avaliação da força articular e a QM destes grupamentos pode contribuir para o entendimento da relação entre estrutura e função de diferentes regiões corporais tendo em vista as distintas

necessidades diárias. Assim, o presente capítulo tem por objetivo avaliar e comparar a capacidade de produção de força de membros superiores e inferiores, bem como a espessura muscular e QM entre pacientes com DRC que realizam HD comparados a sujeitos controle.

## **4.2 MÉTODOS**

### **4.2.1 Desenho experimental**

Para o grupo paciente, as avaliações foram conduzidas em dois distintos dias, antes da entrada para a realização da HD, conforme protocolo abaixo:

*Dia (1):* Primeiramente, foi feita apresentação do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e após a assinatura do sujeito, a realização do questionário sobre o nível de atividade física (IPAQ);

*Dia (2):* Realização dos testes de força de preensão manual, verificação da força isométrica máxima dos músculos extensores de joelho e flexores plantares.

O grupo controle realizou as avaliações em um único dia, seguindo a mesma ordem do grupo paciente.

### **4.2.2 Procedimento das avaliações**

#### **4.2.2.1 Nível de Atividade Física**

Para mensurar o nível de atividade física dos indivíduos foi utilizado o Questionário Internacional de Nível de Atividade Física (IPAQ). O questionário foi aplicado na forma de entrevista, conduzido pelo pesquisador (MATSUDO et al., 2001).

O IPAQ classifica o nível de atividade física em:

*Sedentário:* não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana;

*Insuficientemente ativo*: realiza atividade física por pelo menos 10 minutos por semana, porém insuficiente para ser classificado como ativo;

*Ativo*: faz exercícios vigorosos três ou mais dias por semana/20 minutos por sessão, ou faz atividades moderadas ou caminhadas cinco dias ou mais por semana/30 minutos por sessão, ou faz caminhada mais atividade moderada, mais atividade vigorosa cinco dias ou mais por semana (somando 150 minutos por semana);

*Muito Ativo*: faz atividades vigorosas mais de cinco dias por semana/20 minutos por sessão ou faz atividades vigorosas três dias por semana/20 minutos por sessão mais atividades moderadas ou caminhadas cinco dias na semana/30 minutos/sessão (MATSUDO et al., 2001).

O equivalente metabólico da tarefa (MET - do inglês “*metabolic equivalence task*”) foi calculado pela multiplicação de 1 equivalente metabólico da tarefa (EMT) ( $3,5 \text{ ml/kg/min}^{-1}$ ) pela massa corporal e o tempo do exercício em minutos durante a semana. Já a quilo caloria foi determinada pela multiplicação do EMT pela razão da massa corporal em Kg por 60 segundos (1 minuto) (LEITE, 2000).

#### **4.2.2.2 Avaliação da força de preensão manual**

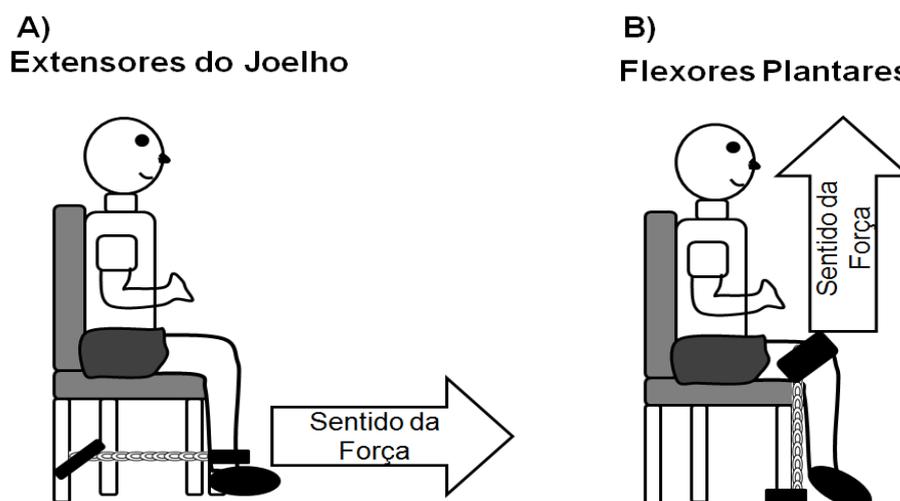
A avaliação de força de preensão manual foi realizada no segmento contralateral a fístula utilizada para conexão dos pacientes ao aparelho de hemodiálise (WHITE et al., 2013). Já a avaliação do grupo controle foi realizada no segmento dominante. O protocolo foi realizado conforme os seguintes procedimentos:

**Posicionamento do sujeito**: Os sujeitos foram posicionados sentados com flexão de cotovelo a  $90^\circ$ .

**Avaliação**: O sujeito foi instruído a executar a preensão manual o mais rápido possível e sustentar a força durante cinco segundos. Foram realizadas três contrações voluntárias máximas isométricas, sendo registrada a contração de maior valor.

#### 4.2.2.3 Avaliação da força dos extensores do joelho e flexores plantares

Para avaliação da força dos extensores do joelho e flexores plantares, os sujeitos foram posicionados sentados em uma cadeira que foi confeccionada especificamente para a realização do teste. Os sujeitos permaneceram com o quadril e joelhos flexionados ( $90^\circ$ ), assim como o tornozelo em posição neutra, com os pés apoiados ao solo e com os segmentos presos a uma célula de carga que era acoplada a cadeira, conforme a figura 1. Após aquecimento articular por meio de caminhada de 5 minutos e familiarização com o protocolo, os indivíduos realizaram três contrações voluntárias máximas isométricas (CVMI) durante cinco segundos, em cada articulação. Entre cada contração, um intervalo de um minuto e trinta segundos (1':30") foi realizado. Não foi necessário repetir nenhuma CVMI, uma vez que não foram identificadas as seguintes situações: (1) contração não sustentada durante o período determinado; (2) algum tipo de contra-movimento inicial identificado; (3) diferença acima de 10% no valor de força entre as contrações (HERZOG, 1988; AAGAARD, 2002). As avaliações foram realizadas no membro inferior dominante, para todos os sujeitos.



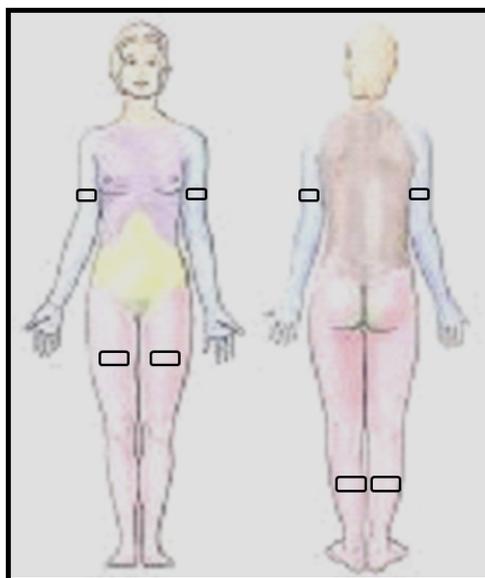
**Figura 1:** Posicionamento dos sujeitos para coleta de força articular. A) Força dos extensores de joelho; B) Força dos flexores plantares.

**Processamento da força:** Para a análise da força foi utilizado um filtro passa-baixa de 15 Hz, a fim de eliminar ruídos de alta frequência, e após, registrado o pico de platô de força durante a CVMI (AAGAARD, 2002).

#### 4.2.2.4 Avaliação das propriedades Morfológicas Musculares:

*Espessura Muscular Transversal:* Para a avaliação da espessura muscular transversal, foi utilizado um aparelho de ultrassonografia, por meio de um transdutor de arranjo linear (*Ultrasound probe linear array 7,5 MHz – em modo B; SONOSITE*). O transdutor foi embebido em gel de transmissão solúvel em água, promovendo contato acústico, sem deprimir a superfície da pele.

**Critérios para posicionamento do transdutor:** Para garantir que imagens posteriores fossem realizadas no local anatômico exato foram consideradas marcações de protuberâncias ósseas (MASAE, 2001; MASAE, 2004; GOMES, 2010). Após demarcações foi obtida uma imagem transversal ao qual fosse possível visualizar as musculaturas. Assim, para a avaliação da espessura muscular transversal foram realizadas medidas por meio do ultrassom, considerando as seguintes regiões: borda interna das aponeuroses superior e inferior dos músculos anteriores da coxa, posteriores da perna, anteriores e posteriores do braço, conforme figura 2 abaixo:



**Figura 2:** Regiões anatômicas de coleta de imagens de ultrassom

A tabela 2 apresenta os critérios anatômicos adotados, conforme a literatura, para a determinação dos locais de coleta.

**Tabela 2: Grupamentos musculares avaliados por meio de ultrassom.**

<b>Estudos</b>	<b>Grupamento Avaliado</b>	<b>Parâmetros Anatômicos</b>
Miyatani, 2004	Quadríceps (VL,VI,RF)	50% do comprimento do fêmur (trocânter maior até a fenda cômulo-tibial)
	Flexores plantares (GM,SOL)	30% do comprimento da tíbia (da fenda cômulo-tibial até o maléolo lateral)
	Flexores do cotovelo (BB, BR)	60% do comprimento do úmero: do acrômio da escápula até o epicômulo lateral do úmero.
	Extensores do cotovelo	

VL: vasto lateral; VI: Vasto intermédio; RF: Reto femural; GML: gastrocnêmio medial; SOL: Sóleo; BB: Bíceps braquial; BR: Braquio radial.

#### 4.2.2.5 Confiabilidade das medidas de Ultrassonografia

Todos os exames foram realizados pelo mesmo examinador. Para quantificar a confiabilidade das medidas da arquitetura muscular como: comprimento de fascículo (CF), ângulo de penação (AP) e espessura muscular (EM) foi utilizado o Coeficiente de Correlação Intra-Classe (ICC). Foram escolhidas seis imagens aleatórias entre os grupos e mensuradas cinco vezes os parâmetros pelo mesmo avaliador em dias distintos. Os valores dos coeficientes de confiabilidade variam de zero (0) a um (1), onde valores mais próximos de (1) indicam maior confiabilidade. As seguintes categorias para os níveis de confiabilidade foram aplicadas: superior a 0,75 = confiabilidade elevada; entre 0,4 e 0,75 = confiabilidade razoável e menor que 0,4 = confiabilidade pobre (DANCEY e REIDY, 2008).

#### 4.2.2.5 Avaliação da qualidade muscular

Para a avaliação da qualidade muscular, foi calculada a razão entre a produção de força e a espessura muscular, conforme explicação abaixo:

##### 1) *Qualidade muscular dos flexores plantares:*

Razão entre a força dos flexores plantares e a espessura transversa muscular do gastrocnêmio medial e soleo mensurada a 30% da fenda do cômulo-tibial até o maléolo lateral.

##### 2) *Qualidade muscular dos extensores do joelho:*

Razão entre a força dos extensores de joelho e a espessura transversa muscular do reto femural e vasto intermédio mensurada a 50% do comprimento da coxa.

### 3) *Qualidade muscular dos membros superiores:*

Razão entre a força de preensão manual e a soma da espessura muscular dos flexores (bíceps braquial e braquial) e extensores de cotovelo (tríceps braquial).

## 4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os testes de Shapiro-wilk e Levene foram utilizados na verificação da normalidade e homogeneidade dos dados. Análise descritiva (média e desvio padrão) foi usada na descrição e caracterização dos dados. O teste T independente foi utilizado para comparação das variáveis de pareamento (idade, massa corporal, estatura, comprimento do fêmur, comprimento da tíbia), variáveis funcionais (FPM e força de extensão de joelho e flexão plantar), variáveis morfológicas (espessura muscular transversa) e qualidade muscular entre os grupos. Um teste de Mann-Whitney foi utilizado para avaliar a tendência central entre os níveis de atividade física entre os grupos. Para verificar o grau de associação entre a variável somatório da espessura muscular com a força articular foi utilizada a correlação produto-momento de Pearson. A força de correlação foi determinada a partir dos seguintes critérios:  $r = 0,90-1,00$  (muito alta),  $0,70-0,89$  (alta),  $0,50-0,69$  (moderada),  $0,26-0,49$  (baixa), e  $0,00-0,25$  (correlação nula) (DANCEY; REIDY, 2008). Todos os testes foram realizados no pacote estatístico SPSS 20.0 para Windows (Chicago, EUA). O nível de significância adotado foi  $\alpha = 0,05$ .

## 4.4 RESULTADOS

Em relação aos critérios de pareamento da amostra, não foi encontrada nenhuma diferença significativa entre idade ( $p=0,35$ ), massa corporal total ( $t(2,32)=0,85$ ,  $p=0,40$ ), estatura ( $p=0,89$ ), índice de massa corporal ( $p=0,48$ ), comprimento do fêmur ( $p=0,37$ ), comprimento da tíbia ( $p=0,07$ ). Como demonstrado na tabela 3 abaixo.

**Tabela 3. Médias e desvio padrão dos dados demográficos de pareamento da amostra**

<i>Variáveis</i>	<i>Pacientes</i>	<i>Saudáveis</i>	<i>p</i>
Idade (anos)	54,1±14,1	48,3±15,2	0,35
Altura (metros)	161,3±8,1	166,0±12,0	0,89
Massa Corporal (kg)	64,2±11,8	73,0±20,6	0,40
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,5±3,1	26,4±5,0	0,83
CF (centímetros)	42,9±4,4	41,8±2,2	0,37
CT (centímetros)	38,9±3,9	36,6±3,1	0,07

IMC: índice de massa corporal; CF: comprimento do fêmur; CT: Comprimento da tíbia. A = 0,05

A tabela 4 apresenta o tempo médio de HD, o perfil bioquímico e a tabela 4 as doenças associadas do grupo de pacientes com DRC.

**Tabela 4. Médias e desvio padrão da caracterização dos pacientes com DRC, tempo médio de HD e o perfil bioquímico.**

<i>Características</i>	<i>Pacientes</i>
<i>Tempo de HD (meses)</i>	72,3±41,6
<i>Cálcio Total (mg/dL)</i>	9,5±0,8
<i>Potássio Total (mEq/L)</i>	7,0±9,3
<i>Ureia pré-hd (mg/dL)</i>	124,5±35,7
<i>Ureia pós-hd (mg/dL)</i>	33,6±15,8
<i>Creatinina (mg/dL)</i>	10,5±2,6
<i>Hemoglobina (g/dL)</i>	10,2±1,3
<i>Hematócrito (%)</i>	31,6±3,9
<i>Glicose (mg/dL)</i>	104,4±38,0
<i>Fósforo (mg/dL)</i>	5,8±2,1
<i>Alanina Aminotransferase (U/L)</i>	15,2±9,3
<i>Paratahormônio (pg/ml)</i>	636,4±377,2

DCR: Doença renal crônica; HD: Hemodiálise; HIV: do inglês "Human Immunodeficiency Virus"; mg/dL: Miligramas por decilitros; g/dL: Gramas por decilitros; mEq/L: milésima parte equivalente por litro; U/L: Unidades por litros; pg/mL: picograma por litro.

**Tabela 5. Doenças associadas do grupo de pacientes com DRC**

<b>Comorbidade</b>	<b>Quantidade na amostra</b>
<i>Diabetes Mellitus</i>	4
<i>Hipertensão Arterial Sistêmica</i>	3
<i>Hepatite C</i>	1
<i>Insuficiência Cardíaca Crônica</i>	1
<i>HIV</i>	1
<i>Neoplasia Maligna do Rim</i>	1
<i>Hiperparatireoidismo</i>	11
<i>Lúpus</i>	1
<i>Epilepsia</i>	1

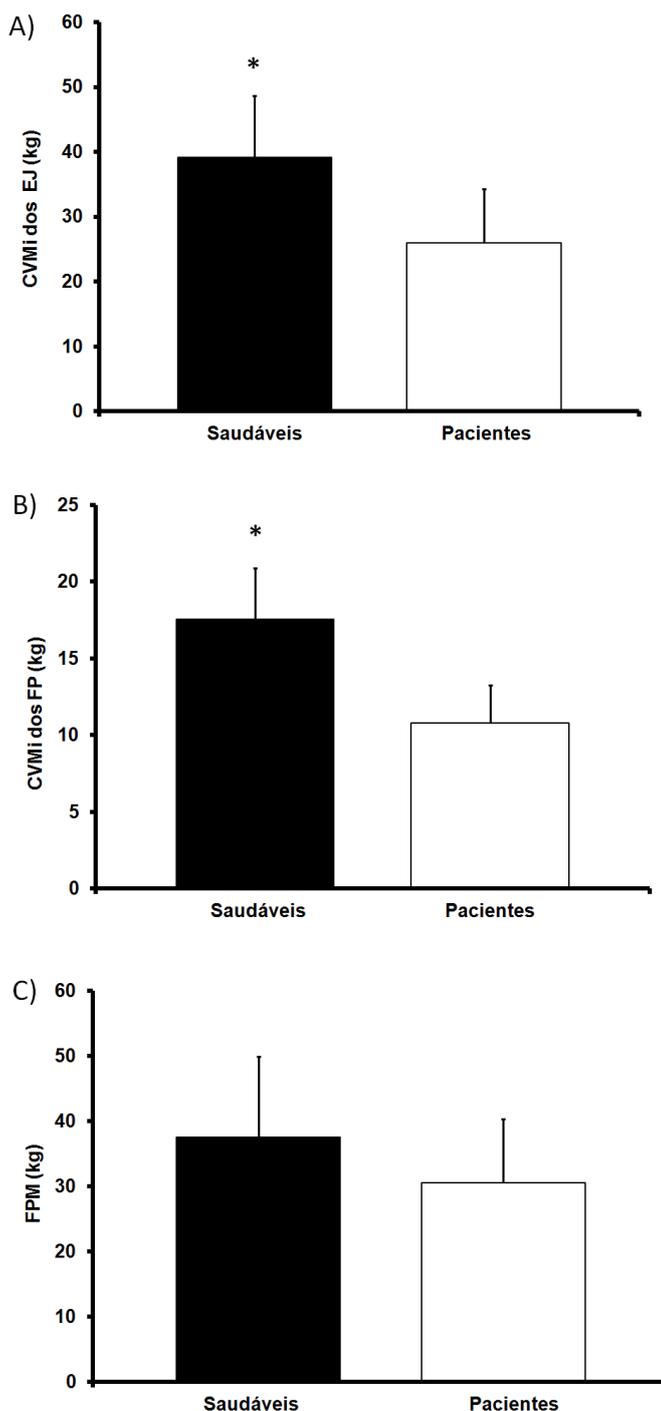
Em relação aos níveis de atividade física, os pacientes foram classificados como inativos, enquanto os sujeitos controle como ativos. Além disso, conforme a tabela 6, o equivalente metabólico da tarefa semanal (EMT-minutos/semana) ( $p=0,006$ ) e o gasto calórico semanal (kcal/kg/semana) ( $p = 0,01$ ) também foram menores significativamente menores para os pacientes do que o grupo controle, assim como o tempo de permanência sentado semanal ( $p= 0,009$ ) e o tempo de permanência sentado durante o final de semana ( $p = 0,003$ ).

**Tabela 6. Médias e desvio padrão da classificação dos níveis de atividade física e média e desvio padrão do tempo sentado durante a semana entre os grupos.**

<b>Classificação do IPAQ</b>	<b>Pacientes</b>	<b>Controle</b>	<b>p</b>
	<b>I A</b>	<b>A</b>	
<i>EMT(minutos/semana)</i>	1770,2±1565,3	3170,3±686,5	0,006
<i>Gasto calórico semanal (kcal/kg/semana)</i>	1965,8±1968,7	3323,0±452,2	0,01
<i>Tempo por dia sentado na semana (min)</i>	394,0±3	293,0±3	0,009
<i>Tempo sentado durante final de semana (min)</i>	460,0±4	201,0±1	0,003

EMT: Equivalente metabólico da tarefa do inglês “*Metabolic Equivalent of Task*”; Kcal: quilo caloria; kg: quilograma; IA: insuficientemente ativo; A: Ativo.

Em relação aos testes de força do membro inferior, foi observado menores valores para os pacientes em relação ao grupo controle tanto para os extensores de joelho ( $p = 0,001$ ) quanto para os flexores plantares ( $p = 0,001$ ) e nenhuma diferença estatística entre os valores de FPM ( $p=0,24$ ) como demonstrado na figura 3 (3A; 3B e 3C, respectivamente), abaixo.



**Figura 3:** Gráfico de médias e desvio padrão da CVMi dos membros inferiores e FPM entre os grupos. A) CVMi dos extensores de Joelho (EJ); B) CVMi dos flexores plantares (FP); C) Força de preensão manual (FPM); \* = valores de significância  $p < 0,05$ .

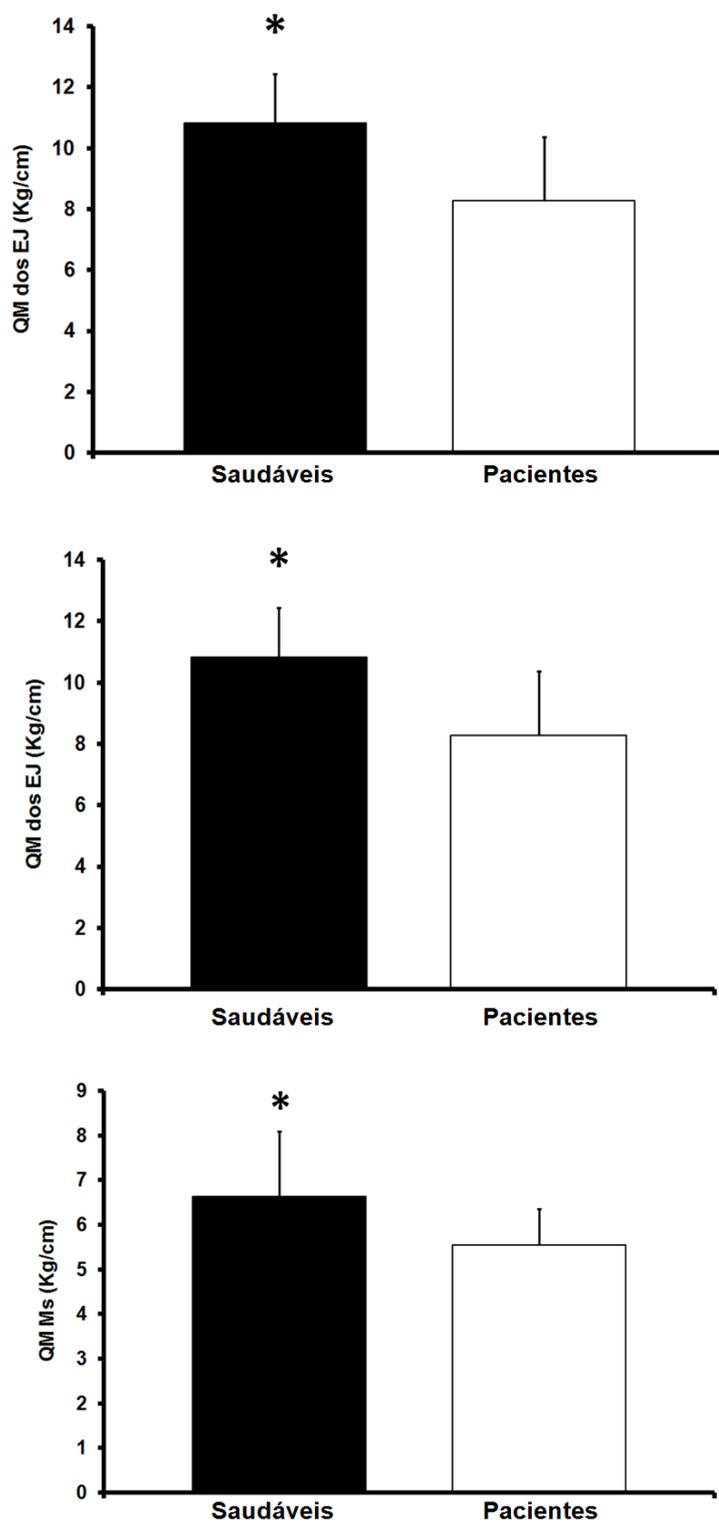
A morfologia muscular apresentou diferença significativa entre os grupos, sendo observados menores valores de espessura dos flexores de cotovelo ( $p = 0,03$ ), extensores de cotovelo ( $p = 0,002$ ), quadríceps ( $p=0,01$ ) e flexores plantares ( $p = 0,04$ ) para os pacientes em relação aos sujeitos controle (Tabela 7).

**Tabela 7. Médias e desvio padrão dos valores das espessuras musculares do grupo paciente e saudável (Média  $\pm$  DP).**

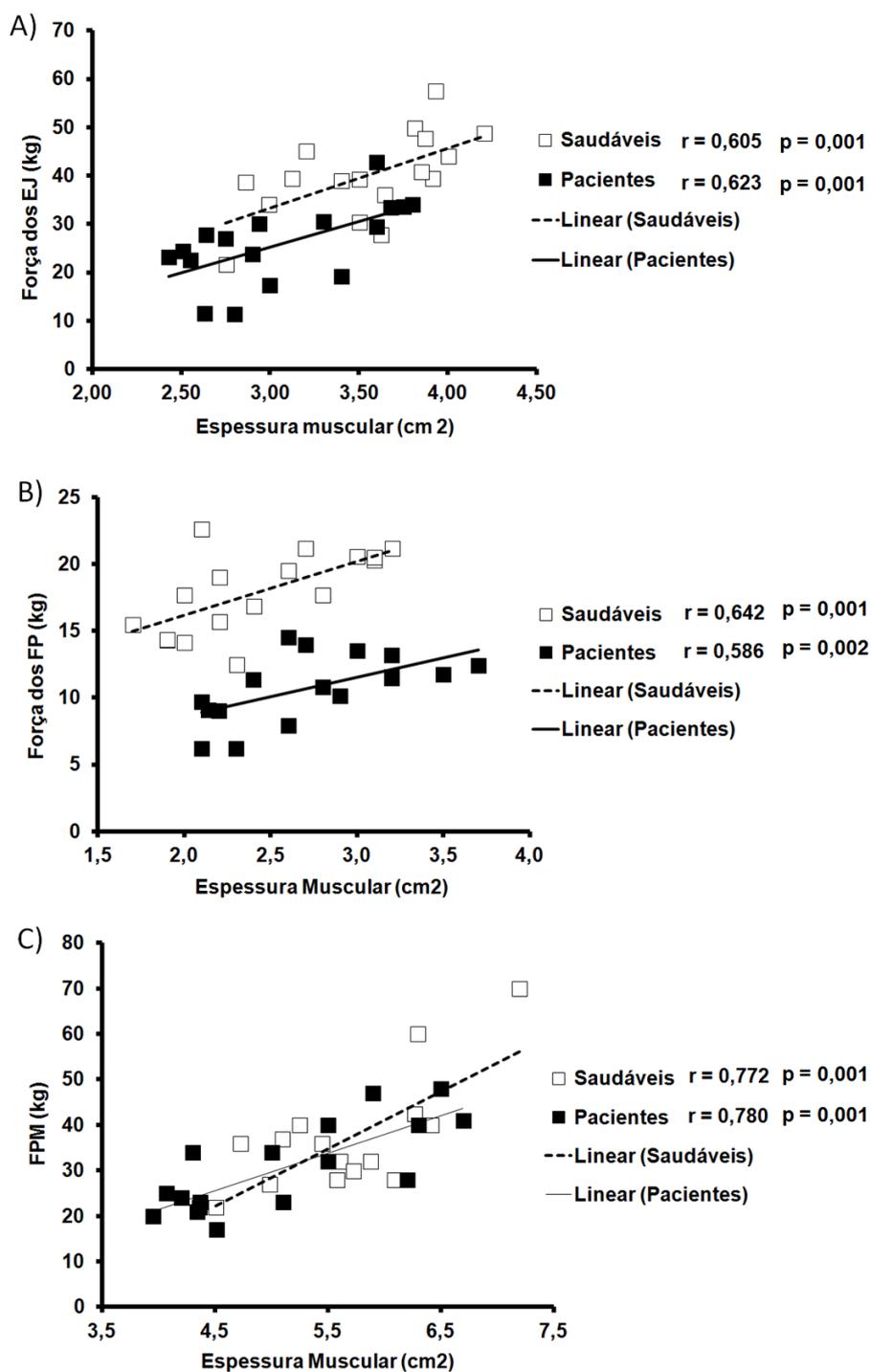
<b>Regiões Anatômicas</b>	<b>Pacientes</b>	<b>Controle</b>	<b>p</b>
<b>Flexores do cotovelo (mm)</b>	2,64 $\pm$ 0,49	2,94 $\pm$ 0,24	0,030
<b>Extensores do cotovelo (mm)</b>	2,47 $\pm$ 0,51	2,88 $\pm$ 0,37	0,002
<b>Quadríceps (mm)</b>	3,11 $\pm$ 0,51	3,62 $\pm$ 0,36	0,007
<b>Flexores plantares (mm)</b>	2,35 $\pm$ 0,49	2,70 $\pm$ 0,46	0,040

Já a avaliação da qualidade muscular demonstrou menores valores para o membro superior ( $p=0,01$ ), extensores de joelho ( $p = 0,002$ ) e flexores plantares ( $p = 0,001$ ) nos pacientes, como demonstrado na figura 4 (4A, 4B e 4C, respectivamente).

Por fim, foram observadas correlações positivas entre as espessuras musculares e as forças articulares dos extensores de joelho (pacientes:  $r = 0,623$ ,  $p = 0,001$ ; controle:  $r = 0,605$ ,  $p = 0,001$ ), flexores plantares (pacientes:  $r = 0,586$ ,  $p = 0,002$ ; controle:  $r = 0,642$ ,  $p = 0,001$ ) e na FPM (pacientes:  $r = 0,780$ ,  $p = 0,001$ ); controle:  $r = 0,772$ ,  $p = 0,001$ ), como demonstra a figura 5 (5A, 5B e 5C respectivamente).



**Figura 4:** Médias e desvio padrão da qualidade muscular. A) Qualidade muscular dos extensores de joelho; B) Qualidade muscular dos flexores plantares; C) Qualidade muscular do membro superior.



**Figura 5:** Correlações entre espessura muscular e força articular. A) Correlações entre espessura muscular e força dos extensores de joelho (EJ); B) Correlações entre espessura muscular e força dos flexores plantares (FP); C) Correlações da força de prensão manual (FPM).  $P < 0,01$ .

## 4.5 DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi a evidência de que pacientes com doença renal apresentam menor qualidade muscular em relação a sujeitos controle, sendo este resultado parcialmente influenciado pela redução da espessura muscular. Cabe ressaltar que a amostra foi pareada por idade, massa corporal, estatura, comprimento do fêmur e comprimento de tíbia, não sendo encontrada nenhuma diferença significativa destas variáveis entre os grupos. Desta forma, eliminamos o efeito do envelhecimento, assim como, questões antropométricas, sendo este pareamento essencial para confiabilidade dos dados, tendo em vista, que estes fatores podem repercutir em distintas adaptações neuromusculares.

Inicialmente, ao observar o perfil bioquímico dos pacientes verificou-se marcadores significativos de doenças renais que, segundo a literatura, apresentam associações com a perda da função física, assim como a quantidade de massa magra corporal. Um destes marcadores foi a creatinina sérica ( $10,52 \pm 2,69$ ; Referência: 0,5 a 1,2 mg/dL) que é muito utilizada como marcador de função renal, (TITAN, 2013). Contudo, a creatinina, por ser um produto final da creatina fosfato, é produzida endógenamente e esta diretamente relacionada à quantidade de tecido muscular, gênero, idade e nível de atividade física. Além disso, a literatura aponta para uma proporcionalidade a quantidade de produção de creatinina diária com a quantidade de massa magra corporal, sendo que quanto maiores os valores de creatinina sérica, maior será a degradação tecidual. Um dos primeiros estudos a estabelecer uma correlação com os níveis de creatinina com a redução da massa magra foi Forbes e Bruining (1976). Estes autores encontraram uma correlação de 0,988 entre estas variáveis. Em continuidade a esta linha de pesquisa, mais tarde Mitch et al. (1980) avaliaram o “*clearance*” extra renal de creatinina em um valor de 0,038 l/kg/dia em pacientes com valores séricos desta proteína acima de 6 mg/dl. Estes autores, por meio deste estudo, determinaram uma equação referente à degradação metabólica da creatina estimando assim o catabolismo corporal dos pacientes após hemodiálise. Outro marcador que apresentou alteração em nossos pacientes foi a ureia ( $33,69 \pm 15,84$ ; Referência: 16 a 48 mg/dL). Este marcador é um dos primeiros a ser utilizados para o diagnóstico de doença renal, contudo, a ureia é parcialmente reabsorvida durante o processo de filtração glomerular e pode subestimar a TFG. Entretanto, esta proteína também esta associada com

degradação tecidual, sendo que valores elevados de ureia na corrente sanguínea podem ser alterados por fatores como dieta, destruição tecidual e tratamento com corticosteroides. Os valores do fósforo também foram acima limites normais nos pacientes ( $5,88 \pm 2,15$ ; Referência: 2,5 a 4,5 mg/dL). O fósforo, juntamente com o cálcio e vitamina D, exerce uma função importante tanto no conteúdo mineral ósseo, quanto na capacidade de modulação energética intramuscular, ambos controlados pela secreção de paratormônio que em nossos achados também encontrava-se alterado ( $636,4 \pm 377,2$ ; Referência: 15 a 68 pg/mL) (OWEN et al., 1993; TAAL et al., 1999; CARRERO et al., 2008; CRUZ et al., 2011). Desta forma, os pacientes deste estudo apresentavam um perfil bioquímico que, segundo a literatura, tem relação com a falta de condicionamento físico, assim como perda da massa muscular (FORBES E BRUINING, 1976; Mitch et al., 1980; OWEN et al., 1993; TAAL et al., 1999; CARRERO et al., 2008; CRUZ et al., 2011; TOYAMA et al., 2010; SUWANT et al., 2011).

Estes fatores somados a grande quantidade de tempo sentados e/ou deitados ao longo da semana podem ter contribuído para a classificação em fisicamente inativo (CRUZ et al., 2011). Ainda, os pacientes avaliados neste estudo apresentavam um tempo sentado por dia na semana de  $394,0 \pm 281,6$  minutos e durante os finais de semana um valor de  $460,0 \pm 350,2$  minutos com um equivalente metabólico de  $1770,179 \pm 1565,306$  EMT-min/semana, o que equivale a um gasto calórico semanal de  $1965,771 \pm 1968,691$  kcal/kg/semana. Estes dados vão ao encontro dos estudos de Figueroa (2014) que encontrou um valor de  $454 \pm 293$  minutos por dia sentado na semana com  $1688 \pm 2250$  EMT-min/semana em pacientes com DRC. Contudo, tanto os nossos achados em relação aos pacientes, quanto aos do estudo de Figueroa (2014) foram inferiores aos valores dos sujeitos controle (EMT-min/semana:  $3170,3 \pm 686,5$  e kcal/kg/semana:  $3328,0 \pm 452,2$ ).

Todos estes fatores levam de alguma forma a alterações intrínsecas musculares que podem contribuir para a atrofia deste tecido. Em um estudo que avaliou o estado nutricional de 115 pacientes com doença renal pré-dialíticas, verificou-se menores valores de massa magra (8 kg a menos) de pacientes com má nutrição (48% da amostra) quando comparados a pacientes não desnutridos. Em adição, uma correlação moderada ( $r=0,70$ ) foi apresentada entre a perda de massa magra e a capacidade de produção de FPM (HEIMBÜRGUER et al., 2000). A FPM por sua vez, tem se demonstrado um potente preditor de estado clínico

independente dos estágios da doença renal, tendo em vista a prevalência de óbitos em estágios pré-dialíticos (CHANG et al., 2011).

O pico de força muscular ao longo do desenvolvimento físico humano encontra-se em torno de 20 a 30 anos de idade, podendo ser inalterado ou ter um decréscimo lento por mais 20 anos (NARICI et al., 2003; AKAGI,2009). Contudo, a partir da sexta década de vida existe uma perda de força máxima gradativa, podendo chegar a um percentual total de 30 a 40% entre 30 e 80 anos de idade (KOMI, 2006). Dentre os fatores que estão envolvidos na redução da força máxima estão a menor quantidade de tecido contrátil e a redução da capacidade de recrutamento neuromuscular (HERZOG; 1988; LIEBER, 2001). A amostra deste estudo encontra-se com um valor médio de idade  $54,1 \pm 14,1$  anos para os pacientes e  $48,3 \pm 15,2$  anos para os sujeitos controle o que os posiciona dentro de um período de preservação ou leve declínio de conteúdo contrátil.

O presente estudo não apresentou nenhuma diferença significativa na FPM entre os grupos. Contudo, quando observado a razão desta força pela espessura muscular do segmento superior, uma menor QM foi encontrada para os pacientes em relação aos sujeitos controle. Isto pode ter ocorrido devido à preservação na capacidade de recrutamento neural do tecido contrátil para os membros superiores, tendo em vista a menor espessura dos músculos do braço dos pacientes quando comparados a sujeitos controle. Além disso, foi observada uma forte associação entre espessura muscular do braço e FPM tanto para os pacientes ( $R=0,780$ ), quanto para os sujeitos controle ( $0,772$ ), o que demonstra que a força foi parcialmente proporcional a quantidade de tecido muscular. Entretanto, cabe ressaltar que a força é produto final de fatores neurais, morfológicos, bioquímicos, dentre outros. Sendo assim, o recrutamento neural dos membros superiores destes pacientes pode ser um possível fator compensador para a manutenção da força deste segmento.

Quando observado a capacidade de produção de força dos extensores de joelho e flexores plantares verificou-se menores valores para os pacientes em relação aos sujeitos controle. Em parte, isso pode ser explicado devido à redução do nível de atividade física destes pacientes e a longos períodos semanais em decúbito, reduzindo o tempo de deambulação. Cabe ressaltar que os músculos extensores da coxa e flexores plantares são antigravitacionais e devido a longos períodos de hemodiálise, os pacientes perdem parcialmente a sua frequência de uso. Assim, a magnitude de perda tecidual é maior devido ao uso reduzido de

regiões corporais de grande função postural e dinâmica. Isto porque, fisiologicamente, a excitabilidade diária do tecido é um fator primordial para a manutenção das propriedades morfológicas e contráteis (GORDON; PATTULLO, 1993; LIEBER, 1991). Assim, os pacientes deste estudo podem ter tido tanto perdas neuromusculares quanto morfológicas. Entretanto, as espessuras do quadríceps e dos flexores plantares também apresentaram associação com a força de suas respectivas articulações, tanto para os pacientes (extensores de joelho:  $r = 0,623$ ; flexores plantares:  $r = 0,586$ ), quanto para os sujeitos controle (extensores de joelho:  $r = 0,605$ ; flexores plantares:  $r = 0,642$ ). Desta forma, para os membros inferiores, possivelmente os outros fatores responsáveis pela produção de força além da espessura muscular, não tiveram uma colaboração tão eficiente quanto à dos membros superiores. Desta forma, observa-se que apesar da espessura muscular dos pacientes apresentar menores valores em todas as regiões avaliadas, a preservação na capacidade de produção de força entre membros superiores e inferiores antigravitacionais diferem entre grupos.

#### **4.6 CONCLUSÃO**

Por meio dos resultados deste estudo foi possível observar que pacientes com DRC em tratamento com HD apresentam um perfil bioquímico e inatividade física que colaboram para uma desfavorável manutenção da massa muscular. Assim, conclui-se pontualmente que os pacientes do presente estudo apresentam os seguintes aspectos quando comparados a sujeitos controle:

- 1) Menor nível de atividade física;
- 2) Maior tempo despendido sentado durante a semana e o final de semana;
- 3) Nenhuma diferença na FPM em relação aos sujeitos controle;
- 4) Menor capacidade de força máxima dos extensores de joelho e flexores plantares;
- 5) Menor espessura muscular dos flexores e extensores de cotovelo, dos extensores de joelho e dos flexores plantares.
- 6) Menor qualidade muscular dos membros superiores, extensores de joelho e flexores plantares.

## 5 CAPÍTULO 2

### ***Influência das propriedades neuromecânicas e morfológicas dos membros inferiores sob o desempenho do TC6' de pacientes em terapia renal substitutiva***

#### **5.1 INTRODUÇÃO**

Pacientes com DRC que realizam HD apresentam uma relação entre a desnutrição e a imobilidade, sendo que tais fatores podem influenciar a perda da massa muscular e da capacidade funcional (JOHANSEN et al., 2000; OLIVEIRA & ROMÃO, 2005; OLIVEIRA, 2009; HALL, et al., 2012). A redução do conteúdo contrátil está intimamente associada à fraqueza muscular a qual tem sido apontada como a principal comorbidade decorrente de doenças crônicas, sendo uma potente preditora de mortalidade, independente da doença de origem (MARQUIS et al., 2002; SHORT et al., 2005).

Em pacientes com DRC, a fraqueza muscular tem sido associada a perda de força por unidade de área tecidual (força específica), distúrbios no sistema nervoso central, acidose intramuscular, alterações morfológicas ou a combinação de todos estes fatores (CAMPISTOL, 2002; IKZLER, 2006). Em decorrência disto, consequências negativas na qualidade de vida e capacidade funcional para habilidades motoras diárias são evidenciadas nestes pacientes (CRUZ et al., 2011).

A marcha é um dos principais movimentos funcionais, tendo em vista que a sua piora diminui a capacidade de trabalho físico diário e aumenta a dependência em doentes crônicos (AFILALO et al., 2010; CRUZ et al., 2011; LIU et al., 2014). Além disso, a redução da velocidade da marcha é considerada um preditor de mortalidade entre idosos submetidos a cirurgia cardíaca, por exemplo (AFILALO et al., 2010).

Em adição, a redução da capacidade de produção de força rápida, bem como o atraso eletromecânico de musculaturas de membros inferiores, tem sido reportado como dois fatores importantes que também influenciam negativamente na marcha (LAROCHE et al., 2009). A partir de um estudo em idosos com histórico de quedas, foi possível observar que variáveis como aumento do atraso eletromecânico e a redução da capacidade de força máxima, da taxa de produção de força e do impulso

dos flexores dorsais e flexores plantares foram menores quando comparados a idosos sem histórico de quedas (LAROUCHE et al., 2010). Já, em pacientes com DRC foi observado associação entre a fraqueza dos músculos extensores da coxa ( $r = 0,478$ ) e da massa corporal ( $0,617$ ) com a redução da velocidade da marcha (BOHONNAN et al., 1994).

Ainda, de forma paralela aos fatores neuromecânicos, alterações na morfologia do tecido muscular também podem contribuir no desempenho de gestos funcionais em doentes crônicos (JOHANSEN, 2005). Neste sentido, a literatura demonstra que pacientes com doença cardíaca apresentam menor área de secção transversa fisiológica e volume muscular dos flexores plantares (25%), quando comparados a sujeitos normais. Em virtude disso, uma forte correlação positiva com o volume do sóleo e o pico de volume de oxigênio ( $VO_2max$ ) é observada (PANIZZOLO et al., 2014). Em relação a doentes renais foi observado que altos níveis séricos de cistatina C, proteína de baixo peso molecular e facilmente filtrada no rim, está associada a alterações do índice de massa corporal, em particular na redução de tecido conectivo e da massa muscular, sendo que estes fatores também associam-se significativamente com a diminuição da velocidade da marcha (LIU et al, 2014).

Sendo assim, observa-se que fatores neuromecânicos e morfológicos musculares tanto de idosos, quanto de doentes crônicos influenciam no padrão da marcha. Contudo, poucos são os estudos com enfoque na avaliação das propriedades neuromecânicas e da arquitetura muscular em pacientes com DRC, associadas ao desempenho na marcha.

Desta forma, este capítulo tem como objetivos avaliar e comparar o comportamento neuromecânico e morfofuncional dos membros inferiores de doentes renais crônicos e sujeitos controle, bem como verificar a influência destes parâmetros sob o teste da caminhada de seis minutos.

## **5.2 MÉTODOS**

### **5.2.1 Procedimento das avaliações**

#### **5.2.1.1 Variáveis biomecânicas e equipamentos**

Para a análise da força dos extensores de joelho e flexores plantares foi utilizado uma célula de carga HBM do Brasil acoplada a uma cadeira confeccionada para este estudo. Concomitante a avaliação da força, foi realizado o registro da atividade eletromiográfica por meio de um sistema de eletromiografia (*EMG*) de 8 canais (Miotool- Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda), e pares de eletrodos de superfície passivos (Ag/AgCl, Meditrace-100, diâmetro de dois centímetros, Kendall, Canadá). Todos os procedimentos de processamento dos sinais biológicos (Força e *EMG*) para a obtenção e análise das variáveis do estudo foram desenvolvidos por meio de rotinas matemáticas em plataforma Matlab® (Mathworks, USA).

#### **5.2.1.2 Procedimento para avaliação da ativação elétrica muscular (AE)**

Antes da colocação dos eletrodos, a impedância elétrica da pele foi reduzida pela raspagem dos pelos, seguido de limpeza com algodão embebido em álcool, a fim de remover as células mortas e a oleosidade no local do posicionamento. A seguir, os eletrodos foram fixados na pele e uma leve pressão foi aplicada sobre eles para aumentar o contato entre o gel do eletrodo e a pele. Os eletrodos foram colocados sobre o ventre muscular, paralelo às fibras musculares, distantes 2 cm centro a centro.

#### **5.2.1.3 Posicionamento dos eletrodos**

O posicionamento dos eletrodos foram realizados conforme as normas da SENIAM (2009). Para a musculatura do vasto lateral (VL), o eletrodo foi posicionado a aproximadamente 2/3 sobre a linha formada entre a espinha ilíaca ântero-superior e a borda lateral da patela; para o reto femural (RF) os eletrodos foram posicionados

a 50% na linha entre a espinha íliaca ântero-superior e a parte superior da patela; para o vasto medial (VM) os eletrodos foram posicionados a 70% na linha entre a espinha íliaca ântero-superior e a parte superior da patela. Já para o bíceps femural (BF), os eletrodos foram posicionados posteriormente e a 50% da linha entre a espinha íliaca ântero-superior e a parte superior da patela. Em relação ao gastrocnêmio medial (GM) e tibial anterior (TA), os eletrodos foram posicionados a 30% da fenda cômulo-tibial até o maléolo lateral.

Os sinais eletromiográficos foram digitalizados com uma frequência de 2000 Hz por canal e posteriormente armazenados em um computador para uma subsequente análise.

#### **5.2.1.4 Avaliação da força dos extensores do joelho e flexores plantares**

Os procedimentos de coletas de força dos extensores de joelho e flexores plantares, assim como a forma de processamento da força destas articulações foram organizados conforme capítulo 1.

#### **5.2.1.5 Avaliação da taxa de produção de força (TPF)**

A curva de maior força foi selecionada para a análise da taxa de produção de força (TPF), pela razão entre a variação da força em relação ao tempo (Força/tempo), iniciando em zero milissegundo (ms) até faixas de variação de 0-15ms, 0-30ms, 0-75ms, 0-100ms, 0-150ms, 0-200ms, 0-250ms, 0-300ms, 0-350ms, 0-400ms, 0-450ms e no pico da força (AAGAARD, 2002; LAROCHE, 2009; LAROCHE, 2011).

#### **5.2.1.6 Processamento da atividade eletromiográfica**

Para a correção do “*offset*” do sinal eletromiográfico, foi realizado o ajuste da linha de base. Em seguida, os sinais passaram por um filtro passa-banda com frequências de corte entre 20 Hz e 500 Hz. Valores de *root mean square* (RMS) da atividade elétrica das musculaturas foram calculados durante a CVMi por meio de

uma janela truncada de 1ms. Em seguida os sinais foram normalizados pelos os valores máximos eletromiográficos obtidos no mesmo instante do ponto máximo do platô de força. O início da ativação muscular foi determinado automaticamente sendo estabelecido quando o sinal EMG filtrado assumia valores superiores a três a sete vezes o desvio padrão da média do sinal referente à linha de base (CORREIA, 2000).

### **5.2.1.7 Cálculo da Eficiência Neuromuscular**

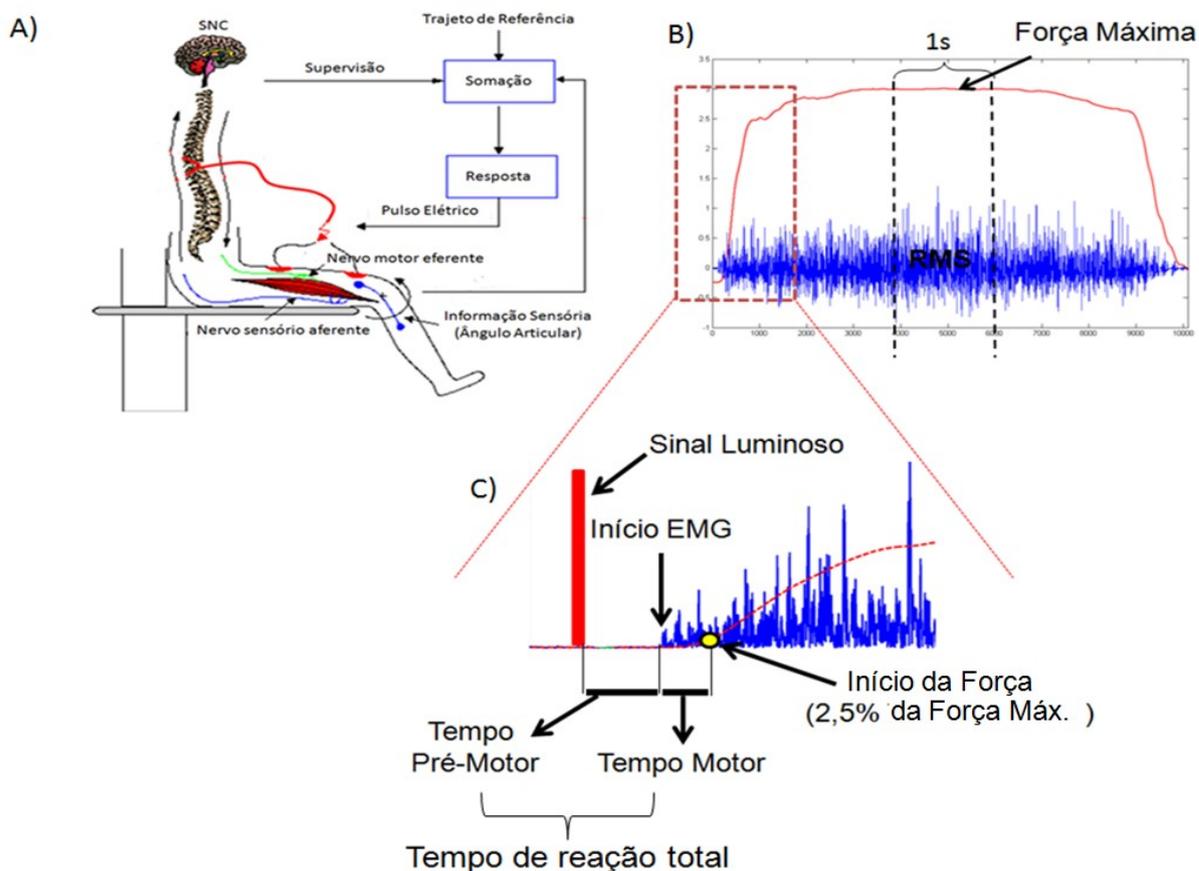
**Extensores de joelho:** A eficiência neuromuscular dos extensores de joelho foi calculada por meio da razão entre a força de extensão da coxa e o somatório da atividade eletromiográfica dos músculos extensores da coxa (VL, RF, VM) nas faixas de variação de 0-15ms, 0-30ms, 0-75ms, 0-100ms, 0-150ms, 0-200ms, 0-250ms, 0-300ms, 0-350ms, 0-400ms, 0-450ms e no pico de força (LEMOS et al., 2008).

**Flexores plantares:** A eficiência neuromuscular dos flexores plantares foi calculada por meio da razão entre a força de flexão plantar do tornozelo e o somatório da atividade eletromiográfica do músculo gastrocnêmio medial nas faixas de variação de 0-15ms, 0-30ms, 0-75ms, 0-100ms, 0-150ms, 0-200ms, 0-250ms, 0-300ms, 0-350ms, 0-400ms, 0-450ms e no pico de força (LEMOS et al., 2008).

### **5.2.1.8 Procedimento para a avaliação do tempo de reação total (TRT)**

Para avaliação do tempo de reação total (TRT), primeiramente, um sinal luminoso foi registrado de forma sincronizada com o sinal eletromiográfico e de força. Para ocorrer confiabilidade dos dados de TRT e TPF durante a CVMI, os indivíduos foram familiarizados e instruídos a realizar força máxima o mais rápido possível após o sinal luminoso. Após, o TRT foi definido como o tempo entre o registro do estímulo visual e o registro do início da produção de força, sendo este dividido em: (1) Tempo pré-motor (TPM), que é definido como o tempo entre o registro do estímulo visual e o início do registro do sinal EMG. O TPM é utilizado para representar a quantidade de tempo necessário para que o Sistema Nervoso

Central (SNC) processe o sinal visual até que ocorra a chegada de estimulação neural na placa motora do músculo. (2) Tempo motor (TM), definido como o tempo entre o registro da chegada de estimulação neural na placa motora do músculo e o início do registro do desenvolvimento da força articular (2,5% da força máxima) (Figura 6). O TM representa o tempo de acoplamento excitação-contração muscular (LAROCHE, 2007).



**Figura 6.** A) Representação esquemática do processamento neural para realização de uma contração voluntária máxima isométrica (CVMi). B) CVMi e avaliação do "roots mean square" (RMS) na força máxima. C) Representação esquemática do tempo de reação total e suas subdivisões.

### 5.2.1.9 Arquitetura Muscular

Para a avaliação da arquitetura muscular por meio de ecografia os sujeitos foram posicionados deitados em decúbito dorsal. Foram obtidas imagens longitudinais dos fascículos de fibras dos músculos vasto lateral, gastrocnêmio medial, sóleo e tibial anterior. Todos os parâmetros da arquitetura muscular utilizados foram avaliados com os segmentos articulares em repouso. Aspectos relacionados à arquitetura muscular como comprimento dos fascículos, ângulo de penação e espessura muscular foram avaliados. A figura 7 abaixo exemplifica a metodologia de análise das imagens (LIEBER, 2001).



$$b = \text{altura} / \text{seno} (\alpha)$$

$$\text{Cf} = a + b$$

**Figura 7.** Exemplo de arquitetura muscular do vasto lateral. **a:** comprimento do fascículo muscular imageado; **b:** parte do comprimento do fascículo muscular estimado; **Cf:** comprimento total do fascículo muscular estimado. **Altura:** distância vertical entre o fascículo imageado e a aponeurose superior muscular; **α:** ângulo de penação das fibras musculares entre o fascículo imageado e a aponeurose inferior.

### 5.2.1.10 Teste de caminhada de seis minutos (TC6')

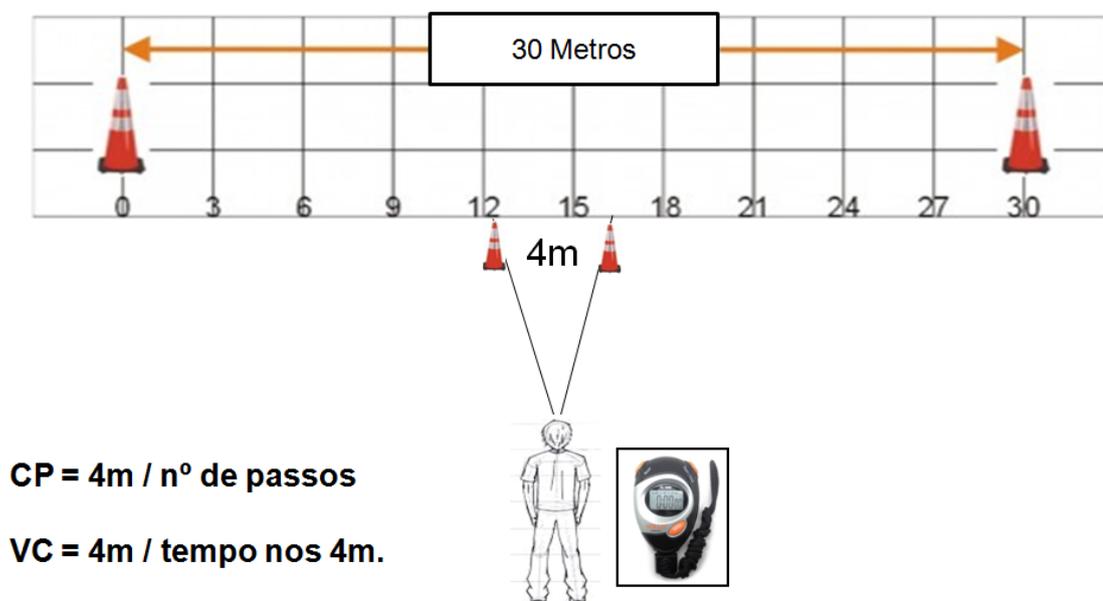
A capacidade funcional dos pacientes foi avaliada por meio do Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6) que constitui-se em uma adaptação do teste introduzido por Kenneth Cooper em 1968, com a finalidade de determinar a relação entre a aptidão física e o consumo máximo de oxigênio. O teste é baseado em uma atividade rotineira de fácil aceitação pelos pacientes: a caminhada (ATS, 2002).

**Execução do teste:** Foi verificada a distância percorrida pelo avaliado dentro de um período de seis minutos, em terreno plano, com uma distância mínima de 30 metros

de corredor, com a utilização de estímulo verbal padronizado. Durante o teste, o avaliador caminhou um pouco atrás do paciente, o qual foi monitorado durante todo o período pelo freqüencímetro cardíaco. Em adição, o paciente foi estimulado verbalmente a cada minuto transcorrido, para prosseguir a caminhada. Na presença de cansaço, é permitido diminuir o ritmo da caminhada, ou até mesmo parar, sendo que neste último caso o cronômetro não foi parado até completar o tempo de seis minutos. A cada minuto do teste, a frequência cardíaca (FC), a frequência de passada (FP) e o tempo de passada (TP) foram verificados em um espaço de quatro metros (4m), como demonstra a figura 8. Todos os procedimentos utilizados no teste seguiram as normas estabelecidas pela *American Toracic Society* (ATS, 2002). Após foi calculado o valor predito, com base no sexo, peso, altura e idade dos sujeitos, como demonstra as equações abaixo.

**Equação 1.** Homens: Distância do TC6' (metros):  $(7,57 \times \text{altura}) - (5,02 \times \text{idade}) - (1,76 - \text{peso kg}) - 309$  metros.

**Equação 2.** Mulheres: Distância do TC6' (metros):  $(2,11 \times \text{altura}) - (2,29 \times \text{peso kg}) - (5,78 \times \text{idade}) + 667$  metros.



**Figura 8.** Representação esquemática do ambiente de avaliação do TC6'. CP= comprimento do passo; VC= velocidade de caminhada.

### 5.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

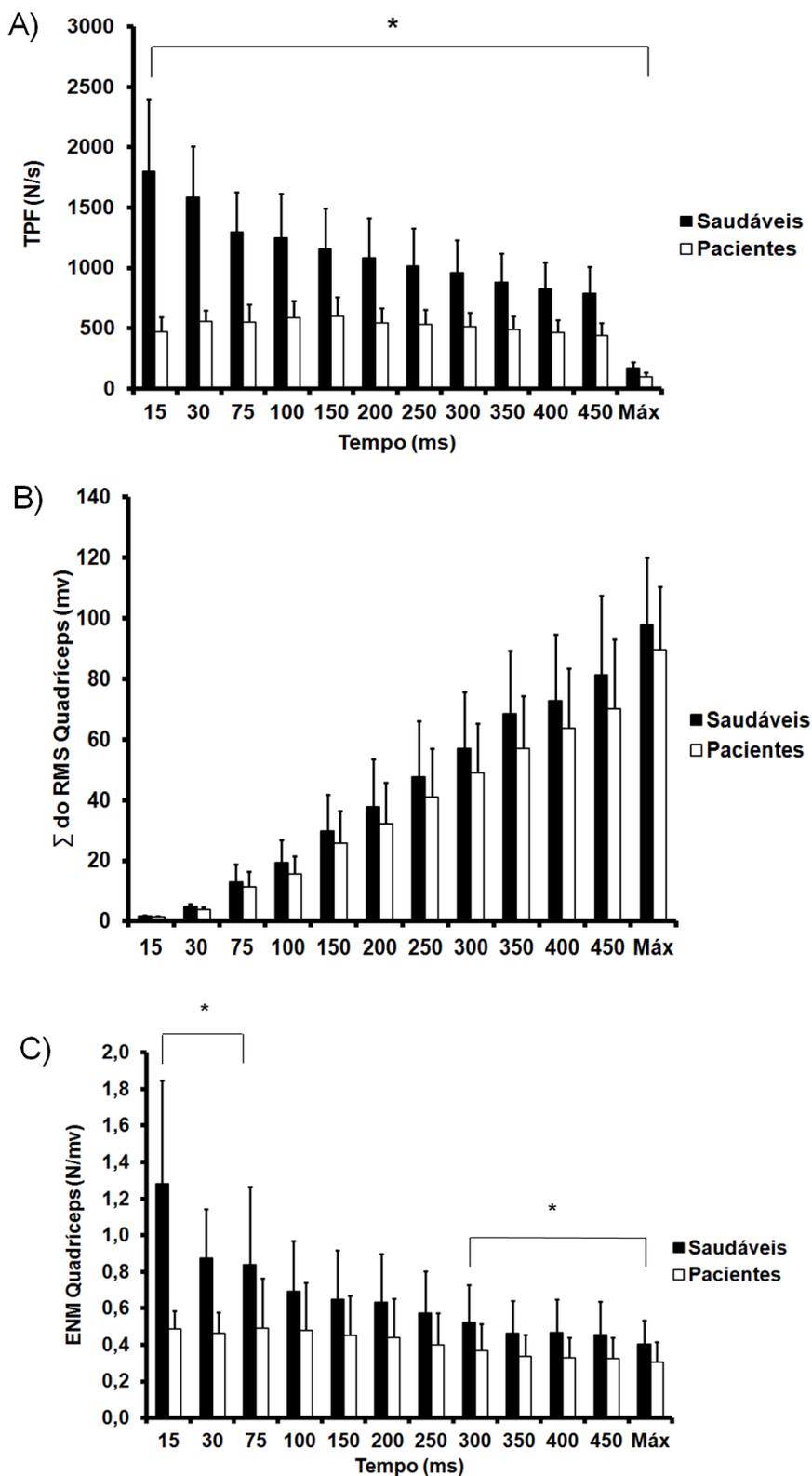
Os testes de Shapiro-wilk e Levene foram utilizados na verificação da normalidade e homogeneidade dos dados. Análise descritiva (média e desvio padrão) foi usada na descrição e caracterização dos dados. O teste T independente foi utilizado para comparação entre os grupos das variáveis neuromecânicas dos extensores de joelho e dos flexores plantares como: força máxima articular, ativação máxima, tempo pré-motor, tempo motor, tempo de reação total da ativação das musculaturas, comprimento de passo, velocidade de caminhada e distância percorrida no TC6'. O teste T independente também foi utilizado na comparação das variáveis morfofuncionais como: comprimento do fascículo, ângulo de penetração e espessura muscular dos músculos vasto lateral, gastrocnêmio medial, sóleo e tibial anterior.

Uma Anova Two Way, com *post hoc* de Bonferroni, foi utilizada para verificar a existência de diferenças e interação entre os grupos para as variáveis frequência cardíaca, comprimento de passo e velocidade de caminhada no TC6'. O mesmo teste foi utilizado para analisar a taxa de produção de força, atividade eletromiográfica e a eficiência neuromuscular dos extensores de joelho e flexores plantares nas faixas de variação do tempo entre 0-15ms, 0-30ms, 0-75ms, 0-100ms, 0-150ms, 0-200ms, 0-250ms, 0-300ms, 0-350ms, 0-400ms, 0-450ms e no pico de força durante uma CVMi.

Por fim, regressões lineares simples foram utilizadas para verificar a influência de preditores neuromusculares e morfológicos sob o predito distância percorrida no TC6': 1) Preditores neuromusculares de ativação: tempo pré-motor, tempo motor e tempo de reação total dos extensores de joelho, do gastrocnêmio e do tibial anterior; 2) Preditores neuromusculares de força: Taxa de produção de força em 30ms, 100ms e 450ms dos extensores de joelho e dos flexores plantares; 3) Preditores morfofuncionais: Comprimento de fascículo relativo e ângulo de penetração do vasto lateral, gastrocnêmio medial, sóleo e tibial anterior. Ainda, neste modelo, um coeficiente de determinação ( $r^2$ ) foi utilizado para observar o quanto a variável predita é explicada pela preditora. O nível de significância adotado foi  $\alpha = 0,05$ . (DANCEY e REIDY, 2008).

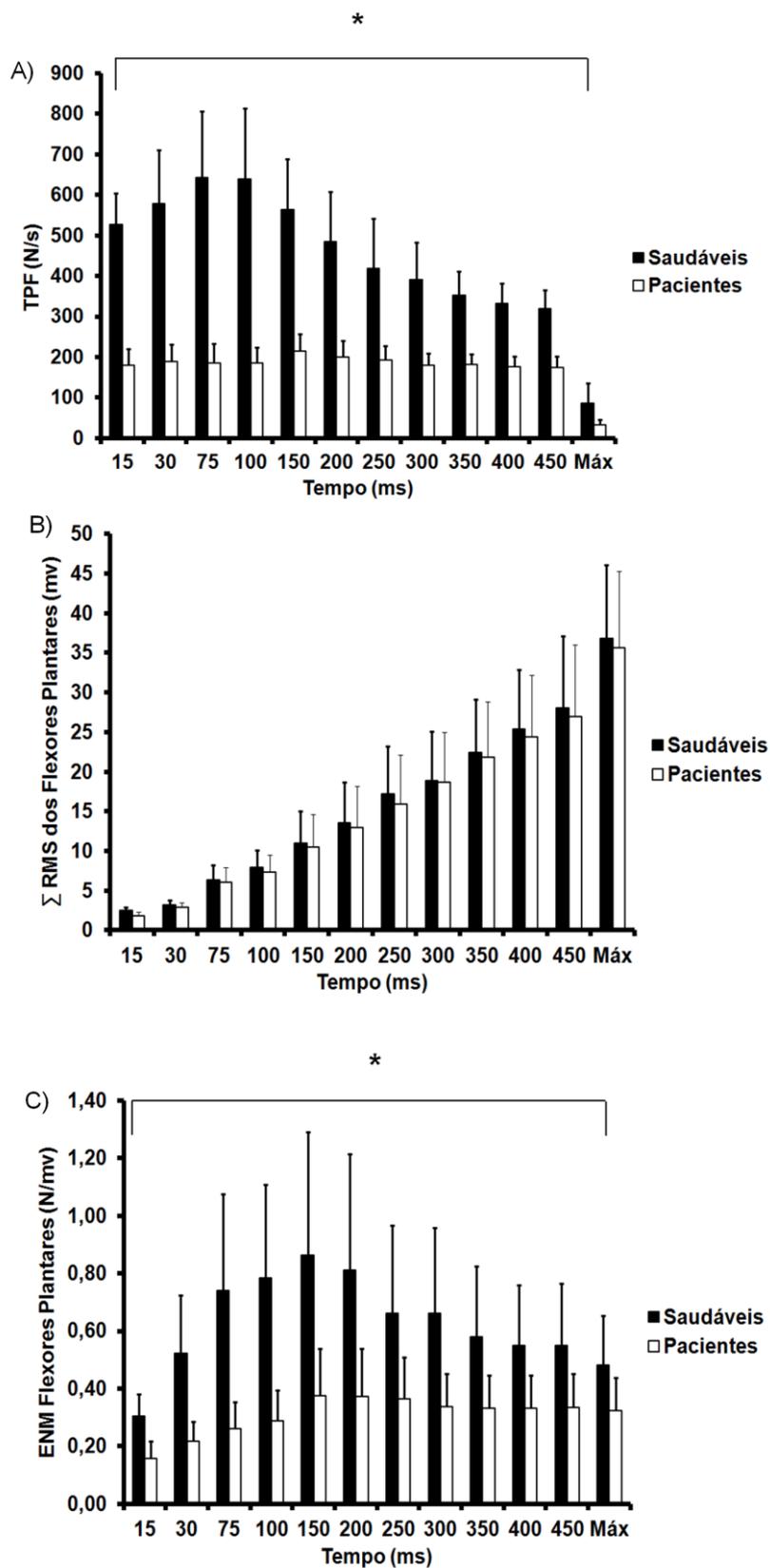
## 5.4 RESULTADOS

Em relação ao valores de TPF, a ANOVA demonstrou uma interação entre os grupos e a TPF ( $F=21,560$ ,  $p = 0,002$ ). Ao testar a hipótese por testes T independentes foi observado que a TPF dos pacientes é significativamente inferior em todos os tempos, como demonstrado na Figura 9-A ( $p<0,01$  para todos os períodos). Já em relação à atividade eletromiográfica nenhuma interação entre os grupos e a ativação foi encontrada ( $F=1,860$ ,  $p = 0,19$ ) (Figura 9-B). Para a ENM dos extensores de joelho foi encontrada interação entre grupos e ENM ( $F=13,95$ ,  $p = 0,001$ ) (Figura 9-C) e quando testado a hipótese por testes T independentes, foi verificado redução significativa nos períodos iniciais (0-15ms, 0-30ms, 0-75ms) e no final da curva de ENM (0-300ms, 0-350ms, 0-400ms, 0-450ms, 0-máx) para os pacientes em relação ao grupo controle, sendo que todos apresentaram um valor de  $p<0,01$ .



**Figura 9:** Gráficos de médias e desvio padrão do comportamento neuromuscular dos Extensores de joelho entre os grupos. A) Taxa de Produção de Força (TPF); B) Percentual do somatório eletromiográfico dos músculos do quadríceps em relação à ativação máxima; C) Eficiência neuromuscular do quadríceps. \* = valores de significância com  $p < 0,005$

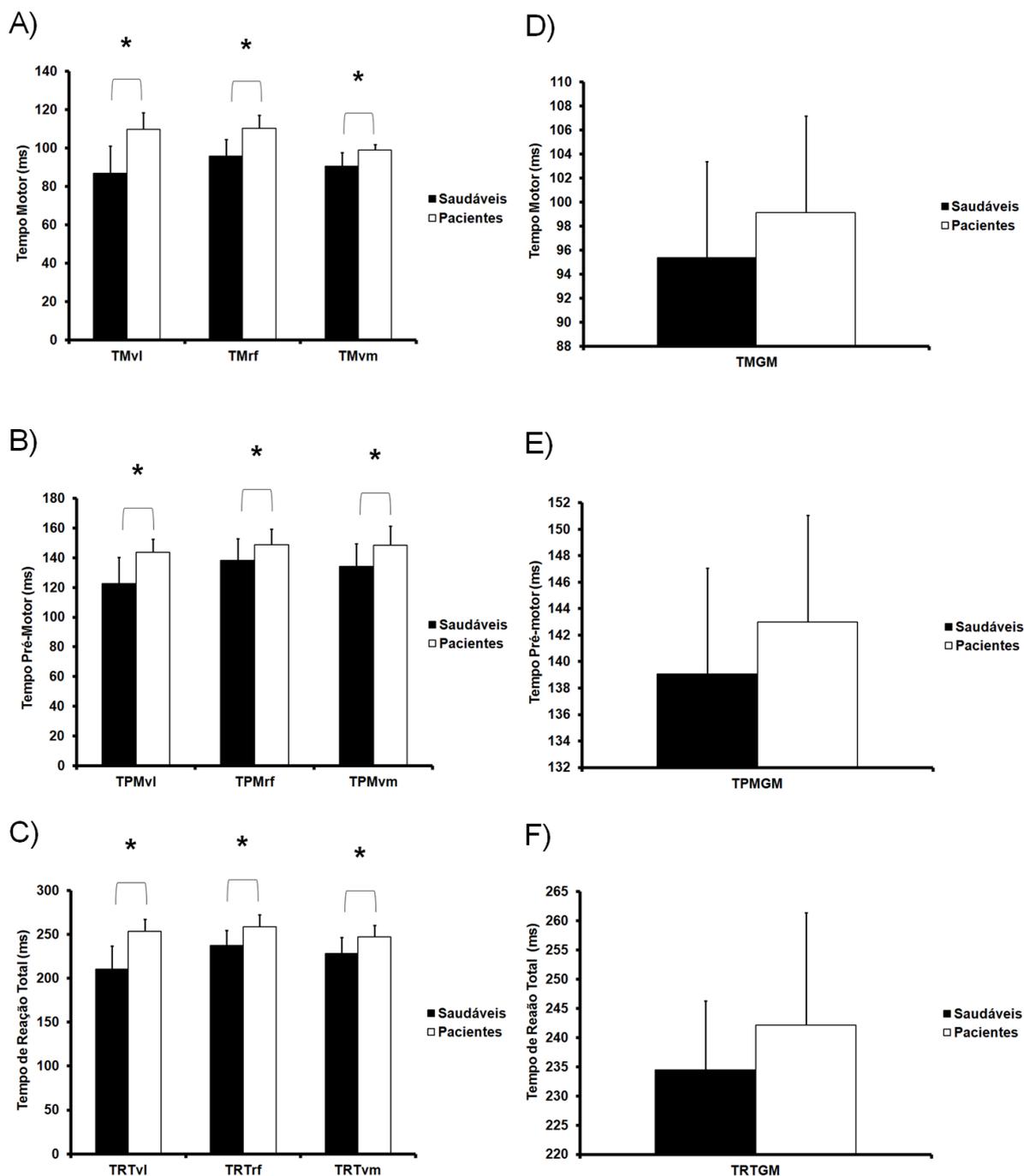
Quando observado a TPF dos flexores plantares, também foi encontrada interação entre grupo e TPF ( $F=38,66$ ,  $p = 0,01$ ) e na avaliação de forma independente entre os grupos foram observados menores valores de TPF dos FP para os pacientes em relação ao grupo controle ( $p<0,01$  em todos os períodos), como demonstra a Figura 10-A. Para os valores da ativação do GM não foi observada interação entre grupo e ativação ( $F=0,912$ ,  $p = 0,53$ ), (Figura 10-B). Já para a ENM dos flexores plantares uma interação entre grupo e ENM foi observada ( $F=19,356$ ,  $p = 0,001$ ) e quando avaliada as médias de forma independente entre os grupos verificou-se menor ENM dos pacientes em relação ao grupo controle ( $p<0,01$  em todos os períodos) (Figura 10-C).



**Figura 10:** Gráficos de médias e desvio padrão do comportamento neuromuscular dos flexores plantares entre os grupos. A) Taxa de Produção de Força (TPF); B) Percentual do somatório eletromiográfico do músculo gastrocnêmio em relação à ativação máxima; C) Eficiência neuromuscular do gastrocnêmio. \* = valores de significância com  $p < 0,005$

A análise do TPM das musculaturas do joelho demonstrou menores valores para o VL ( $p = 0,002$ ), RF ( $p = 0,001$ ) e VM ( $p = 0,002$ ) nos sujeitos controle (Figura 11-A). O mesmo comportamento foi observado no TM do VL ( $p = 0,001$ ), RF ( $p = 0,001$ ) e VM ( $p = 0,003$ ) (Figura 11-B). Quando comparado os valores do TRT entre os grupos, foi possível observar que os sujeitos controle apresentaram menores valores para o VL ( $p = 0,001$ ), RF ( $p = 0,001$ ) e VM ( $p = 0,001$ ) (Figura 11-C).

Em relação ao tornozelo, nenhuma diferença foi observada no TPM ( $p=0,216$ ), assim como no TM ( $p = 0,417$ ) do GM (Figura 11 D e 11 E, respectivamente). Além disso, quando observados os valores de TRT do GM, nenhuma diferença significativa foi verificada entre os sujeitos controle e o grupo controle ( $p=0,73$ ) (Figura 11 F).



**Figura 11:** Gráficos de médias e desvio padrão do Tempo de Reação Total dos extensores de joelho e dos flexores plantares entre os grupos. A) Tempo Pré-Motor dos extensores de joelho; B) Tempo Motor dos extensores de joelho; C) Tempo de Reação Total dos extensores de joelho; D) Tempo Pré-Motor do gastrocnêmio; E) Tempo Motor do gastrocnêmio e F) Tempo de Reação Total do gastrocnêmio. MS: milissegundos; TPM: tempo pré-motor; TM: tempo motor; TRT: tempo de reação total. \* = valores de significância com  $p < 0,05$ .

Em relação à análise de imagens, primeiramente, foi observado que os coeficientes de confiabilidade para parâmetros CF, AP, EM demonstraram níveis elevados, com o ICC variando de 0,96 a 0,98.

Na comparação dos parâmetros de arquitetura entre os grupos, foi observada significativa menor espessura para os pacientes em relação ao grupo controle para o vasto lateral ( $p = 0,001$ ), no comprimento de fascículo relativo do gastrocnêmio medial ( $p = 0,003$ ), no comprimento de fascículo relativo do sóleo ( $p = 0,001$ ), no comprimento de fascículo absoluto do sóleo ( $p = 0,001$ ), na espessura do sóleo ( $p = 0,001$ ) e na espessura do tibial anterior ( $p = 0,001$ ), como demonstra a tabela 8 abaixo.

**Tabela 8: Médias e desvio padrão da arquitetura muscular do membro inferior dominante entre os grupos.**

<i>Arquitetura Muscular</i>	<i>Pacientes</i>	<i>Controle</i>	<i>p</i>
<b>CFR VL</b>	0,17±0,03	0,19±0,02	0,21
<b>CFA VL</b>	7,22±0,53	7,89±1,06	0,20
<b>AP VL</b>	15,02±2,29	15,56±2,22	0,43
<b>EP VL</b>	2,15±0,29	2,89±0,37	0,00*
<b>CFR GM</b>	0,11±0,02	0,13±0,02	0,00*
<b>CFA GM</b>	4,12±0,42	4,66±0,64	0,16
<b>AP GM</b>	16,97±4,42	18,49±2,75	0,32
<b>EP GM</b>	2,09±0,22	2,07±0,47	0,23
<b>CFR SOL</b>	0,12±0,03	0,20±0,00	0,00*
<b>CFA SOL</b>	4,82±1,38	7,87±0,94	0,00*
<b>AP SOL</b>	15,97±4,34	17,53±2,70	0,21
<b>EP SOL</b>	1,32±0,24	1,87±0,28	0,02*
<b>CFR TA</b>	0,21±0,03	0,25±0,03	0,27
<b>CFA TA</b>	8,03±0,41	8,89±1,85	0,62
<b>AP TA</b>	12,97±5,80	15,82±3,74	0,11
<b>EP TA</b>	1,59±0,23	2,29±0,25	0,00*

CFR: comprimento de fascículo relativo ao comprimento da coxa e tibia; CFA: comprimento de fascículo absoluto; AP: ângulo de penação; EP: espessura muscular; VL: vasto lateral; GM: gastrocnêmio medial; SOL: sóleo; TA: tibial anterior, nível de significância =  $p < 0,05$ .

Para os valores preditos do TC6' não foram verificadas diferenças entre os grupos ( $p = 0,18$ ), contudo, os pacientes apresentaram um desempenho inferior na distância percorrida, quando comparados aos sujeitos controle ( $p = 0,001$ ) (Tabela 9).

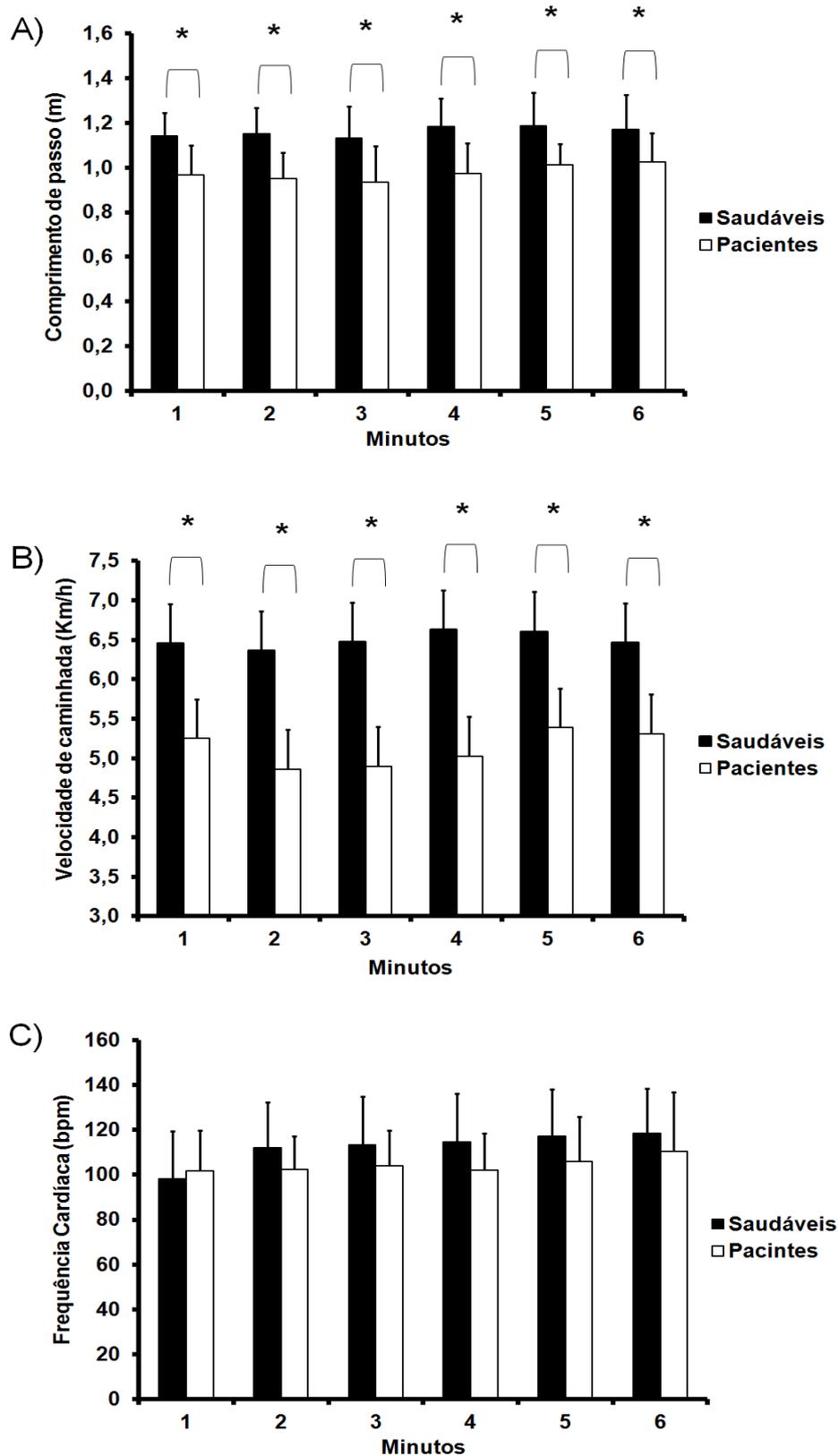
**Tabela 9. Valores de média e desvio padrão da distância percorrida do TC6' obtido e predito.**

<b>Variáveis</b>	Pacientes	Controle	p
<b>TC6' Predito (metros)</b>	660,9±178,9	603,3±99,6	0,180
<b>TC6' Obtido (metros)</b>	409,9±140,8	587,6±75,3	0,001
<b>% TC6' do predito</b>	51,5±46,9	99,7±20,2	0,001

Quando avaliado os padrões cinemáticos de ambos os grupos durante o TC6', foi encontrado menores valores significativos do CP para os pacientes em relação ao grupo controle ( $F(5, 12)=31,50$ ,  $p<0,01$ ). Além disso, também foi observado uma variação do CP ao longo do tempo para ambos os grupos ( $F(5,12)=3,46$ ,  $p<0,01$ ). Entretanto, não foi encontrada interação entre os fatores grupo e CP ( $F(5,12)=0,88$ ,  $p=0,49$ ), como demonstra a Figura 12-A.

Já, em relação à velocidade de caminhada, foi identificado menores valores para os pacientes em relação ao grupo controle ( $F(5,12)=34,88$ ,  $p<0,01$ ), porém não foi significativa a diferença entre comportamento da velocidade ao longo do tempo ( $F(5,12)=2,25$ ,  $p=0,05$ ), como demonstra a Figura 12-B.

Além disso, durante o TC6', não houve diferença significativa entre as FC iniciais ( $p=0,19$ ) e FC finais ( $p=0,19$ ) entre os grupos. Este comportamento manteve-se para a FC ao longo do teste conforme foi mostrado na ANOVA *Two Way* ( $F=1,21$ ,  $p=0,28$ ). Entretanto, foi observado variação da FC ao longo do tempo nos grupos ( $F=8,69$ ,  $p<0,01$ ), como demonstra a Figura 12-C.



**Figura 12.** Gráficos de médias e desvio padrão da FC: Frequência Cardíaca; CP: Comprimento do passo; Vel: Velocidade; Km/h: quilômetro por hora; bpm: Batimentos por minuto. \* =  $p < 0,003$ .

Em relação à influência dos parâmetros neuromusculares sob o desempenho no TC6', foi possível postular apenas uma regressão linear para os pacientes. Foi observado para o CFrelativo do GM ( $p = 0,001$ ) uma influência de 52,5% por meio de uma associação positiva desta variável com a DP no TC6' (Tabela 10). Desta forma, para cada aumento de um desvio padrão do comprimento do fascículo, a distância percorrida aumenta pouco mais da metade de seu desvio padrão (0,525). Já para grupo de sujeitos controle, nenhuma das variáveis neuromecânicas e morfológicas foram preditoras significativas no desempenho no TC6'.

**Tabela 10. Fatores neuromecânicos e morfológicos musculares que influenciam na distância percorrida no TC6' nos pacientes.**

Modelo Linear	Coeficientes		Coeficientes Padronizados	Coeficientes Padronizados <sup>2</sup>	t	p
	B	Erro	Beta			
Pacientes (Constante)	170,181	68,359			2,49	0,02
CFRGM	2575,646	631,978	0,725	0,525	4,07	0,001

Variável Dependente: TC6'. CFRGM: Comprimento do fascículo do gastrocnêmio medial.  $p < 0,05$

## 5.5 DISCUSSÃO

O principal achado deste capítulo foi demonstrar que os grupos diferem em relação a propriedades neuromusculares e morfológicas. Entretanto, somente entre os pacientes foi observada influência destas propriedades no desempenho do TC6'.

Primeiramente, cabe ressaltar que, à TPF reflete a habilidade de desenvolver força rápida na articulação e está associada a fatores neurais, morfológicos e bioquímicos intrínsecos musculares. Neste estudo, foi observado que, tanto para os extensores de joelho, quanto para os flexores plantares os pacientes apresentaram menores valores da TPF, quando comparados a sujeitos controle. Tendo em vista que, estes pacientes apresentaram o mesmo nível de ativação muscular dentro da curva força-tempo, comparados a sujeitos controle acredita-se que um dos fatores que possa estar colaborando para menor TPF são as limitações intrínsecas musculares.

Além disso, a menor ENM (Força/EMG) indica que, para um mesmo nível de força, os pacientes precisam ativar mais a musculatura, quando comparados a

sujeitos controle. Assim, observa-se que os grupos adotam distintas estratégias neuromotoras para a geração da força (LEMOS, et al., 2008).

Em relação aos extensores de joelho, os pacientes apresentaram menores ENM nos períodos iniciais (0-75ms) e finais (300-máx) da curva força-tempo. Acredita-se que os períodos iniciais da curva força-tempo possam estar sofrendo influência de um maior TRT das musculaturas extensoras do joelho, principalmente no que tange o TM (atraso eletromecânico). Devido a menor produção de força em função de um atraso eletromecânico, é possível que os pacientes aumentem a magnitude de sua ativação igualando aos sujeitos controle, o que gera menor ENM nos períodos iniciais.

Conforme a força articular aumenta (75-300ms), a diferença na ENM entre os grupos não é mais percebida. Entretanto, possivelmente devido a fatores intrínsecos musculares associados a menor quantidade de conteúdo contrátil, a TPF é mais lenta nos pacientes com DRC em toda a curva força-tempo. Assim, percebe-se que os pacientes alcançam menor força máxima, comparados a sujeitos controle, mesmo com altos níveis de ativação como mecanismo compensatório.

Referente ao metabolismo intramuscular de doentes renais, a literatura reporta limitações que possam alterar a capacidade de produção de força máxima. Primeiramente, nos estudos de Kouidi et al. (1998) foi evidenciado, por meio de avaliação morfométrica do vasto lateral de doentes renais, que ambos os tipos de fibras musculares apresentavam atrofia em relação a área média da amostra do tecido de cada tipo de fibra (tecido contrátil somado a tecido não contrátil). Contudo, as fibras rápidas apresentavam um percentual de  $45,4 \pm 18,9\%$  da área total da amostra de seu tecido, enquanto as fibras lentas apresentavam  $54,6 \pm 18,9\%$ . Além disso, por análise histoquímica, os autores observaram uma razão de fibras lentas por fibras rápidas em uma proporção de 1:1, sendo que o padrão de normalidade segundo os autores é de 1:2. Ou seja, pacientes com DRC demonstram maiores prejuízos em relação a fibras de contração rápida, quando comparadas as lentas.

Ainda dentro desta linha de pesquisa, Dourazard et al., (1993), por meio da espectroscopia de ressonância magnética nuclear após um protocolo de exercícios exaustivos, observaram que os pacientes renais, em comparação a sujeitos controle, apresentavam maior taxa de redução de pH intramuscular, assim como menor capacidade de recuperação deste pH e da fosfocreatina.

Além disso, doentes renais crônicos apresentam alterações nas estruturas mitocondriais intramusculares, reduzindo assim, a capacidade de manipulação de energia deste tecido (JOHANSEN et al., 2005). Juntamente a isto, também existe uma dificuldade de ressíntese de creatina fosfato, fazendo com que ocorra um aumento da razão entre fosfato inorgânico/creatina fosfato, gerando maior acidez intramuscular (JOHANSEN et al., 2005). Assim, com base na literatura, a baixa qualidade do metabolismo intramuscular pode estar influenciando significativamente o desempenho da força dos pacientes renais deste estudo (KOUIDI et al., (1998); DOURAZARD et al., (1993); JOHANSEN et al., 2005;)

Neste sentido, conforme demonstra o presente estudo, pacientes com DRC demonstram incapacidade de ativação rápida das musculaturas de membros inferiores. Valores de TPF em torno de aproximadamente 50-250ms estão mais associados à realização de movimentos rápidos como, por exemplo, corridas de velocidade. Já, em gestos motores multiarticulares, como a marcha, em que engloba maior tempo para realização, a literatura reporta valores de tempo iniciais da ativação muscular próximos de 300ms, durante a velocidade de conforto (AAGAARD,2002; ANDERSEN e AAGAARD, 2006; LAROCHE, 2009).

Ainda, no presente trabalho foi possível observar o TRT, que por sua vez, colabora significativamente para a TPF articular. Isto porque, em musculaturas saudáveis, não fadigadas e previamente aquecidas, quanto maior a velocidade e magnitude de ativação neuromuscular, maior é a TPF, relativa ao conteúdo morfológico do músculo (AAGAARD, 2002; LA ROCHE et al., 2011).

Em nossos achados foi possível observar que os pacientes apresentavam maior TRT nos extensores de joelho e no BF. Já para as musculaturas do tornozelo apenas o músculo TA apresentou diferença significativa entre os grupos, sendo que nenhuma diferença foi encontrada para o músculo gastrocnêmio medial. Este fato pode estar associado a uma maior utilização deste grupamento muscular em relação aos extensores de joelho durante a marcha. Além disso, já foi evidenciado que musculaturas proximais dos membros inferiores de doentes renais sofrem mais com a perda tecidual (BOHONNAN et al., 1994).

A perda da velocidade de recrutamento de musculaturas de membros inferiores, esta diretamente associada com quedas e dificuldades no ajuste de balanço corporal, seja em postura estática ou movimentos dinâmicos (LAROCHE, 2009; LAROCHE, 2011). Além disso, os baixos níveis de atividade física, assim

como os longos períodos deitado ou sentado, podem colaborar significativamente para a redução desta velocidade de recrutamento neural (GORDON E PATTULLO, 1993; LIEBER, 1992; JAHAM et al., 2007; CRUZ et al., 2011).

Assim, o uso reduzido, associado à doença renal, pode contribuir no comportamento do TRT evidenciado nos pacientes. Em relação ao TPM, os pacientes demonstraram-se menos capazes de conduzir estímulos elétricos gerados por interpretação de informações extracorporal (sinal luminoso). Alguns fatores podem influenciar neste período, que é considerado de preparação para ação articular, dentre estes está a complexidade da tarefa (TEIXEIRA, 1995; MAGUILL, 2011). Entretanto, a amostra do presente estudo foi familiarizada e instruída para a execução do movimento. Assim, ambos os grupos conheciam a tarefa tanto de forma cognitiva, quanto motora.

Além disso, cabe ressaltar que o gesto motor era isométrico com um requerimento da força máxima o mais rápido possível. Neste sentido, o nível de controle motor é mínimo, podendo assim, avaliar de forma mais segura a velocidade de condução de níveis centrais a periféricos, sem grandes influências de ajustes de precisão (HICK, 1952; TEIXEIRA, 1995; MAGUILL, 2011). Contudo, tais fatores tiveram menor desempenho para os doentes renais, sendo possível, que estes pacientes tenham uma menor velocidade de interpretação do estímulo extracorporal em níveis cerebrais e em um segundo momento um direcionamento de potenciais de ação para vias eferentes até a placa motora muscular (TEIXEIRA, 1995; TEIXEIRA, 2006; MAGUILL, 2011). Entretanto, mais estudos são necessários para a comprovação destas afirmações.

Já em relação ao TM, é considerada a capacidade de condução do sinal elétrico intramuscular e o tempo que o tecido necessita para gerar movimento articular (LA ROCHE et al., 2011). Contudo, neste estudo não foi realizada nenhuma técnica ou exame que pudesse diagnosticar algum tipo de neuropatia. A literatura reporta que pacientes que realizam hemodiálise podem apresentar distúrbios no sistema nervoso devido à hipercalemia (excesso de potássio no sangue) (CARRERO et al., 2008; CRUZ et al., 2011). Em nossos pacientes foi verificado que os valores de potássio estavam acima do normal. Além disso, também foram evidenciados valores elevados de creatinina e uréia, que também apresentam associação com prejuízo no metabolismo intramuscular, assim como na perda da massa magra. Ainda, como já citado anteriormente, alterações estruturais na

mitocôndria intramuscular, redução do pH, dificuldade de ressíntese de fosfocreatina, assim como, alterações morfométricas em fibras de contração rápida podem também alterar a capacidade de condução de sinal elétrico intramuscular reduzindo a capacidade de produção de força rápida (DOURAZARD et al., 1993; KOUIDI et al., 1998; JOHANSEN et al., 2005; CLAPP e BEVINGTON, 2015).

Já em relação à arquitetura muscular, foi possível verificar que diferença significativa na espessura do vasto lateral, mas não no comprimento de fascículo absoluto e relativo, assim como no ângulo de penação. Esperava-se que, em função dos pacientes permanecerem maior tempo deitados, adaptações em relação ao comprimento de fascículo e do ângulo de penação nesta musculatura fossem encontradas. Contudo, parece que o uso reduzido, afeta somente a espessura muscular do vasto lateral nestes pacientes, fato que reduz a capacidade de força máxima (HERZOG; 1988; LIEBER, 2001).

A literatura ainda demonstra que o comprimento de fascículos do vasto lateral durante a marcha é quase constante, tendo uma ação praticamente isométrica para armazenamento de energia elástica do tendão patelar, conforme o ângulo da articulação do joelho sofre variação, fato que pode ter influenciado para a não diferença do comprimento de fascículo entre os grupos (CHELEBOUN et al., 2007). Já em relação a espessura muscular do vasto lateral, também já foi evidenciado que doentes renais sofrem maiores perdas de musculaturas proximais do membro inferior (BOHONNAN et al., 1994).

Para aos flexores plantares, não foi encontrada diferença entre os grupos na espessura muscular do gastrocnêmio medial, mas, sim para o sóleo. Em relação ao comprimento de fascículo do gastrocnêmio medial foi observado menores valores apenas nos dados relativos (CF/comprimento da tibia) em relação aos sujeitos controle. Já para o comprimento do fascículo do sóleo foi possível verificar menores comprimentos de fascículos relativos e absolutos, assim como a espessura em relação aos sujeitos controle. Cabe resaltar que potência muscular é uma relação entre força e velocidade. Assim, parece que, pelo ponto de vista morfológico muscular, os pacientes perdem tanto em velocidade de contração, devido à menores comprimentos de fascículos, quanto na capacidade de produção de força máxima devido a menor área de seção transversa do sóleo (HERZOG; 1988; LIEBER, 2001).

A redução da AST do sóleo já foi relacionada com o consumo máximo de VO<sub>2</sub> (L/min) em pacientes com doença cardíaca, onde foi evidenciado um maior

tempo de flexão plantar durante a fase de apoio bipodal, reduzindo assim a capacidade de propulsão na marcha. Este fator, segundo os autores, reduz significativamente a velocidade da marcha e aumenta o gasto de energia (PANIZZOLO et al., 2014).

Em nossos achados foi possível observar menores distâncias percorridas para os pacientes quando comparados aos sujeitos controle durante o TC6'. Estes resultados equivalem a 51,5% da distância predita para os pacientes e 99,7% para os sujeitos controle. Além disso, foi identificada diferença entre os grupos no comprimento de passo e na velocidade de caminhada em todos os tempos do TC6', nenhuma interação entre grupo e comprimento de passo e grupo e velocidade de caminhada foi encontrada. Assim, os grupos mantiveram um comportamento similar do CP e da velocidade de caminhada durante o TC6'.

Já ao observar a influência dos fatores neuromecânicos e morfológicos sob o TC6' entre os grupos foram evidenciadas influências apenas os pacientes. Foram testadas as influências por meio de regressões simples para cada parâmetro neuromuscular e morfológico avaliado neste segundo capítulo. Entretanto, em relação aos parâmetros morfológicos, evidenciou-se influência apenas do comprimento de fascículo relativo do GM sob a DP dos pacientes. Esta variável apresentou menores valores para os pacientes em relação aos sujeitos controle. Entretanto, por meio da relação encontrada na regressão simples, quanto maior o comprimento do fascículo relativo do GM, maior a DP no TC6', sendo esta influência de 52,5%.

No estudo de Cronin et al., (2013) os autores avaliaram por meio de ecografia muscular a diferença de comportamento entre o sóleo e o GM durante a marcha humana. Os autores verificaram que em velocidades acima da confortável uma maior propulsão de movimento é exigida. Em função disto é observado um aumento do comprimento do fascículo do GM em aproximadamente 20%, fato que aumenta consideravelmente a velocidade de encurtamento e reduz a capacidade de produção de força, conforme demonstra a teoria da relação força e velocidade de encurtamento muscular (HILL, 1932). Entretanto, para o sóleo foi observado uma velocidade menor de encurtamento, assim como um maior tempo de ativação. Segundo os autores isto ocorre devido a alteração de comprimento do GM, exigindo mais força do sóleo para manter a propulsão da flexão plantar em altas velocidades. Cabe ressaltar, que menores valores de espessura muscular e comprimento de

fascículo do sóleo também foi observado entre os pacientes e os sujeitos controle, entretanto nenhum destes fatores foram capazes de explicar a DP na marcha.

## **5.6 CONCLUSÃO**

Este capítulo possibilitou três principais achados em relação aos doentes renais crônicos comparados aos sujeitos controle: 1) Pacientes com DRC diferem em relação a taxa de produção de força, eficiência neuromuscular e tempo de reação total, mas não na magnitude da ativação dos extensores de joelho e nos flexores plantares durante uma CVMi; 2) Pacientes com DRC apresentam menores comprimentos de fascículos e espessura musculares de membros inferiores, em relação a sujeitos controle; 3) O comprimento de fascículo relativo do gastrocnêmio medial pode influenciar o desempenho do TC6' em pacientes com doença renal, enquanto nenhum fator neuromecânico ou morfológico foi capaz de prever o desempenho no TC6' em sujeitos controle.

## 6 CONCLUSÃO GERAL

Os resultados do presente estudo demonstram que os pacientes com DRC que realizam HD quando comparados a sujeitos controle apresentam: 1) menor nível de atividade física; 2) maior tempo despendido sentado durante a semana e o final de semana; 3) nenhuma diferença na FPM em relação aos sujeitos controle; 4) menor capacidade de força máxima dos extensores de joelho e flexores plantares; 5) menor espessura muscular dos flexores e extensores de cotovelo, dos extensores de joelho e dos flexores plantares; 6) menor qualidade muscular dos membros superiores, extensores de joelho e flexores plantares; 7) menor taxa de produção de força e eficiência neuromuscular dos extensores de joelho e flexores plantares; 8) maior tempo de reação total dos extensores de joelho e flexores plantares; 9) nenhuma diferença na magnitude da ativação dos extensores de joelho e nos flexores plantares durante uma CVMi destes grupamentos; 10) menores comprimentos de fascículos e espessura musculares de membros inferiores; 11) O comprimento de fascículo do gastrocnêmio medial relativo ao comprimento da tíbia pode influenciar o desempenho do TC6' em pacientes com doença renal.

Além disso, por meio dos resultados deste estudo foi possível observar que pacientes com DRC em tratamento de hemodiálise apresentam um perfil bioquímico e a inatividade física que colaboram para uma desfavorável manutenção da massa muscular. Em adição, nenhum fator neuromecânico foi capaz de prever o desempenho no TC6' em sujeitos controle.

Estes resultados estão de acordo com as demandas funcionais destes pacientes, tendo em vista os altos níveis de sedentarismo e as doenças associadas a DRC. Além disso, esses resultados podem auxiliar médicos, fisioterapeutas e professores de educação física na prescrição do treinamento voltado para cada uma das propriedades (morfológicas e neuromecânicas), uma vez que nosso estudo parece ser um dos primeiros a avaliar de forma sistemática essa plasticidade neuromuscular e esquelética em doentes renais. Assim, o conhecimento sobre a influência da morfologia muscular funcional, bem como sobre a capacidade de geração de força e ativação muscular para o desempenho de habilidades motoras funcionais é de grande importância. Neste sentido, sugere-se a inserção de exercícios específicos que visem melhorar a capacidade de produção de força destes pacientes dentro da especificidade observada em cada propriedade, sendo

que exercícios que preservem a massa muscular e aumentem a taxa de produção de fora, assim como reduza o TRT são de grande importância. Além disso, exercícios repetitivos, de longa duração e em grandes amplitudes de movimento articular também podem auxiliar na manutenção da amplitude de movimento e do condicionamento cardiorrespiratório. Por fim, em pacientes com dificuldades de ingressar em programas de reabilitação, alternativas como a eletroterapia durante a hemodiálise podem auxiliar na preservação da massa muscular, combatendo a uremia.

## 7 DIREÇÕES FUTURAS

O principal objetivo deste estudo foi obter informações relevantes em relação às características morfológicas e funcionais que possibilitem subsidiar programas de treinamento para pacientes com DRC que realizam HD. Para isso, avaliações por meio de ecografia muscular, força articular e atividade eletromiográfica antes do TC6' foi realizada. No entanto, informações adicionais podem ser obtidas a partir da identificação do comportamento das propriedades neuromecânicas após o TC6'. Isto porque, este teste gera um estresse submáximo muito similar as atividades de vida diária. Neste sentido, seria possível identificar se alguma alteração em nível neuromuscular poderia alterar a forma de manifestação da força e da atividade eletromiográfica. Além disso, informações sobre o comportamento da força articular do joelho e tornozelo, assim como o comportamento do espectro eletromiográfico das musculaturas envolvidas, dariam inferências sobre qual estratégia neuromecânica estaria sendo utilizada para manutenção da força máxima sustentada em um teste de fadiga. Estas informações quando comparadas a sujeitos controle poderiam acusar em caso de existência algum a alteração neuromotora perante a fadiga. Por fim, seria de grande utilidade buscar estratégias de fortalecimento neuromuscular durante a HD destes pacientes. neste sentido, o desenvolvimento de um protocolo de eletroestimulação de membros inferiores poderiam auxiliar na manutenção da massa muscular destes pacientes, aumentando sua capacidade funcional e qualidade de vida.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aagaard, P.; et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance. *J. Appl. Physiol.* v. 93, n.1, p. 1318-1326, 2002.

Afialo J. et al. Gait Speed as an Incremental Predictor of Mortality and Major Morbidity in Elderly Patients Undergoing Cardiac Surgery. *Journal of the American College of Cardiology.* V 56(20), pp:1668-1676, 2010.

Akagi R; Takai Y; Ohta M et al. Muscle volume compared to cross-sectional area is more appropriate for evaluating muscle strength in young and elderly individuals. *Age and Ageing*, V38, pp:564-569, 2009.

American Thoracic Society. ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. March, 2002.

Andersen LL; Aagaard P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *Eur J Appl Physiol.* V96, pp:46-52, 2006.

Bastos MC; Kirstajn GM. Doença Renal Crônica: importância do diagnóstico precoce, encaminhamento imediato e abordagem interdisciplinar estruturada para melhora do desfecho em pacientes ainda não submetidos à diálise. *Jornal Brasileiro de Nefrologia.* N: 33(1), pg: 93 – 108, 2011.

Bastos, MG.; Kirsztajn, GM. Doença renal crônica: importância do diagnóstico precoce, encaminhamento imediato e abordagem interdisciplinar estruturada para melhora do desfecho em pacientes ainda não submetidos à diálise. *J Bras Nefrol*, v.33, n.1, p.93-108, 2011.

Bohannon RW, Hull D, Palmeri D. Muscle strength impairments and gait performance deficits in kidney transplantation candidates. *Am J Kidney Dis.* Sep;24(3):480- 5, 1994.

Campistol JM. Uremic myopathy. *Kidney International*, V:62, pg: 1901 – 1913, 2002.

Capitanini A; et al. Upper Limb Disability in Hemodialysis Patients: Evaluation of Contributing Factors Aside From Amyloidosis. *Therapeutic Apheresis and Dialysis*; V16(3), pp:242-247, 2012.

Carrero JJ; et al. Muscle atrophy, inflammation and clinical outcome in incident and prevalent dialysis patients. *Clinical Nutrition*, 27, pp:557-564, 2008.

Chang et al. Handgrip strength is an independent predictor of renal outcomes in patients with chronic kidney diseases. *Nephrol Dial Transplant* 0:1-8, 2011.

Chelboun GS; et al. Fascicle Length Change of the Human Tibialis Anterior and Vastus Lateralis During Walking. *Journal of Orthopaedic and Sports physical Therapy.* V37(7)pp: 372-379, 2007.

Clapp EL; Bevington A. Exercise-induced biochemical modifications in muscle in chronic kidney disease (CKD): Occult acidosis as a potential factor limiting the anabolic effect of exercise. *J. Ren. Nutr.* V21(1), pp:57-60, 2011.

Correia, P. P., Mil-Homens, P. (2004). **A eletromiografia no estudo do movimento humano**. Cruz Quebrada. Ed. Faculdade de Motricidade Humana.

Cronin NJ; et al. Automatic tracking of medial gastrocnemius fascicle length during human locomotion. *J Appl Physiol*, V111, pp:1491-1496, 2011.

Cruz MC; Andrade C; Urrutia M. et al. Quality of Life in patients with chronic kidney disease. *Clinics*. V66(6), pp: 991-995, 2011.

Dancey CP; Reidy J. **Estatística sem matemática para psicologia usando SPSS para windows**. 3ª edição, Ed: ARTMED, Porto Alegre, RS, 2008.

Domański M e Ciechanowski K. Sarcopenia: A Major Challenge in Elderly Patients with End-Stage Renal Disease. *Journal of Aging Research*. V1 pp:1-12, 2012.

Durozard D. et al. <sup>31</sup>P NMR spectroscopy investigation of muscle metabolism in hemodialysis patients. *Kidney International*, V43, pp: 895-892, 1993.

Figueroa A. Physical activity in end-stage renal disease patients: a pilot project in Puerto Rico. *PR Health Sci J*. V33(2), pp:74-9, 2014.

Forbes e Bruining. Urinary creatinine excretion and lean body mass. *The American Journal of Clinical Nutrition* V.29, pp:1359-1366, 1976.

Frontera, WR. Et al. Strength conditioning in older men; skeletal muscle hypertrophy and improved function. *Journal of Applied Physiology* 71(2), pp:644-650, 1991.

Fukunaga, T.; et al. Muscle architecture and function in humans. **J. Biomech.** v. 30, n. 5, p. 457-463, 1997.

Gordon, T. e Pattulo, MC. Plasticity of muscle fiber and motor unit types. In J.O. Hollszy (Ed.), *Exercise and sports sciences review*. V(21), pp:339-362. Baltimore: Williams e Wilkins, 1993.

Hall YN; Larive B; Painter P; Kaysen GA; Lindsay RM et al. Effects of Six versus Three Times per Week Hemodialysis on Physical Performance, Health, and Functioning: Frequent Hemodialysis Network (FHN) Randomized Trials. *Clin J Am Soc Nephrol* V7, pp:782-794, 2012.

Heimbürger O; Qureshi AR; Blarer WS; et al. Hand-Grip Muscle Strength, Lean Body Mass, and Plasma Proteins as Markers of Nutritional Status in Patients With Chronic Renal Failure Close to Start of Dialysis Therapy. *American Journal of Kidney Diseases*, V36, n6 pp:1213-1225, 2000.

Herzog, W.; Ter Keurs, H.E.D.J. Force-length relation of in-vivo human rectus femoris muscles. *Pflugers Arch.*, v. 411, n. 1, p. 642-647, 1988.

Hill BAV; SEC RS. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, Vol. 126, n. 843, pp:136-195, 1938.

Ikizler TA; Himmelfarb J. Muscle Wasting in Kidney Disease: Let's Get Physical. Journal American Nephrologi. N:17, pg: 2097 – 2098, 2006.

Ivey FM et al. Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. J Gerontol A Biol Sci Med Sci., n55, pp:M641-M648, 2000.

Johansen KL; Cherton GM; Alexander VN; Mulligan K; Carey S; Schoenfeld PY; Braun JAK. Physical activity levels in patients on hemodialysis and healthy sedentary controls. Kidney International, V(57) , pg: 2564 – 2570. 2000.

Johansen KL; Doyle J; Sakkas GK; Braun JÁ. Neural and metabolic mechanisms of excessive muscle fatigue in maintenance hemodialysis patients. American Journal Physiology Regulation Integration Composity Physiology. N: 289, pg:R805 – R813, Maio, 2005.

Johansen KL; Kaysen GA; Young BS; et al. Longitudinal study of nutritional atatus, body composition, and physical function in hemodialysis patients. Am J Clin Nutr. V77, pp:842-6, 2003.

Kimmel e Patel. Quality of Life in Patients With Chronic Kidney Disease: Focus on End-Stage Renal Disease Treated With Hemodialysis. Seminars in Nephrology V26(1), pp:68-79, 2006.

Komi, P. V. **Força e potência no esporte**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

Korhonen, MT. Et al. Biomechanical and skeletal muscle determinants of maximum running speed with aging. Medicine Scince Sports Exercise. N41, p:844-856, 2009.

Kouidi et al. The effects of exercise training on muscle atrophy in haemodialysis patients. Nephrol Dial Transplant. V13, pp: 685-699, 1998.

Laroche DP., et al. Rapid torque development in older female fallers and nonfallers: A Acomparasion across lower-extremity muscles. Journal of Electromyography and Kinesiology. V20, pp:482-488, 2010.

Laroche DP., Initial neuromuscular performance in older women influences response to explosive resistance training. Isokinetics ans Exercise Science. V17, pp:197-205, 2009.

Laroche DP; et al. Explosive force and fractionated Reaction time in elderly low-and high-active women. Medicine and Science in Sports and exercise. Pp:1659-1666,2007.

Laroche DP; Millett ED; Kralian RJ. Low strength is related to diminished ground reaction forces and walking performance in older women. *Gait and Posture*. V33,pp: 668-672, 2011.

Leal VO; Mafra D; Fouque D; Anjos LA. Use of handgrip strength in the assessment of the muscle function of chronic kidney disease patients on dialysis: a systematic review. *Nephrol Dial Transplant* V26,pp:1354-1360, 2011.

Lemos, F. A., Diefenthaler, F., Geremia, J. M., Borges, M. K., Vaz M. A. Análise da razão Torque/RMS dos extensores do joelho entre jovens e idosos. *Motriz : Revista de Educação Física (Online)*. , v.14, p.s34 - s35, 2008.

Levely AS et al. Definition and classification of chronic kidney disease: A position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). *Kidney International*, V 67, pp:2089-2100, 2005.

Lieber, R. L; FRIDEN, J. Clinical significance of skeletal muscle architecture *Clin. Orthop. Relat. Res.* n. 383, p. 140-151, 2001.

Lindenau JDR; Guimarães LSP. Calculando o tamanho do efeito no SPSS. *Revista do HCPA*. 32(3), pp:363-361, 2012.

Limaye V; Frankham A; Disney A; Pile K. Evaluation of hand function in patients undergoing long term haemodialysis. *Am Rheum Dis*. V60; pp:278-280, 2001.

Liu CK. Lyass A.; Massaro JM et al. Chronic Kidney Disease Defined by Cystatin C Predicts Mobility Disability and Changes in Gait Speed: The Framingham Offspring Study. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 9(3),pp:301-307, 2014.

Magill RA. **Aprendizagem e Controle Motor Conceitos e Aplicações**. 8ª edição, Editora: Phorte, São Paulo, SP, 2011.

Marquis K, Debigare R, Lacasse Y, LeBlanc P, Jobin J, Carrier G, et al. Mid-thigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. Sep 15; 166(6):809-13, 2002.

Martins MRI; Cesarino CB. Qualidade de vida de pessoas com doença renal crônica em tratamento hemodialítico. *Rev. Latino-am Enfermagem* 13(5)pp:670-6, 2005.

Masae M., et al. The accuracy of volume estimates using ultrasound thickness measurements in different muscle groups. *Eur J. Appl Physiol*, v.91, p. 264-272, 2004.

Masae M., et al. Validity of estimating limb muscle volume by bioelectrical impedance. *J. Appl Physiol*, v.91, p.386-394, 2001.

McIntyre CW; Selby NM; Sigrist M; Pearce LE; Mercer TH; Naish PF. Patients receiving maintenance dialysis have more severely functionally significant skeletal muscle wasting than patients with dialysis-independent chronic kidney disease. *Nephrol Dialysis Transplant*. N: 21, pp: 2210 – 2216. Fevereiro, 2006.

Mitch WE, Collier VU, Walser M. Creatinine Metabolism in chronic renal failure. Clin. Sci., 58, 327-335, 1980.

Miyatani M; Kanehisa H; Ito M; Kawakami Y; Fukunaga T. The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. European Journal Applied Physiology. 91: 262-272, 2004.

Narici MV. Et al. Effect of aging on human muscle architecture. Journal of Applied Physiology, 95(3)pp: 2229-2234, 2003.

Nogueira W. et al. Effects of power training on muscle thickness of older man. Int. J. Sports Med., n.30, pp:200-204, 2009.

Oliveira FC; Alves MD; Bezerra AP. Co-morbidades e mortalidade de pacientes com doença renal: atendimento tercerizado de nefrologia. Acta Paulista de Enfermagem. N:22, pg: 476-80, 2009.

Oliveira MB, Romão JE Jr, Zatz R. End-stage renal disease in Brazil: epidemiology, prevention, and treatment. Kidney Int Suppl. N:97 pg:S82 – 6, 2005.

Owen WF; et al. The urea reduction ratio and serum albumin concentration as predictors of mortality in patients undergoing hemodialysis. The New England Journal of Medicine. V329, N14. Pp:1001-1006, 1993.

Panizzolo FA. Et al. Gait analysis in chronic heart failure: The calf as a locus of impaired walking capacity. Journal of Biomechanics. V47,pp:3719-3725, 2014.

Radaelli R; Neto ENW; Marques MFB; Pinto RS. Espessura e qualidade musculares medidas a partir de ultrassonografia: influência de diferentes locais de mensuração. Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano V13(2),pp:87-91., 2011.

Reboredo MM, Henrique DMN, Faria RS, Bergamini BC, Bastos MG, Paula RB. Correlation between the distance covered in the six-minute walk test with peak oxygen uptake in end-stage renal disease patients on hemodialysis. J Bras Nefrol;29(2):85-9. , 2007.

Sawant A; Garland SJ; House AA; Overend TJ. Morphological, Electrophysiological, and Metabolic Characteristics of Skeletal Muscle in People with End-Stage Renal Disease: A Critical Review. Physical Therapy Canada, V 63, N.3 pp:355-376, 2011.

SBN, Sociedade Brasileira de Nefrologia. Diretrizes Brasileiras de Doença Renal Crônica. HTTP:// WWW. Sbn.org.br/diretrizes.htm; Abril 2006.

Short KR, Bigelow ML, Kahl J, Singh R, Coenen-Schimke J, Raghavakaimal S, et al. Decline in skeletal muscle mitochondrial function with aging in humans. Proc Natl Acad Sci U S A. Apr 12; 102(15):5618-23, 2005.

Sociedade Brasileira de Nefrologia; Censo, 2013.  
<http://www.sbn.org.br/noticias.php?id=12>

Sodré FL. Costa JCB; Lima JCC. Avaliação da função e da lesão renal: um desafio laboratorial. J Bras Patol Med Lab • v. 43 • n. 5 • p. 329-337 • outubro 2007.

Solerman C; Ejeskär A. Sollerman Hand Function Test. Scand J Plast Reconstr Hand Sug. V29,PP:167-176, 1995.

Taal MW. Et al. Risk factors for reduced bone density in haemodialysis patients. Nephrol Dial Transplant 14, pp:1922-1928, 1999.

Teixeira LA. **Controle Motor**. 1ª edição, Editora: Manole LTDA, São Paulo,SP, 2006.

Titan S. Princípios Básicos de Nefrologia. São Paulo, Editora: ARTMED, 2013.

Toyama K, Sugiyama S, Oka H, et al. Exercise therapy correlates with improving renal function through modifying lipid metabolism in patients with cardiovascular disease and chronic kidney disease. J Cardiol Sep; 56 (2):142:6, 2010.

White C; Dixon K; Samuel D; Stokes M. Handgrip and quadriceps muscle endurance testing in young adults. SpringerPlus V2 (451) pp:2-8, 2013.

Yoda, M et al. Poor muscle quality as a predictor of high mortality independent of diabetes in hemodialysis patients. Biomedicine e Pharmacotherapy, n 66, pp:266-270, 2012.

## ANEXO 1

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Grupo de Pacientes)

Convidamos o Sr.º(a) para participar do estudo intitulado “Caracterização morfológica, neuromecânica e funcional de pacientes em terapia renal substitutiva comparados a sujeitos controle” com o objetivo de investigar a influência desta doença sobre seu sistema nervoso, muscular e sua capacidade funcional.

Você poderá retirar o seu consentimento e não participar da pesquisa a qualquer momento sem que isso interfira na sua assistência hospitalar. O indivíduo que concordar em participar do estudo terá sua identidade preservada. Ao final da pesquisa, o participante receberá um relatório contendo os resultados de seus testes de função neuromuscular e de capacidade funcional.

A participação nesta pesquisa não acarretará custos, assim como nenhum tipo de gratificação financeira pela sua participação. Se você aceitar participar deste estudo, avaliações serão realizadas em três dias que coincidam com o dia no seu tratamento no hospital. As avaliações serão realizadas por meio de testes previamente marcados e aplicados em um dia, conforme a sua disponibilidade. Quatro grupos de testes serão realizados, os testes 1, 2, e 3 serão realizados no setor de nefrologia do hospital das clínicas de Porto Alegre (HCPA) e os testes 4 serão realizados no setor de pesquisa clínica (CPC) no Laboratório de Fisiopatologia do Exercício (LaFiEx) do mesmo hospital, segue descrição dos testes:

- 1) Teste para medir seu nível de atividade física. Este teste será realizado por meio de questionários durante a segunda hora da hemodiálise.
- 2) Teste funcional, este teste será realizado trinta minutos antes do início de sua sessão de hemodiálise. Por meio deste teste será medido a distância máxima percorrida em um teste de caminhada, Existe a possibilidade de falta de ar, tontura e fadiga das coxas e pernas durante os testes. Em caso de desconforto excessivo e manifestações de desistência os seus testes serão finalizados de forma imediata.
- 3) Testes de força e neural muscular, este teste possibilitará avaliar a força de preensão manual medida por um aparelho que você terá que apertar com a mão o mais forte que puder durante cinco segundos. Também será avaliada a força dos músculos da frente da coxa e da panturrilha. Este teste será realizado trinta minutos antes do início da sessão de sua hemodiálise em um dia que não coincide com o teste da avaliação dois (2). Este teste será realizado com você sentado em uma

cadeira. Você terá uma presilha colocada na sua perna e durante uma tentativa de “esticar a perna o mais forte que conseguir durante cinco segundos (5s)”, será registrado a força aplicada a um cabo preso entre a presilha, o aparelho que registra a força e a cadeira. Após será colocado uma presilha no joelho e outra na base da cadeira junto ao solo em sentido vertical paralelo a perna. Ao sinal do pesquisador você deverá tentar levantar o calcanhar por meio de uma flexão plantar. Nas musculaturas na frente da coxa e posteriores a perna serão colocados adesivos (eletrodos) que são revestidos com gel. Existe uma possibilidade de alergia devido a raspagem de pelos e uma limpeza com álcool no local de colocação dos adesivos e o gel dos adesivos, além disso, existe a possibilidade de falta de ar ou desconforto na coxa e da perna devido a realização de força máxima. Em caso de desconforto excessivo, alergia ao álcool, ao gel do eletrodo ou manifestação de desistência os testes serão finalizados de forma imediata.

4) Testes de imagens das musculaturas. Para a realização destes testes, você permanecerá deitado durante 5 minutos e em seguida será avaliado imagens por meio de ecografia. Para visualização da imagem é necessário à utilização de gel condutor com base de água entre a pele e o transdutor do aparelho de ecografia. Em caso de desconforto, alergia ao gel ou manifestação de desistência os testes serão finalizados de forma imediata. Por meio do teste de ecografia será coletado imagens das musculaturas dos braços parte da frente e parte de trás, musculaturas da coxa parte da frente e musculaturas das pernas parte de trás.

A sua participação na pesquisa contribuirá para uma melhor compreensão sobre o que a eletroestimulação no doente renal crônico faz com a musculatura e as artérias. Como principais benefícios deste estudo, acredita-se que, por meio da caracterização psicológica, morfológica muscular, neuromuscular e funcional um melhor entendimento será fornecido referente a atividades de vida diária, bem como, a compreensão das adaptações funcionais corporais em função da doença.

A sua assinatura nesse formulário indica que você entendeu a informação sobre sua participação nesse estudo e que você concorda em participar. Você deve se sentir à vontade para solicitar esclarecimentos ou novas informações durante a sua participação. Se tiver qualquer dúvida referente a assuntos relacionados com esta pesquisa, favor contatar os pesquisadores nos telefones indicados no final desse documento de consentimento. Você receberá uma via assinada deste documento e outra será arquivada pelo pesquisador. Você poderá entrar em contato

com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, sala 2227 no 2º andar, aberto de segunda a sexta-feira entre às 8:00 e 17:00 horas, pelos telefones 51 3359-8304 ou 51 3359-7640 caso tenha dúvidas éticas relacionadas ao estudo.

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Alexandre Simões Dias

Laboratório de Fisiopatologia do Exercício ( LaFiEx)

Hospital de Clínicas de Porto Alegre- Rua Ramiro Barcelos, 2350 – 3º andar- CPC- sala: 21301-Porto Alegre, RS.

Telefone: (51) 3359-6332

---

Pesquisador

---

Assinatura

---

Participante

---

Assinatura

Porto Alegre, \_\_\_\_\_2014.

## ANEXO 2

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Grupo Controle)

Convidamos o Sr.º(a) para participar como sujeito controle do estudo intitulado “Caracterização morfológica, neuromecânica e funcional de pacientes em terapia renal substitutiva comparados a sujeitos controle” que tem com o objetivo de investigar a influência desta doença renal crônica sobre fatores psicológicos, o sistema nervoso, o sistema neuro muscular e capacidade funcional.

Você poderá retirar o seu consentimento e não participar da pesquisa a qualquer momento sem que isso interfira na sua assistência hospitalar. O indivíduo que concordar em participar do estudo terá sua identidade preservada. Ao final da pesquisa, o participante receberá um relatório contendo os resultados de seus testes de função neuromuscular e de capacidade funcional.

A participação nesta pesquisa não acarretará custos, assim como nenhum tipo de gratificação financeira pela sua participação. Se você aceitar participar deste estudo, avaliações serão realizadas no hospital de clínicas de porto alegre (HCPA). As avaliações serão realizadas por meio de testes previamente marcados e aplicados em um dia, conforme a sua disponibilidade. Quatro grupos de testes serão realizados, os testes 1, 2, e 3 serão realizados no setor de nefrologia do hospital das clínicas de Porto Alegre (HCPA) e os testes 4 serão realizados no setor de pesquisa clínica (CPC) no Laboratório de Fisiopatologia do Exercício (LaFiEx) do mesmo hospital, segue descrição dos testes:

- 1) Testes para medir seu nível de atividade física por meio de questionários.
- 2) Teste funcional para medir a distância máxima percorrida. Existe a possibilidade de falta de ar, tontura e fadiga de braços, das coxas e pernas durante os testes. Em caso de desconforto excessivo e manifestações de desistência os seus testes serão finalizados de forma imediata.
- 3) Teste de força para avaliar a força de preensão manual medida por um aparelho que você terá que apertar com a mão o mais forte que puder durante cinco segundos. Testes de força e neural muscular dos músculos da frente da coxa e da perna. Este teste será realizado com você sentado em uma cadeira. Você terá uma presilha colocada na sua perna e durante uma tentativa de “esticar a perna o mais forte que conseguir durante cinco segundos (5s)”, será registrado a força aplicada a um cabo preso entre a presilha, o aparelho que registra a força e a cadeira. Após

será colocado uma presilha no joelho e outra na base da cadeira junto ao solo em sentido vertical paralelo a perna. Ao sinal do pesquisador você deverá tentar levantar o calcanhar por meio de uma flexão de tornozelo. Nas musculaturas na frente da coxa e na musculatura posterior da perna serão colocados adesivos (eletrodos) que são revestidos com gel. Existe uma possibilidade de alergia devido a raspagem de pelos, limpeza com álcool no local de colocação dos adesivos e o gel dos adesivos, além disso, existe a possibilidade de falta de ar ou desconforto na coxa devido a realização de força máxima. Em caso de desconforto excessivo, alergia ao álcool, ao gel do eletrodo ou manifestação de desistência os testes serão finalizados de forma imediata.

4) Testes de imagens das musculaturas. Para a realização destes testes, você permanecerá deitado durante 5 minutos e em seguida será avaliada imagem por meio de ecografia. Para visualização da imagem é necessário a utilização de gel condutor com base de água entre a pele e o transdutor do aparelho de ecografia. Em caso de desconforto, alergia ao gel ou manifestação de desistência os testes serão finalizados de forma imediata. Por meio do teste de ecografia será coletado imagens das musculaturas dos braços parte da frente e parte de trás, musculaturas do peito, musculaturas do abdômen, musculaturas da coxa parte da frente e parte de trás e musculaturas das pernas parte da frente e parte de trás.

A sua participação na pesquisa contribuirá para uma melhor compreensão sobre quais as características morfológicas musculares, neuromusculares, psicológicas e funcionais do doente renal crônico. Como principais benefícios deste estudo, acredita-se que, por meio destas avaliações seja possível otimizar treinamentos físicos na busca da melhora na qualidade de vida destes pacientes.

A sua assinatura nesse formulário indica que você entendeu a informação sobre sua participação nesse estudo e que você concorda em participar. Você deve se sentir à vontade para solicitar esclarecimentos ou novas informações durante a sua participação. Se tiver qualquer dúvida referente a assuntos relacionados com esta pesquisa, favor contatar os pesquisadores nos telefones indicados no final desse documento de consentimento. Você receberá uma via assinada deste documento e outra será arquivada pelo pesquisador. Você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, sala 2227 no 2º andar, aberto de segunda a sexta-feira entre às 8:00 e 17:00 horas, pelos

telefones 51 3359-8304 ou 51 3359-7640 caso tenha dúvidas éticas relacionadas ao estudo.

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Alexandre Simões Dias

Laboratório de Fisiopatologia do Exercício ( LaFiEx)

Hospital de Clínicas de Porto Alegre- Rua Ramiro Barcelos, 2350 – 3º andar- CPC-sala: 21301-Porto Alegre, RS.

Telefone: (51) 3359-6332

---

Pesquisador

---

Assinatura

---

Participante

---

Assinatura

Porto Alegre, \_\_\_\_\_2014.

**ANEXO 3****QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – IPAQ****(Versão curta e em português)**

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas realizam como parte do seu dia a dia. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

**1a** - Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias \_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**1b** - Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: \_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_

**2<sup>a</sup>** - Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR, NÃO INCLUA CAMINHADA**).

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** (  ) Nenhum

**2b** - Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3<sup>a</sup>** - Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** (  ) Nenhum

**3b** - Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

**4<sup>a</sup>** - Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana?**

\_\_\_\_\_horas \_\_\_\_minutos

**4b** - Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de final de semana?**

\_\_\_\_\_horas \_\_\_\_minutos

## ANEXO 4

## Versão Brasileira do Questionário de Qualidade de Vida SF-36

1- Em geral você diria que sua saúde é:

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

2- Comparada há um ano atrás, como você se classificaria sua idade em geral, agora?

Muito Melhor	Um Pouco Melhor	Quase a Mesma	Um Pouco Pior	Muito Pior
1	2	3	4	5

3- Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido à sua saúde, você teria dificuldade para fazer estas atividades? Neste caso, quando?

Atividades	Sim, dificulta muito	Sim, dificulta um pouco	Não, não dificulta de modo algum
a) Atividades Rigorosas, 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 regular, como consequência de sua saúde física?**

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou a 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 seu trabalho ou outra atividade regular diária, como consequência de algum problema emocional (como se sentir deprimido ou ansioso)?**

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Não realizou ou 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 à família, amigos ou em grupo?**

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

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

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

**8- Durante as últimas 4 semanas, quanto a dor interferiu com seu trabalho normal (incluindo o trabalho dentro de casa)?**

De maneira alguma	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	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 de maneira como você se sente, em relação às últimas 4 semanas.**

	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 sentindo cheio de vigor, de vontade, 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 ou 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 de seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)?**

Todo Tempo	A maior parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nenhuma parte do tempo
------------	------------------------	-----------------------	----------------------------	------------------------

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

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

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes falso	Definitivamente falso
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 5****Priscila Silveira Duarte, Rozana Mesquita Ciconelli & Ricardo Sesso****Sua Saúde****- e -****Bem-Estar****Doença Renal e Qualidade de Vida (KDQOL-SF™ 1.3)**

Esta é uma pesquisa de opinião sobre sua saúde. Estas informações ajudarão você a avaliar como você se sente e a sua capacidade de realizar suas atividades normais.



***Obrigado por completar estas questões!***

---

Kidney Disease and Quality of Life™ Short Form (KDQOL-SF™)

English Version 1.3

Copyright © 1993, 1994, 1995 by RAND and the University of Arizona

**Estudo da Qualidade de Vida para Pacientes em  
Diálise**

---

---

**Qual é o objetivo deste estudo?**

Este estudo está sendo realizado por médicos e seus pacientes em diferentes países. O objetivo é avaliar a qualidade de vida em pacientes com doença renal.

**O que queremos que você faça?**

Para este estudo, nós queremos que você responda questões sobre sua saúde, sobre como se sente e sobre a sua história.

**E o sigilo em relação às informações?**

Você não precisa identificar-se neste estudo. Suas respostas serão vistas em conjunto com as respostas de outros pacientes. Qualquer informação que permita sua identificação será vista como um dado estritamente confidencial. Além disso, as informações obtidas serão utilizadas apenas para este estudo e não serão LIEBERadas para qualquer outro propósito sem o seu consentimento.

**De que forma minha participação neste estudo pode me beneficiar?**

As informações que você fornecer vão nos dizer como você se sente em relação ao seu tratamento e permitirão uma maior compreensão sobre os efeitos do tratamento na saúde dos pacientes. Estas informações ajudarão a avaliar o tratamento fornecido.

**Eu preciso participar?**

Você não é obrigado a responder o questionário e pode recusar-se a fornecer a resposta a qualquer uma das perguntas. Sua decisão em participar (ou não) deste estudo não afetará o tratamento fornecido a você.

**Sua Saúde**

**Esta pesquisa inclui uma ampla variedade de questões sobre sua saúde e sua vida. Nós estamos interessados em saber como você se sente sobre cada uma destas questões.**

**1. Em geral, você diria que sua saúde é: [Marque um  na caixa que descreve da melhor forma a sua resposta.]**

Excelente	Muito Boa	Boa	Regular	Ruim
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

**2. Comparada há um ano atrás, como você avaliaria sua saúde em geral agora?**

Muito melhor agora do que há um ano atrás	Um pouco melhor agora do que há um ano atrás	Aproximadamente igual há um ano atrás	Um pouco pior agora do que há um ano atrás	Muito pior agora do que há um ano atrás
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

3. Os itens seguintes são sobre atividades que você pode realizar durante um dia normal. Seu estado de saúde atual o dificulta a realizar estas atividades? Se sim, quanto? [Marque um  em em cada linha.]

Sim, dificulta muito	Sim, dificulta um pouco	Não, não dificulta nada
----------------------------	-------------------------------	-------------------------------

a Atividades que requerem muito esforço, como corrida, levantar objetos pesados, participar de esportes que requerem muito esforço

1  2 .....  3

B Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, varrer o chão, jogar boliche, ou caminhar mais de uma hora

1 .....  2 .....  3

C Levantar ou carregar compras de supermercado.....

1  2 .....  3

d Subir vários lances de escada

1  2 .....  3

E Subir um lance de escada

1  2 .....  3

F Inclinar-se, ajoelhar-se, ou curvar-se

1  2 .....  3

G Caminhar mais do que um quilômetro

1  2 .....  3

H Caminhar vários quarteirões

1  2 .....  3

i Caminhar um quarteirão

1  2 .....  3

j Tomar banho ou vestir-se .....

1  2 .....  3

4. Durante as **4 últimas semanas**, você tem tido algum dos problemas seguintes com seu trabalho ou outras atividades habituais, **devido a sua saúde física**?

	Sim	Não
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a Você reduziu a <u>quantidade de tempo</u> que passa trabalhando ou em outras atividades .....	<input type="checkbox"/> 1 .....	<input type="checkbox"/> 2
b <u>Fez menos</u> coisas do que gostaria .....	<input type="checkbox"/> 1 .....	<input type="checkbox"/> 2
c Sentiu dificuldade no tipo de trabalho que realiza ou outras atividades .....	<input type="checkbox"/> 1 .....	<input type="checkbox"/> 2
d Teve <u>dificuldade</u> para trabalhar ou para realizar outras atividades (p.ex, precisou fazer mais esforço).....	<input type="checkbox"/> 1 .....	<input type="checkbox"/> 2

5. Durante as **4 últimas semanas**, você tem tido algum dos problemas abaixo com seu trabalho ou outras atividades de vida diária **devido a alguns problemas emocionais** (tais como sentir-se deprimido ou ansioso)?

	Sim	Não
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a Reduziu a <u>quantidade de tempo</u> que passa trabalhando ou em outras atividades .....	<input type="checkbox"/> 1 .....	<input type="checkbox"/> 2
b <u>Fez menos</u> coisas do que gostaria .....	<input type="checkbox"/> 1 .....	<input type="checkbox"/> 2
c Trabalhou ou realizou outras atividades com menos <u>atenção</u> do que de costume.....	<input type="checkbox"/> 1 .....	<input type="checkbox"/> 2

6. Durante as 4 últimas semanas, até que ponto os problemas com sua saúde física ou emocional interferiram com atividades sociais normais com família, amigos, vizinhos, ou grupos?

Nada	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

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

Nenhuma	Muito leve	Leve	Moderada	Intensa	Muito Intensa
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6

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

Nada	Um pouco	Moderado	Bastante	Extremamente
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

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

Durante as 4 últimas semanas, quanto tempo...

	Todo o tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nenhum momento
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a Você se sentiu cheio de vida?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
b Você se sentiu uma pessoa muito nervosa? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
c Você se sentiu tão "para baixo" que nada conseguia animá-lo?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
d Você se sentiu calmo e tranqüilo? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
e Você teve muita energia? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
f Você se sentiu desanimado e deprimido? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
g Você se sentiu esgotado (muito cansado)? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
H Você se sentiu uma pessoa feliz?	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
i Você se sentiu cansado? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6

10. Durante as 4 últimas semanas, por quanto tempo os problemas de sua saúde física ou emocional interferiram com suas atividades sociais (como visitar seus amigos, parentes, etc.)?

Todo o tempo	A maior parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nenhum momento
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

11. Por favor, escolha a resposta que melhor descreve até que ponto cada uma das seguintes declarações é verdadeira ou falsa.

	Sem dúvida verdadeiro	Geralmente verdadeiro	Não sei	Geralmente falso	Sem dúvida falso
a Parece que eu fico doente com mais facilidade do que outras pessoas .....	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b Eu me sinto tão saudável quanto qualquer pessoa que conheço .....	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c Acredito que minha saúde vai piorar .....	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
d Minha saúde está excelente .....	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

## Sua Doença Renal

---

### 12. Até que ponto cada uma das seguintes declarações é verdadeira ou falsa para você?

	Sem dúvida verdadeiro	Geralmente verdadeiro	Não sei	Geralmente falso	Sem dúvida falso
a Minha doença renal interfere demais com a minha vida .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> 1.....	<input type="checkbox"/> 2.....	<input type="checkbox"/> 3.....	<input type="checkbox"/> 4.....	<input type="checkbox"/> 5
b Muito do meu tempo é gasto com minha doença renal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> 1.....	<input type="checkbox"/> 2.....	<input type="checkbox"/> 3.....	<input type="checkbox"/> 4.....	<input type="checkbox"/> 5
c Eu me sinto decepcionado ao lidar com minha doença renal.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> 1.....	<input type="checkbox"/> 2.....	<input type="checkbox"/> 3.....	<input type="checkbox"/> 4.....	<input type="checkbox"/> 5
d Eu me sinto um peso para minha família .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> 1.....	<input type="checkbox"/> 2.....	<input type="checkbox"/> 3.....	<input type="checkbox"/> 4.....	<input type="checkbox"/> 5

13. Estas questões são sobre como você se sente e como tem sido sua vida nas 4 últimas semanas. Para cada questão, por favor assinale a resposta que mais se aproxima de como você tem se sentido.

Quanto tempo durante as 4 últimas semanas...

	Nenhum momento	Uma pequena parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma boa parte do tempo	A maior parte do tempo	Todo o tempo
a Você se isolou ( se afastou) das pessoas ao seu redor?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> 1.....	<input type="checkbox"/> 2.....	<input type="checkbox"/> 3.....	<input type="checkbox"/> 4.....	<input type="checkbox"/> 5.....	<input type="checkbox"/> 6
b Você demorou para reagir às coisas que foram ditas ou aconteceram?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> 1.....	<input type="checkbox"/> 2.....	<input type="checkbox"/> 3.....	<input type="checkbox"/> 4.....	<input type="checkbox"/> 5.....	<input type="checkbox"/> 6
c Você se irritou com as pessoas próximas? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> 1.....	<input type="checkbox"/> 2.....	<input type="checkbox"/> 3.....	<input type="checkbox"/> 4.....	<input type="checkbox"/> 5.....	<input type="checkbox"/> 6
d Você teve dificuldade para concentrar-se ou pensar? ....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> 1.....	<input type="checkbox"/> 2.....	<input type="checkbox"/> 3.....	<input type="checkbox"/> 4.....	<input type="checkbox"/> 5.....	<input type="checkbox"/> 6
e Você se relacionou bem com as outras pessoas?. .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> 1.....	<input type="checkbox"/> 2.....	<input type="checkbox"/> 3.....	<input type="checkbox"/> 4.....	<input type="checkbox"/> 5.....	<input type="checkbox"/> 6
f Você se sentiu confuso?...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> 1.....	<input type="checkbox"/> 2.....	<input type="checkbox"/> 3.....	<input type="checkbox"/> 4.....	<input type="checkbox"/> 5.....	<input type="checkbox"/> 6

14. Durante as 4 últimas semanas, quanto você se incomodou com cada um dos seguintes problemas?

	Não incomodei forma alguma	me Fiquei um pouco de incomodado	Incomodei-me de moderada	Muito forma incomodado	Extremament e incomodado
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a Dores musculares? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
b Dor no peito? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c Cãibras? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
d Coceira na pele? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
e Pele seca? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
f Falta de ar? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
g Fraqueza ou tontura? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
h Falta de apetite? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
i Esgotamento (muito cansaço)? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
j Dormência nas mãos ou pés? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
k Vontade de vomitar ou indisposição estomacal? .....	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
l (Somente paciente em hemodiálise)					
Problemas com sua via de acesso (fístula ou cateter)? .....					
	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
m (Somente paciente em diálise peritoneal)					
Problemas com seu catéter? .....					
	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

**Efeitos da Doença Renal em Sua Vida Diária**

---



---

**15. Algumas pessoas ficam incomodadas com os efeitos da doença renal em suas vidas diárias, enquanto outras não. Até que ponto a doença renal lhe incomoda em cada uma das seguintes áreas?**

	Não incomoda nada	Incomoda um pouco	Incomoda forma moderada	de Incomoda muito	Incomoda extremamente
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a Limitação de líquido? ...	<input type="checkbox"/> 1	..... <input type="checkbox"/> 2	..... <input type="checkbox"/> 3	..... <input type="checkbox"/> 4	..... <input type="checkbox"/> 5
b Limitação alimentar? ....	<input type="checkbox"/> 1	..... <input type="checkbox"/> 2	..... <input type="checkbox"/> 3	..... <input type="checkbox"/> 4	..... <input type="checkbox"/> 5
c Sua capacidade de trabalhar em casa?.....	<input type="checkbox"/> 1	..... <input type="checkbox"/> 2	..... <input type="checkbox"/> 3	..... <input type="checkbox"/> 4	..... <input type="checkbox"/> 5
d Sua capacidade de viajar?	<input type="checkbox"/> 1	..... <input type="checkbox"/> 2	..... <input type="checkbox"/> 3	..... <input type="checkbox"/> 4	..... <input type="checkbox"/> 5
e Depender dos médicos e outros profissionais da saúde?.....	<input type="checkbox"/> 1	..... <input type="checkbox"/> 2	..... <input type="checkbox"/> 3	..... <input type="checkbox"/> 4	..... <input type="checkbox"/> 5
f Estresse ou preocupações causadas pela doença renal?.....	<input type="checkbox"/> 1	..... <input type="checkbox"/> 2	..... <input type="checkbox"/> 3	..... <input type="checkbox"/> 4	..... <input type="checkbox"/> 5
g Sua vida sexual?.....	<input type="checkbox"/> 1	..... <input type="checkbox"/> 2	..... <input type="checkbox"/> 3	..... <input type="checkbox"/> 4	..... <input type="checkbox"/> 5
h Sua aparência pessoal? .....	<input type="checkbox"/> 1	..... <input type="checkbox"/> 2	..... <input type="checkbox"/> 3	..... <input type="checkbox"/> 4	..... <input type="checkbox"/> 5

As próximas três questões são pessoais e estão relacionadas à sua atividade sexual, mas suas respostas são importantes para o entendimento do impacto da doença renal na vida das pessoas.

**16. Você teve alguma atividade sexual nas 4 últimas semanas?**

(Circule Um Número)

Não ..... 1  
Sim ..... 2

Se respondeu não, por favor pule para a Questão 17

Nas últimas 4 semanas você teve problema em:

Nenhum problema	Pouco problema	Um problema	Muito problema	Problema enorme
<input type="checkbox"/>				

a Ter satisfação sexual? ....

1 .....  2 .....  3 .....  4 .....  5

b Ficar sexualmente

excitado (a)? .....  1 .....  2 .....  3 .....  4 .....  5

**17. Para a questão seguinte, por favor avalie seu sono, usando uma escala variando de 0, (representando “muito ruim”) à 10, (representando “muito bom”)**

Se você acha que seu sono está meio termo entre “muito ruim” e “muito bom,” por favor marque um X abaixo do número 5. Se você acha que seu sono está em um nível melhor do que 5, marque um X abaixo do 6. Se você acha que seu sono está pior do que 5, marque um X abaixo do 4 (e assim por diante).

Em uma escala de 0 a 10, como você avaliaria seu sono em geral? [Marque um X abaixo do número.]

Muito ruim	Muito bom
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	10
1	9
2	8
3	7
4	6
5	5
6	4
7	3
8	2
9	1
10	0

**18. Com que frequência, durante as 4 últimas semanas você...**

	Nenhum momento	Uma pequena parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma boa parte do tempo	A maior parte do tempo	Todo o tempo
a Acordou durante a noite e teve dificuldade para voltar a dormir? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b Dormiu pelo tempo necessário? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c Teve dificuldade para ficar acordado durante o dia?.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**19. Em relação à sua família e amigos, até que ponto você está satisfeito com...**

	Muito insatisfeito	Um pouco insatisfeito	Um pouco satisfeito	Muito satisfeito
a A quantidade de tempo que você passa com sua família e amigos? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b O apoio que você recebe de sua família e amigos? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



### Satisfação Com O Tratamento

**23. Pense a respeito dos cuidados que você recebe na diálise. Em termos de satisfação, como você classificaria a amizade e o interesse deles demonstrado em você como pessoa?**

Muito ruim	Ruim	Regular	Bom	Muito bom	Excelente	O melhor
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7

**24. Quanto cada uma das afirmações a seguir é verdadeira ou falsa?**

	Sem dúvida verdadeiro	Geralmente verdadeiro	Não sei	Geralmente falso	Sem dúvida falso
a O pessoal da diálise me encorajou a ser o (a) mais independente possível .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> 1.....	<input type="checkbox"/> 2.....	<input type="checkbox"/> 3.....	<input type="checkbox"/> 4.....	<input type="checkbox"/> 5
b O pessoal da diálise ajudou-me a lidar com minha doença renal.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> 1.....	<input type="checkbox"/> 2.....	<input type="checkbox"/> 3.....	<input type="checkbox"/> 4.....	<input type="checkbox"/> 5

**Obrigado por você completar estas questões!**