

Edital nº 01/2020

Processo de Concessão de Benefício no Programa “APOIO A FORMAÇÃO DE DOUTORES EM ÁREAS ESTRATÉGICAS” Chamada Pública 01/2019 – CNPq

O Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde (PPGTS) comunica aos interessados que estão abertas as inscrições para o processo seletivo para concessão de **benefícios do CNPq para Doutorado**, do Programa **APOIO A FORMAÇÃO DE DOUTORES EM ÁREAS ESTRATÉGICAS**, conforme **Chamada Pública 01/2019 – CNPq**

1. Objeto de pesquisa dos doutorandos

As bolsas serão concedidas para execução do projeto intitulado “**Estudo do Sistema Neuromuscular para Desenvolvimento e Avaliação de Tecnologias em Saúde**” que **compreende a parceria entre o PPGTS, da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná com o Programa de Engenharia Biomédica (PEB) do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), da Universidade Federal do Rio de Janeiro.**

A coordenação institucional do programa é realizada pela Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, e a coordenação no PPGTS é realizada pelo coordenador do programa de pós-graduação.

Os projetos de doutorado devem estar vinculados a um dos cinco temas:

TEMA 1 - Avaliação dos efeitos de terapia anti-espasticidade sobre a contração muscular e o controle postural de pessoas com AVC.

TEMA 2 - Modelagem biomecânica do controle muscular na presença de AVC.

TEMA 3 - Simulador para otimização de perfis estimulatórios para produção de movimento artificial em pessoas com lesão medular.

TEMA 4 - Controle muscular de pessoas idosas na presença de fadiga em resposta a perturbações: possíveis indicadores para risco de quedas.

TEMA 5 - Combinação de sinais e imagens para caracterização da contração muscular.

2. Recursos disponibilizados

- 5 (cinco) bolsas de doutorado no valor mensal de R\$2.200,00 (dois mil e duzentos reais) por até 48 meses, conforme Tabela vigente de Valores de Bolsas do CNPq no País¹;
- Para cada bolsa de doutorado estará associada uma taxa de bancada no valor mensal de R\$ 394,00, conforme Tabela vigente do CNPq no País. A taxa de bancada deverá ser utilizada exclusivamente para necessidades relacionadas ao projeto de pesquisa em desenvolvimento e requer prestação de contas pelo bolsista na Plataforma Carlos Chagas ao término do projeto. Mais informações sobre o uso da taxa de bancada podem ser acessadas em: [RN 008-2008 – CNPq - Regulamenta a utilização de recursos financeiros referentes à taxa de bancada](#)².
- Os valores da bolsa e da taxa de bancada serão depositados diretamente aos bolsistas pelo CNPq, em conta corrente individual, em nome do bolsista, obrigatoriamente no Banco do Brasil.

3. Requisitos do bolsista

- Ter sido aprovado no processo seletivo para o doutorado do PPGTS, de acordo com o Edital 001/2019 disponível no link: https://www.pucpr.br/escola-politecnica/wp-content/uploads/sites/4/2017/06/ppgts_-_processo_de_selec_a_o_para_mestrado_e_doutorado_2019_vfinal.pdf. Destaca-se que, para o processo seletivo, é necessária a apresentação de projeto de pesquisa que deverá ser elaborado considerando as temáticas mencionadas no item 1 deste Edital. A linha temática deve estar explicitada no documento do projeto. Para maiores informações sobre um tema específico, os candidatos devem referir-se ao ANEXO I desse edital. Se houver necessidade de esclarecimentos adicionais, pode ainda entrar em contato com a coordenação do PPGTS e/ou professores da equipe de pesquisa listada no item 8.
- Dedicar-se integralmente às atividades acadêmicas e de pesquisa;
- Não ser aposentado;
- Estar em gozo de licença ou afastamento sem remuneração/salário ou, ainda, ter o contrato suspenso com a instituição empregadora;
- Não possuir qualquer relação de trabalho com o Grupo Marista.
- Se servidor público, demonstrar regularidade do afastamento do exercício do cargo, salvo se conciliáveis as atividades do doutorado com a jornada laboral (comprovada com grade horária de compatibilidade).
- Não receber remuneração proveniente de vínculo empregatício ou funcional, concomitante com a bolsa do CNPq, exceto quando contratado como professor substituto nas instituições públicas de ensino superior, desde que devidamente autorizado pela coordenação do curso com a anuência do orientador.
- Não acumular a bolsa com outras do CNPq ou de quaisquer agências nacionais, estrangeiras ou internacionais de fomento ao ensino e à pesquisa ou congêneres.

¹ <http://cnpq.br/no-pais/>

² http://www.cnpq.br/web/guest/view/-/journal_content/56_INSTANCE_0oED/10157/24896

4. Informações adicionais

- Ex-bolsistas do CNPq, da CAPES ou de outras agências públicas, que tenham usufruído o tempo regulamentar previsto para a bolsa de doutorado não são elegíveis para receberem bolsa neste projeto.
- A bolsa pode ser concedida a estrangeiro com situação regular no País, cabendo ao coordenador do projeto verificar a legalização do visto de entrada e permanência no País durante a vigência da bolsa e manter em seu poder os documentos comprobatórios.

5. SELEÇÃO DOS BOLSISTAS

A seleção de bolsistas será realizada pela Comissão de Bolsas do PPGTS e como critérios para classificação dos candidatos serão considerados os seguintes elementos:

- a. Compatibilidade do projeto de pesquisa com os temas mencionados no item 1 desse Edital, a ser avaliada pelos professores(as) integrantes da equipe de pesquisa da PUCPR.
- b. Produção intelectual, produção técnica e formação no Mestrado, conforme os critérios do item 5.2 deste edital.

5.1 CLASSIFICAÇÃO DOS CANDIDATOS

A classificação dos candidatos será realizada conforme pontuação descrita no item 5.2 desse Edital. Obedecerá a ordem decrescente, com valor máximo de 100 (cem) pontos.

Em caso de empate entre dois ou mais candidatos, a ordem de classificação seguirá os seguintes critérios, nesta ordem: maior pontuação no índice de produção mais qualificada na ordem disposta no item 5 deste Edital; número de patentes ou softwares comercializados, e tempo de diplomação no mestrado.

5.2 PONTUAÇÃO PARA CLASSIFICAÇÃO

I. Os critérios contemplam, o máximo de cem pontos, **até dois trabalhos de cada tipo** no item de Produtos relacionados considerada a produção dos últimos 10 anos.

I.1 - Produtos relacionados à área de concentração do candidato, isto é, Tecnologias em saúde (máximo de 100 pontos):

a) Publicação qualificada (20 pontos cada) – os comprovantes podem conter apenas a primeira página do artigo publicado desde que nela conste o nome e o ISSN da revista e as páginas inicial e final do artigo;

Entende-se por **produção qualificada**: textos acadêmicos publicados em periódicos com Qualis A1, A2, B1 e B2; patentes de produtos, processos e softwares registrados.

b) Publicação não qualificada (10 pontos cada) – os comprovantes podem conter apenas a primeira página do artigo publicado desde que nela conste o nome e o ISSN da revista e as páginas inicial e final do artigo;

Entende-se por **produção não qualificada**: textos acadêmicos publicados em periódicos com Qualis B3, B4 e B5;

c) capítulo de livro (5 pontos cada) ou organização de livro (5 pontos cada) ou autoria de livro (10 pontos cada), sempre com ISBN, de caráter acadêmico e publicados por editoras com corpo editorial – os comprovantes devem conter a ficha catalográfica do livro, o sumário e a primeira página do capítulo, quando for este o caso;

Entende-se por **livro** uma publicação com mais de 50 páginas e **capítulos** publicação de, no mínimo 6 páginas;

Entende-se por **autoria** também uma tradução, desde que tenha pertinência acadêmica.

d) Trabalhos apresentados em eventos de Tipo 1 (2 pontos cada), Tipo 2 (5 pontos cada) e de Tipo 3 (10 pontos cada);

Entende-se por **eventos**:

Tipo 1: Seminários e workshops;

Tipo 2: Eventos classificados como locais (brasileiros realizados no Brasil ou estrangeiros realizados no país de origem);

Tipo 3: Eventos classificados como internacionais.

e) Outros produtos:

Participação na comissão organizadora de eventos (3 pontos cada);

Participação em bancas como membro (5 pontos cada);

Participação em mini-cursos como ouvinte de, no mínimo, 15 h (2 pontos cada);

Emissão de pareceres técnicos (5 pontos cada).

f) Critérios relacionados à formação no Mestrado

Conceito CAPES do Programa (Conceito 7: 7 pontos, Conceito 6: 6 pontos; ...

Conceito 3: 3 pontos)

Coeficiente de desempenho durante o mestrado: 5 pontos (equivalente ao coeficiente de desempenho 100%)

Tempo de defesa :

+1 ponto por mês de antecipação a 24 meses;

-1 ponto por mês além de 24 meses.

5.3 Inscrição no Processo Seletivo dos Bolsistas

A inscrição deverá ser protocolada por e-mail (ppqts@pucpr.br) entre às 8h00 do dia 10 de abril de 2020 até 23h59min59s do dia 15 de maio de 2020, em 4 (quatro) arquivos, em formato .PDF, assim separados:

- Requerimento preenchido (Anexo II)
- Declaração de compromisso de dedicação ao doutorado (Anexo III)
- Cópia impressa do Currículo Lattes atualizado e comprovante das publicações (pelo menos primeira página dos artigos) e/ou produtos (certificados, protocolos, etc.);
- Histórico escolar do mestrado.
- Documentação incompleta acarreta a desclassificação para inscrição, não havendo prazo para reenvio.

6. Responsabilidades do bolsista:

- Cumprir com as atividades acadêmicas do doutorado de acordo com o Regulamento do PPGTS;
- Enviar para publicação em periódico indexado, no mínimo, dois artigos relacionados à tese, **antes da publicação do edital de defesa**;
- Defender o Projeto de Tese de Doutorado (PTD), impreterivelmente, em até 24 meses da primeira matrícula no PPGTS;
- Defender a tese, impreterivelmente, em até 48 meses da primeira matrícula no Programa;
- Manter o currículo atualizado na Plataforma Lattes, registrando a condição de bolsista do CNPq;
- Dedicar-se às atividades previstas no projeto e/ou plano de trabalho aprovado pelo CNPq e acordado entre os candidatos selecionados e seus orientadores, durante a vigência da bolsa com, no mínimo, **40 horas semanais**, tanto nas dependências da PUCPR, quanto da UFRJ (conforme necessário), de segunda a sexta e no período diurno);
- Ressarcir o CNPq quanto aos recursos pagos em seu proveito, atualizados pelo valor da mensalidade vigente no mês da devolução, no caso de abandono ou desistência de própria iniciativa, sem motivo de força maior, ou pelo não cumprimento das disposições normativas, no prazo de até 30 (trinta) dias contados da data em que se configurar o abandono ou desistência.
- Devolver ao CNPq eventuais benefícios pagos indevidamente.
- Encaminhar ao orientador, à Comissão de Bolsas e coordenação do PPGTS relatórios parciais sempre que solicitados, relatório técnico final e cópia da prestação de contas das taxas de bancadas efetivamente recebidas.
- Encaminhar ao CNPq, em formulário eletrônico específico, relatório técnico final e prestação de contas das taxas de bancada com a aprovação do orientador.
- Fazer referência ao apoio recebido em trabalhos publicados em decorrência das atividades apoiadas pelo CNPq, necessariamente com as seguintes expressões, no idioma do trabalho:
 - a) se publicado individualmente: "O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil".
 - b) se publicado em co-autoria: "Bolsista do CNPq - Brasil".
- Zelar pela observância ao Regimento Geral da PUCPR, pelas normativas da [RN 017/2006](#) do CNPq, da [CP 01/2019 do CNPq](#) e demais normativas pertinentes ao desenvolvimento do projeto.

7. Documentos para implementação da bolsa

- a) fotocópia do cabeçalho do extrato bancário ou da frente do cartão do Banco do Brasil, em que conste: nome do titular da conta corrente (obrigatoriamente em nome do bolsista), número da agência e número da conta corrente;
- b) fotocópia de documentos de identificação (RG e CPF);
- c) comprovante de residência;
- d) comprovante de matrícula no doutorado.

8. Equipe de pesquisa no PPGTS/PUCPR

1. Prof. Dr. Eduardo Mendonça Scheeren (e-mail: eduardo.scheeren@pucpr.br)
2. Profa. Dra. Elisangela Ferretti Manffra (e-mail: elisangela.manffra@pucpr.br)
3. Prof. Dr. Guilherme Nunes Nogueira Neto (e-mail: nogueira.g@pucpr.br)
4. Profa. Dra. Mauren Abreu de Souza (e-mail: mauren.souza@pucpr.br)
5. Prof. Dr. Percy Nohama (Coordenação do PPGTS) (e-mail: percy.nohama@pucpr.br)

Disposições gerais

- Ao se inscrever, os candidatos deverão fazer a opção do tema de interesse (Anexo I) na Ficha de inscrição (Anexo II).
- Para cada tema, somente um candidato será selecionado por critério de maior nota.
- Não preenchendo as vagas e não havendo candidatos em lista de espera, será lançado edital complementar com indicativo de temas e datas para novo processo seletivo.
- Casos omissos deste edital serão resolvidos pela Comissão de Bolsas do PPGTS.

Curitiba, 01 de Abril de 2019.

Comissão de Bolsas do PPGTS

Anexo I

TEMA 1: Avaliação dos efeitos de terapia anti-espasticidade sobre a contração muscular e o controle postural de pessoas com AVC

Problematização

Segundo a organização mundial de saúde, uma em cada seis pessoas é afetada por acidente vascular cerebral (AVC) em todo o mundo. Isso leva a prejuízos cognitivos e motores, como déficits no controle postural, que causam grande impacto nas atividades da vida diária, além de aumentar o risco de quedas. No Brasil, as doenças cerebrovasculares são as principais causas de incapacidades (DATASUS; 2010), resultando em um considerável contingente de pessoas que necessitam de reabilitação motora. Entre as populações de baixa renda, é comum que, para cada indivíduo que perde sua independência, um familiar tenha que abandonar suas atividades profissionais para se tornar um cuidador. Sendo assim, uma das prioridades na reabilitação pós-AVC é a restauração de uma funcionalidade e a independência dos indivíduos.

Sendo assim, restaurar a funcionalidade e a independência dos indivíduos é uma prioridade no processo de reabilitação motora.

Uma das abordagens terapêuticas importantes é o manejo da espasticidade que se instala em torno de 4 a 6 semanas após o AVC. Manejo é o termo adequado aqui porque a espasticidade pode ter efeitos negativos ou positivos. Dependendo da intensidade e da musculatura atingida, a espasticidade é incapacitante por impedir que seja alcançada uma amplitude de movimento funcional de membro superior, por manter mãos fechadas, pés em garra ou levar a dores excruciantes. Por outro lado, em certos músculos ela pode ser uma aliada, por exemplo, se músculos posturais ou propulsores da marcha fossem totalmente flácidos a manutenção da postura ereta ou a locomoção sem dispositivo auxiliar não seriam possíveis.

O tratamento padrão da espasticidade é a toxina botulínica, conhecida popularmente por botox. Tanto a aplicação como a avaliação da efetividade desse tratamento apresentam grandes desafios. No caso da avaliação, o primeiro desafio diz respeito aos próprios métodos de medição da espasticidade que, comumente, consiste na aplicação da escala de Ashworth modificada que apresenta um certo grau de subjetividade. Mais recentemente, métodos quantitativos que tem por base os mecanismos subjacentes à espasticidade aliados a uma modelagem matemática tem sido propostos (MULLICK et al. 2013; VAN DER KROGT et al. 2016; SUPIOT et al., 2018).

Uma alternativa terapêutica recente e que merece investigação pela praticidade de aplicação é o Ziclague, medicamento a base de óleo essencial da *Alpinia zerumbet* (EOAz), uma planta herbácea, comumente encontrada no nordeste brasileiro. Um estudo recente demonstrou que a aplicação do EOAz levou a alterações na ativação muscular (MAIA, 2016).

TEMA 2: Modelagem biomecânica da controle muscular na presença de AVC

Problematização

A abordagem experimental no estudo do controle motor de pessoas com AVC, tem deixado inúmeras questões em aberto que poderiam ser respondidas com auxílio da modelagem biomecânica.

Uma abordagem possível, para auxiliar na elucidação dos mecanismos de controle neuro-muscular é a modelagem biomecânica. Especificamente, para analisar questões relativas ao componente muscular, pode-se empregar uma análise de dinâmica direta em que são sinais de excitações neuromusculares em um modelo mecânico para simular um modelo musculoesquelético, tendo como resultado o movimento gerado. Tais excitações podem ser provenientes de medidas experimentais da atividade muscular, realizadas por EMG, ou determinadas matematicamente por um controle em malha fechada ou aberta (ANDERSON E PANDY, 2001). A dinâmica direta permite escolher parâmetros e algoritmos de controle de maneira arbitrária e verificar o comportamento motor emergente. Com isso, alterações anatômicas ou estruturais decorrentes do AVC, bem como hipóteses fisiológicas do controle motor, podem ser testadas numericamente. A análise dinâmica direta permite ainda estudos relacionados à síntese de controladores neuromusculares, para simular o sistema biológico, ou artificiais, acionados por eletroestimulação neuromuscular ou atuadores mecânicos, como no caso de exoesqueletos. Os controladores podem ser assim selecionados e sintonizados computacionalmente antes de sua implementação física.

O OpenSim tem sido utilizado por muitos autores na investigação do controle motor em condições neurológicas. No estudo de JANSEN *et al.* (2014) foi desenvolvido um modelo musculoesquelético, por meio do *OpenSim*, com o objetivo de analisar alterações dos reflexos em pacientes hemiparéticos pós-AVC incluindo funcionamento do fuso muscular para os plantiflexores de tornozelo e extensores de joelho. No estudo de KNARR *et al.* (2013) foram analisadas estratégias de compensação durante a marcha de pessoas com AVC na presença de músculos enfraquecidos. Também foi utilizado em um método de avaliação de espasticidade (VAN DER KROGT *et al.*, 2016) que poderia ser empregado em estudos com AVC.

TEMA 3: Simulador para otimização de perfis estimulatórios para produção de movimento artificial em pessoas com lesão medular

Problematização

A medula espinal estende-se pelo canal vertebral da coluna e sua integridade é crucial para o transporte de informações neuronais entre o SNC e o sistema nervoso periférico (SNP). Em pessoas sem lesão medular (indivíduos hígidos), processos eletroquímicos ocorrem nas duas direções. Quando a pessoa deseja realizar uma tarefa que envolva movimentos, os comandos motores, que causam a contração voluntária dos músculos, iniciam-se no SNC e seguem até o SNP. Isso é o que ocorre normalmente em pessoas hígidas (NOGUEIRA-NETO, 2013).

A lesão medular (LM) é uma consequência de danos aos axônios que passam ao longo da medula espinal, geralmente, causados por acidentes automobilísticos, atividades esportivas, disparos de armas de fogo, quedas e doenças como tumores (BADRAN e MOUSSA, 2005; MASDAR; IBRAHIM e JAMIL, 2012). A consequência mais diretamente observada é a incapacidade de locomoção e controle de movimentação voluntária, conforme relatado por Silva (2002). Há uma série de consequências secundárias à LM que acarretará problemas em outros sistemas do organismo, como lesões por pressão (GODKE, 2002), incontinência urinária (COSTA *et al.*, 2001) e intestinal (KINGSLEY, 2007), entre outras. Por isso, procedimentos reabilitatórios são muito importantes para a manutenção da capacidade residual muscular e devem ser realizados seguindo protocolos de treinamento elaborados para o indivíduo.

Dentre as técnicas de reabilitação, encontra-se a estimulação elétrica neuromuscular (EENM), que tem sido aplicada visando restaurar o movimento de músculos paralisados. Trata-se de um método de aplicação de correntes elétricas de baixa intensidade ao

organismo para restaurar ou melhorar uma função perdida ou debilitada (BÉLANGER *et al.*, 2000). Quando aplicada à um membro paralisado por LM, a EENM produz uma contração muscular capaz de causar um movimento funcional.

Os estimuladores elétricos neuromusculares podem contar com sistemas de controle em malha-fechada, que tendem a atingir um objetivo articular estável e com erro reduzido. Mesmo com essa técnica, fenômenos naturais do sistema neuromuscular podem levá-lo à instabilidade. O mais significativo é a fadiga muscular que, no âmbito da reabilitação, é mais bem caracterizada como uma diminuição transitória do desempenho contrátil muscular (JAILANI e TOKHI, 2012).

No contexto de um sistema de reabilitação baseado em EENM e controle em malha fechada, a fadiga muscular ocasionará instabilidades que deverão ser compensadas automaticamente pelo sistema. Invariavelmente, haverá um momento em que o sistema não mais conseguirá compensar o efeito da fadiga muscular. Esse acontecimento torna-se um problema quando se trata de aplicação de EENM para a manutenção ortostática de uma pessoa com LM ou mesmo de controle de extensão de joelho em cadeia aberta (NOGUEIRA-NETO *et al.*, 2011). Se não houver um mecanismo de segurança ou a precaução de se encerrar a aplicação da EENM antes da instalação da fadiga muscular, então, um grave acidente pode acontecer. Seria vantajosa a existência de um mecanismo virtual que pudesse antever situações potencialmente adversas antes de aplicações práticas.

Uma ferramenta de particular interesse seria o desenvolvimento de um simulador de padrões para EENM que fosse aplicado a um modelo neuromusculoesquelético de indivíduos com LM para a manutenção da postura ereta quieta que considerasse características específicas de sua musculatura. Desse modo, os melhores parâmetros estimulatórios para cada indivíduo seriam determinados previamente e poderiam ser utilizados na terapia, customizando-a e postergando a instalação da fadiga muscular.

TEMA 4: Controle muscular de pessoas idosas na presença de fadiga em resposta a perturbações: possíveis indicadores para risco de quedas.

Problematização

A prevenção de quedas tem se mostrado uma ferramenta paliativa eficiente na expectativa de vida global, especialmente na população idosa, que é a mais atingida (APRIGLIANO *et. al.*, 2015). As quedas são uma das principais causadoras de lesões, traumas, acamamento, levando ao decréscimo da expectativa de vida e aumentando o risco de morte precoce, ainda, levando a desequilíbrios posturais. Todos esses acometimentos comprometem funções motoras fundamentais como caminhar ou simplesmente a manutenção da posição ortostática (APRIGLIANO *et. al.*, 2015).

De acordo com o Sistema Único de Saúde (SUS) é registrado um custo de aproximadamente R\$ 51 milhões com tratamentos cirúrgicos e recuperativos decorrentes da queda, e também há um aumento no índice de mortalidade pós-cirúrgico (BRASIL, 2014). A maioria das quedas ocorrem durante alguma forma de locomoção ou na posição ortostática quieta, e é um elemento dependente da falha na recuperação do equilíbrio postural, quando perturbado por um fator externo como escorregar ou tropeçar (SALOT, PATEL E BHATT, 2015; ROBINOVITCH *et. al.*, 2013). Dentre os tipos de quedas, a queda não intencional é a quinta maior causa de mortalidade em idosos (BAUS *et. al.*, 2016). Existe um consenso da necessidade de estratégias para reduzir os riscos associados à queda por meio de intervenções como programas de treinamento, entretanto, diferentes programas de treinamento relatam diferentes resultados na prevenção da queda (PARIJAT E LOCKHART, 2011; HORAK *et. al.*, 1989) não tendo assim, evidências

suficientes para tratar o tema como consolidado na literatura.

A relevância da presente proposta está no desenvolvimento de metodologias de obtenção de indicadores de quedas, que são os propulsores de futuros modelos de treinamento para evitar quedas, principalmente nas populações mais vulneráveis, como o caso dos idosos. Uma forma de abordar a complexidade do assunto é a investigação sobre como o sistema nervoso organiza os padrões de ativação muscular em resposta a perturbações do equilíbrio com diferentes desafios. O mapeamento das reações neuomusculares em idosos em diferentes graus de desafio, será utilizado na elaboração de uma proposta futura de um programa de treinamento específico para a manutenção da postura e prevenção de quedas.

TEMA 5: Combinação de sinais e imagens para caracterização da contração muscular

Problematização

Os modelos biomecânicos envolvidos na dinâmica muscular podem ser usados para estimar as forças envolvidas durante as contrações musculares. Tais modelos são aplicados e testados experimentalmente em diversas situações. A avaliação dos parâmetros musculares envolve vários aspectos, tais como: arquitetura muscular, geometria muscular e capacidade funcional.

Sendo assim, o foco desse subprojeto é proporcionar uma análise conjunta da atividade músculo-esquelética, proporcionando um melhor entendimento das questões musculares envolvidas. Para isso, será utilizada uma combinação das várias modalidades tanto de sinais quanto de imagens de ultrassom.

Esse subprojeto consiste no estudo da combinação de várias técnicas já utilizadas isoladamente, tais como: a eletromiografia (EMG), a mecanografia (MMG), a ultrassonografia (US) (se possível até mesmo a ultrassonografia 3D) e a sonomiografia (SSG).

A grande vantagem de se incluir a combinação de várias modalidades é para proporcionar a inclusão de características complementares, por exemplo: com a EMG - tem-se informações elétricas e com o MMG – as informações mecânicas das contrações musculares. Já com a inclusão do US proporciona que sejam estimadas as mudanças morfológicas dos músculos tanto nas condições estáticas quanto nas dinâmicas (CHEN et al., 2012).

Mais especificamente, a inclusão do ultrassom proporciona que diferentes parâmetros morfológicos dos músculos sejam incorporados, incluindo espessura, comprimento dos fascículos musculares (i.e. os conjuntos das fibras), ângulo de penação, da seção transversal e até mesmo da espessura da camada de gordura. Sendo assim, essas características, proporcionadas pelo ultrassom, facilitam uma avaliação da funcionalidade derivada da atividade muscular que outras técnicas não permitem.

Mais recentemente, foi proposta a inclusão de sonomiografia (*sonomyography* - SMG), por meio da qual observa-se a modificação das características morfológicas em tempo real, as quais são alteradas e conseqüentemente detectadas pelo US, por meio da contração muscular isométrica, a qual também pode proporcionar o controle de próteses (CHEN et al., 2010).

Apresentamos brevemente uma revisão bibliográfica para relatar o estado da arte e a oportunidade de pesquisa dessa etapa de modo a justificar a investigação por meio de um doutorado.

Li e Tong (2016) combinou uma metodologia, na qual utilizam-se imagens de ultrassom e modelagem biomecânica. Essa abordagem permite que os parâmetros ultrassonográficos e o modelo biomecânico possam prever as mudanças das propriedades músculo-tendíneas dos pacientes após AVC.

Uma proposta parecida com a que se pretende estudar foi apresentada por Chen et al. (2017). Nesse caso, um sistema sincronizado coleta simultaneamente: sinais de ultrassom, EMG e os ângulos das articulações. Tais sinais são analisados dinamicamente de modo a verificar as mudanças funcionais e morfológicas durante as contrações musculares. Sendo assim, a ultrassonografia proporciona um método alternativo para avaliação das mudanças morfológicas para pacientes que sofreram AVC.

Outra pesquisa envolvendo avaliações de idade e gênero populacional com estudos músculo-esqueléticos, por meio de contrações isométricas foi apresentada por Wang et al. (2017). Nessa abordagem é investigada a relação entre a rigidez muscular e sua intensidade de contração.

Uma outra abordagem, envolvendo a aplicação de novas técnicas de processamento de sinais e imagens para extrair e analisar os tecidos musculoesqueléticos foi apresentada por Y. Luo et al. (2017). Sendo assim foi apresentado um novo algoritmo de segmentação por meio de treinamento de máquina (*machine learning*) possibilitando a extração de lesões das imagens de ultrassom.

Finalmente, mais recentemente Ma et al. (2019) apresenta um sistema inovador para capturar o movimento e obter medições utilizando-se de múltiplos sensores e imagens de ultrassom de uma das pernas envolvidas durante a realização do movimento. Essa proposta apresenta um sistema móvel, para aquisição dos dados de modo simultâneo, incluindo eletrodos de EMG, MMG, sensores de força, goniômetro localizado na perna/tornozelo e pé, além da captura simultânea de imagens de ultrassom. Essa abordagem permite a aquisição de dados em tempo real para compreensão e avaliação das atividades musculares e dos movimentos articulares, sendo que as atividades e medições podem ser realizadas tanto no laboratório como fora do laboratório. O controle é realizado por um microcontrolador, posicionado na cintura do voluntário. Para propósitos de validação desse sistema, os dados obtidos pelo sensor de força de reação do solo (posicionado no pé) foram comparados com os dados de uma plataforma de força. Os ângulos articulares, obtidos pelos goniômetros, foram comparados com aqueles obtidos por um sistema de captura de movimentos (Vicon).

Desse modo, essa proposta apresenta uma boa alternativa de um novo sistema, o qual pode levar à implementação de uma metodologia mais versátil por meio desse projeto, proporcionando a captura de vários dados de forma simultânea, utilizando-se vários sensores, incluindo as imagens de US.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, F. C., Lucareli, P. R. G., Menegaldo, L. L. (2017). Predicting muscle forces during the propulsion phase of single leg triple hop test. *Gait, Posture*. v. 17-7, p. 5722, 2017.

ALVIM, F. Estimativa das forças musculares durante o single leg triple hop test em mulheres jovens saudáveis e portadoras da síndrome da dor patelofemoral (Doutorado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

ANDERSON, Frank C.; PANDY, Marcus G. Dynamic optimization of human walking. *Journal of biomechanical engineering*, v. 123, n. 5, p. 381-390, 2001.

ASAI, Yoshiyuki et al. A coupled oscillator model of disordered interlimb coordination in patients with Parkinson's disease. *Biological Cybernetics*, v. 88, n. 2, p. 152-162, 2003.

BADRAN, M.e MOUSSA, M. BioMEMS implants for neural regeneration after a spinal cord injury. In: 2005 International Conference on MEMS, NANO and Smart Systems, 2005, Anais... IEEE, 2005. p. 89-90.

BATISTA JR. João Pedro. Efeito agudo de dois protocolos de alongamento por FNP no desempenho muscular. 2009. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Saúde) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Orientador: Elisangela Ferretti Manffra, 2019.

BATISTA, Mauro Alexandre Benites et al. Potencialização pós-ativação: possíveis mecanismos fisiológicos e sua aplicação no aquecimento de atletas de modalidades de potência. *Journal of Physical Education*, v. 21, n. 1, p. 161-174, 2010.

BÉLANGER, M.; STEIN, R. B.; WHEELER, G. D.; GORDON, T.e LEDUC, B. Electrical stimulation: can it increase muscle strength and reverse osteopenia in spinal cord injured individuals? *Archives of physical medicine and rehabilitation*, v. 81, n. 8, p.1090-1098, 2000.

BICALHO, Eduardo et al. Immediate effects of a high-velocity spine manipulation in paraspinal muscles activity of nonspecific chronic low-back pain subjects. *Manual therapy*, v. 15, n. 5, p. 469-475, 2010.

BOUMER, T. et al.. Influence of feet positioning on cop measures of post stroke patients in quiet standing. *Gait & Posture*, v. 66, p. 58-62, 2018.

BOUMER, Tatiane Cristine. Indicadores do controle postural em indivíduos hemiparéticos pós-AVC na postura ereta quieta e durante a execução de serious games. 2018. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Elisangela Ferretti Manffra. 2018

BRANDÃO, MARIA C. A. et al. Deltoid muscle shear modulus during sustained shoulder abduction by elastography supersonic shear wave. *Journal of Physical Education*, v. 29, p. 1-8, 2018.

CABRAL, H. V. et al. Is the firing rate of motor units in different vastus medialis regions modulated similarly during isometric contractions?. *Muscle & Nerve*, v. 57, p. 279-286, 2018.

CHEN, Xin et al. Sonomyographic responses during voluntary isometric ramp contraction of the human rectus femoris muscle. *European journal of applied physiology*, v. 112, n. 7, p. 2603-2614, 2012.

CHEN, Xin et al. Sonomyography (SMG) control for powered prosthetic hand: a study with normal subjects. *Ultrasound in medicine & biology*, v. 36, n. 7, p. 1076-1088, 2010.

CHEN, Xin et al. Ultrasonic measurement of dynamic muscle behavior for poststroke hemiparetic gait. *BioMed research international*, v. 2017, 2017.

CORREA, Katren Pedroso et al. Reliability and Minimum Detectable Change of the Gait Deviation Index (GDI) in post-stroke patients. *Gait & posture*, v. 53, p. 29-34, 2017.

COSTA, P.; PERROUIN-VERBE, B.; COLVEZ, A.; DIDIER, J. P.; MARQUIS, P.; MARREL, A.; AMARENCO, G.; ESPIRAC, B.e LERICHE, A. Quality of life in spinal cord injury patients with urinary difficulties. *European Urology*, v. 39, n. 1, p.107-113, 2001.

DE SOUZA, Leonardo Mendes Leal et al. Is myoelectric activity distributed equally within the rectus femoris muscle during loaded, squat exercises?. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 33, p. 10-19, 2017.

DE SOUZA, Mauren Abreu et al. Combining 3D models with 2D infrared images for medical applications. In: 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). IEEE, 2015. p. 2395-2398.

DE SOUZA, Mauren Abreu et al. Generation of 3D thermal models for dentistry applications. In: 2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). IEEE, 2016. p. 1397-1400.

DELP, Scott L. et al. OpenSim: open-source software to create and analyze dynamic simulations of movement. IEEE transactions on biomedical engineering, v. 54, n. 11, p. 1940-1950, 2007.

DEVETAK, Gisele Francini et al. Reliability and minimum detectable change of the gait profile score for post-stroke patients. Gait & posture, v. 49, p. 382-387, 2016.

FALLER, L.; NOGUEIRA-NETO, G. N.; BUTTON, V. L. S.e NOHAMA, P. Avaliação da fadiga muscular pela mecanomiografia durante a aplicação de um protocolo de EENM. Revista Brasileira de Fisioterapia, v. 13, n. 5, p.422-429, 2009.

FERNANDES, Walkyria Vilas Boas et al. Duração dos efeitos de uma manipulação vertebral sobre a intensidade da dor e atividade eletromiográfica dos paravertebrais de indivíduos com lombalgia crônica mecânica. Fisioterapia e Pesquisa, v. 23, n. 2, p. 155-162, 2016.

FONTENELLE, C. R. C. et al. Semitendinosus and patellar tendons shear modulus evaluation by supersonic shearwave imaging elastography. Clinical physiology and functional imaging, v. 38, n. 6, p. 959-964, 2018.

GEERS, Thomas L. An objective error measure for the comparison of calculated and measured transient response histories. Shock and Vibration Information Center The Shock and Vibration Bull. 54, Pt. 2 p 99-108(SEE N 85-18388 09-39), 1984.

GODKE, F. Sistemas dinâmicos para evitar úlceras de pressão. 2002. dissertação (MSc) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

GREGO NETO, Anselmo; MANFFRA, Elisangela Ferretti. Influência do volume de alongamento estático dos músculos isquiotibiais nas variáveis isocinéticas Influence of static stretching volume in isokinetic variables of harmstrings. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 15, n. 2, p. 104-109, 2009.

HEINE C. B. Identificação de parâmetros musculares do tríceps sural via otimização e problema inverso. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Orientador: Luciano Luporini Menegaldo.

HEINE, Cláudio Bastos; MENEGALDO, Luciano Luporini. Numerical validation of a subject-specific parameter identification approach of a quadriceps femoris EMG-driven model. Medical engineering & physics, v. 53, p. 66-74, 2018.

HELMANN, A. Características das respostas posturais a pequenas perturbações multifrequencia da postura ereta quieta de jovens e idosos. 2018. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Saúde) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Orientador: Elisangela Ferretti Manffra.

JAILANI, R.e TOKHI, M. O. The effect of functional electrical stimulation (FES) on paraplegic muscle fatigue. In: IEEE 8th International Colloquium on Signal Processing and its Applications (CSPA), 2012, Shah Alam, Selangor, Malaysia. Anais... Shah Alam, Selangor, Malaysia: IEEE, 2012. p. 500-504.

JÚNIOR, Newton S. P. et al. Reliability of ultrasound texture measures of Biceps Brachialis and Gastrocnemius Lateralis muscles' images. *Clinical physiology and functional imaging*, v. 37, n. 1, p. 84-88, 2017.

KINGSLEY, A. A retrospective review linking diarrhoea to pressure ulcers. *Wounds*, v. 3, n. 4, p.14-18, 2007.

KREFER, Andriy Guilherme et al. A method for generating 3D thermal models with decoupled acquisition. *Computer methods and programs in biomedicine*, v. 151, p. 79-90, 2017.

KRUEGER, E.; SCHEEREN, E. M.; NOGUEIRA-NETO, G. N.; BUTTON, V. L. S.e NOHAMA, P. Preliminary evaluation of mechanomyographic signal of rectus femoris muscle between spinal cord injured and healthy subjects. In: 16th Annual International FES Society Conference, 2011, São Paulo. Anais... São Paulo: Atha Communication and Publishing Machado, 2011.

KRUEGER, E.; SCHEEREN, E. M.; RINALDIN, C. D. P.; LAZZARETTI, A. E.; NEVES, E. B.; NOGUEIRA-NETO, G. N.e NOHAMA, P. Impact of skinfold thickness on wavelet-based mechanomyographic signal. *Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering*, v. 16, n. 3, p.359-368, 2018.

KRUEGER-BECK, E.; SCHEEREN, E. M.; NOGUEIRA-NETO, G. N.; BUTTON, V. L. S.e NOHAMA, P. Optimal FES parameters based on mechanomyographic efficiency index. In: Annual International Conference Proceedings of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2010, Buenos Aires. Anais... Buenos Aires: IEEE, 2010. p. 1378-1381.

LIMA, Kelly et al. Triceps surae elasticity modulus measured by shear wave elastography is not correlated to the plantar flexion torque. *Muscles, ligaments and tendons journal*, v. 7, n. 2, p. 347, 2017.

LUO, Yaozhong et al. A novel segmentation approach combining region-and edge-based information for ultrasound images. *BioMed research international*, v. 2017, 2017.

MA, Christina Zong-Hao et al. Towards Wearable Comprehensive Capture and Analysis of Skeletal Muscle Activity during Human Locomotion. *Sensors*, v. 19, n. 1, p. 195, 2019.

MAIA, Maurício Oliva Nascimento et al. The Effect of Alpinia zerumbet Essential Oil on Post-Stroke Muscle Spasticity. *Basic & clinical pharmacology & toxicology*, v. 118, n. 1, p. 58-62, 2016.

MARTELLO, Suzane Ketlyn et al. Reliability and minimal detectable change of between-limb synchronization, weight-bearing symmetry, and amplitude of postural sway in individuals with stroke. *Research on Biomedical Engineering*, v. 33, n. 2, p. 113-120, 2017.

MASDAR, A.; IBRAHIM, B.e JAMIL, M. M. A. Development of wireless-based low-cost current controlled stimulator for patients with spinal cord injuries. In: 2012 IEEE-EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences, 2012, Anais... IEEE, 2012. p. 493-498.

MATTA, Thiago Torres da et al. Texture analysis of ultrasound images is a sensitive method to follow-up muscle damage induced by eccentric exercise. *Clinical physiology and functional imaging*, v. 38, n. 3, p. 477-482, 2018.

MENEGALDO, L. L.; WEBER, H. I. Biomechanics of upright standing in humans. In: *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering–2*. Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam, 1998. p. 775-782.

- MENEGALDO, Luciano L. Real-time muscle state estimation from EMG signals during isometric contractions using Kalman filters. *Biological cybernetics*, v. 111, n. 5-6, p. 335-346, 2017.
- MENEGALDO, Luciano L.; OLIVEIRA, Liliam F. An EMG-driven model to evaluate quadriceps strengthening after an isokinetic training. *Procedia IUTAM*, v. 2, p. 131-141, 2011.
- MENEGALDO, Luciano L.; OLIVEIRA, Liliam F. The influence of modeling hypothesis and experimental methodologies in the accuracy of muscle force estimation using EMG-driven models. *Multibody System Dynamics*, v. 28, n. 1-2, p. 21-36, 2012.
- MENEGALDO, Luciano Luporini; DE OLIVEIRA, Liliam Fernandes; MINATO, Kin K. EMGD-FE: an open source graphical user interface for estimating isometric muscle forces in the lower limb using an EMG-driven model. *Biomedical engineering online*, v. 13, n. 1, p. 37, 2014.
- MENEGALDO, Luciano Luporini; DE TOLEDO FLEURY, Agenor; WEBER, Hans Ingo. A 'cheap' optimal control approach to estimate muscle forces in musculoskeletal systems. *Journal of Biomechanics*, v. 39, n. 10, p. 1787-1795, 2006.
- MENEGALDO, Luciano Luporini; DE TOLEDO FLEURY, Agenor; WEBER, Hans Ingo. Biomechanical modeling and optimal control of human posture. *Journal of biomechanics*, v. 36, n. 11, p. 1701-1712, 2003.
- MENEGALDO, Luciano Luporini; DE TOLEDO FLEURY, Agenor; WEBER, Hans Ingo. Moment arms and musculotendon lengths estimation for a three-dimensional lower-limb model. *Journal of biomechanics*, v. 37, n. 9, p. 1447-1453, 2004.
- MULLICK, Aditi A. et al. Stretch reflex spatial threshold measure discriminates between spasticity and rigidity. *Clinical Neurophysiology*, v. 124, n. 4, p. 740-751, 2013.
- NAVES, Eduardo Lázaro Martins et al. Hybrid hill-type and reflex neuronal system muscle model improves isometric EMG-driven force estimation for low contraction levels. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, v. 39, n. 9, p. 3269-3276, 2017.
- NOGUEIRA-NETO, G. N. Viabilidade do emprego de mecanomiografia no controle motor artificial em lesados medulares empregando estimulação elétrica neuromuscular. 2013. 163 f. Thesis (PhD) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.
- NOGUEIRA-NETO, G. N.; KRUEGER, E.; SCHEEREN, E. M.; NOHAMA, P.e BUTTON, V. L. S. Estimulação elétrica funcional aplicada em cadeia aberta - um estudo de caso com monitoração mecanomiográfica. In: 5th Latin American Congress of Biomedical Engineering, 2011, Havana. *Anais... Havana: IFMBE*, 2011. p. 1-4.
- NOGUEIRA-NETO, G. N.; SCHEEREN, E. M.; KRUEGER, E.; NOHAMA, P.e BUTTON, V. L. S. The influence of window length analysis on the time and frequency domain of mechanomyographic and electromyographic signals of submaximal fatiguing contractions. *Open Journal of Biophysics*, v. 3, p.178-190, 2013.
- OLIVEIRA, LILIAM F.; MENEGALDO, Luciano L. Input error analysis of an EMG-driven muscle model of the plantar flexors. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, v. 14, n. 3, p. 75-81, 2012.
- OLIVEIRA, Liliam F.; VERNEQUE, DEBORA; MENEGALDO, LUCIANO L. The influence of aging on the isometric torque sharing patterns among the plantar flexor muscles. *Acta of bioengineering and biomechanics*, v. 19, n. 1, 2017.

OLIVEIRA, Liliam Fernandes et al. In vivo passive mechanical properties estimation of Achilles tendon using ultrasound. *Journal of Biomechanics*, v. 49, n. 4, p. 507-513, 2016.

OLIVEIRA, Liliam Fernandes; MENEGALDO, Luciano Luporini. Individual-specific muscle maximum force estimation using ultrasound for ankle joint torque prediction using an EMG-driven Hill-type model. *Journal of biomechanics*, v. 43, n. 14, p. 2816-2821, 2010.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, "Guidelines on the provision of manual wheelchairs in less-resourced settings," Organização Mundial da Saúde, [Online]. Disponível em: <http://www.who.int/disabilities/publications/technology/wheelchairguidelines/en/>. [Acesso em 5 Julho 2016].

PANDY, Marcus G.; ANDRIACCHI, Thomas P. Muscle and joint function in human locomotion. *Annual review of biomedical engineering*, v. 12, p. 401-433, 2010.

PAPCKE, C. et al. A influência de diferentes condições de dupla tarefa no tempo de latência eletromiográfica, após perturbação do equilíbrio. In: XVII Congresso Brasileiro de Biomecânica, 2017, Porto Alegre. *Anais do XVII Congresso Brasileiro de Biomecânica*. Porto Alegre, 2017. v. 1. p. 503-504.

PAPCKE, C. et al. Investigation of the relationship between electrical stimulation frequency and muscle frequency response under submaximal contractions. *Artificial Organs (Online)*, v. 00, p. 00-00, 2018.

PAWLACK, A. R. et al. Como tarefas cognitivas e privação visual interferem na manutenção do equilíbrio?. In: XVII Congresso Brasileiro de Biomecânica, 2017, Porto Alegre. *Anais do XVII Congresso Brasileiro de Biomecânica*, 2017. v. 1. p. 605-605.

RINALDIN, Carla Daniele Pacheco et al. Relationship between NMES Patterns and Knee Angle Variation during Induced Fatigue Protocol in SCI Subjects. In: *BIODEVICES*. 2018. p. 224-230.

SALLES, F. A.; MÜLLER, R. W.; NOGUEIRA-NETO, G. N.; BUTTON, V. L. S.e NOHAMA, P. Sistema de análisis de señales mecanomiográficas (MMG). In: Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica, 2006, Pamplona. *Anais... Pamplona: Universidad Pública de Navarra*, 2006. p. 331-334.

SANTOS, Christiano Francisco dos; MOSER, Auristela Duarte de Lima; MANFFRA, Elisangela Ferretti. Acute effects of short and long duration dynamic stretching protocols on muscle strength. *Fisioterapia em Movimento*, v. 27, n. 2, p. 281-292, 2014.

SCHEEREN, E. M.; KRUEGER, E.; NOGUEIRA-NETO, G. N.; BUTTON, V. L. S.e NOHAMA, P. Time and frequency domains analysis of mechanomyographic signal during the application of different FES profiles. In: 5th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering, 2011, Budapeste. *Anais... Budapeste: Springer*, 2011. p. 90-93.

SCHEEREN, E. M.; NOGUEIRA-NETO, G. N.; KRUEGER-BECK, E.; BUTTON, V. L. S.e NOHAMA, P. Investigation of muscle behavior during different functional electrical stimulation profiles using mechanomyography. In: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2010, Buenos Aires. *Anais... Buenos Aires: IEEE*, 2010. p. 3970-3973.

SCHEEREN, Eduardo Mendonça et al. Influence of subcutaneous fat on mechanomyographic signals at three levels of voluntary effort. *Research on Biomedical Engineering*, v. 32, n. 4, p. 307-317, 2016.

SETH, Ajay et al. Minimal formulation of joint motion for biomechanisms. *Nonlinear dynamics*, v. 62, n. 1-2, p. 291-303, 2010.

SILVA, L. R. Sistema de controle de eletroestimulador em malha fechada utilizando lógica fuzzy. 2002. 102 f. dissertation (MSc) - UTFPR, Curitiba, 2002.

SUPIOT, Anthony et al. Effect of botulinum toxin injection on length and force of the rectus femoris and triceps surae muscles during locomotion in patients with chronic hemiparesis (FOLOTOX). *BMC neurology*, v. 18, n. 1, p. 104, 2018.

THULLER, Jailton et al. Effects of functional training and calf stretching on risk of falls in older people: A pilot study. *Journal of aging and physical activity*, v. 25, n. 2, p. 228-233, 2017.

TING, Lena H.; CHVATAL, Stacie A. Decomposing muscle activity in motor tasks. In: *Motor Control: Theories, Experiments, and Applications*. Oxford University Press, New York, 2010. p. 102-121.

VAN DER KROGT, Marjolein Margaretha et al. Neuro-musculoskeletal simulation of instrumented contracture and spasticity assessment in children with cerebral palsy. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, v. 13, n. 1, p. 64, 2016.

WANG, Cong-Zhi et al. Age and Sex Effects on the Active Stiffness of Vastus Intermedius under Isometric Contraction. *BioMed research international*, v. 2017, 2017.

Anexo II

REQUERIMENTO BENEFÍCIO CNPq

Eu, _____, admitido (a) no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde - PPGTS - *Stricto Sensu* da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR, no _____ trimestre do ano de _____, venho por meio deste, requerer à Comissão de Bolsas deste programa, a concessão de **benefício do CNPq para Doutorado**, do Programa **APOIO A FORMAÇÃO DE DOUTORES EM ÁREAS ESTRATÉGICAS**, conforme **Chamada Pública 01/2019 – CNPq**.

Quero vincular meu projeto de doutorado ao tema (assinalar um tema):

TEMA 1 - Avaliação dos efeitos de terapia anti-espasticidade sobre a contração muscular e o controle postural de pessoas com AVC.

TEMA 2 - Modelagem biomecânica do controle muscular na presença de AVC.

TEMA 3 - Simulador para otimização de perfis estimulatórios para produção de movimento artificial em pessoas com lesão medular.

TEMA 4 - Controle muscular de pessoas idosas na presença de fadiga em resposta a perturbações: possíveis indicadores para risco de quedas.

TEMA 5 - Combinação de sinais e imagens para caracterização da contração muscular.

Declaro, ainda, estar ciente dos termos contidos no edital do processo de concessão.

Curitiba, _____ de _____ de _____.

Assinatura

Anexo III



TERMO DE COMPROMISSO

Declaro, para os devidos fins, que eu, _____, CPF _____, aluno(a) devidamente matriculado(a) no Curso de Pós-Graduação em Tecnologia em Saúde / Área Interdisciplinar sob o número de matrícula _____, em nível de doutorado, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, tenho ciência das obrigações inerentes à qualidade de beneficiário de bolsa, conforme o regulamento vigente do Programa de Pós-Graduação e do Programa **Apoio a Formação de Doutores em Áreas Estratégicas**, conforme **Chamada Pública 01/2019 – CNPq**. Nesse sentido, COMPROMETO-ME a respeitar as seguintes cláusulas:

I – comprovar desempenho acadêmico satisfatório consoante as normas definidas pelo Programa de Pós-Graduação;

II – dedicar-me integralmente às atividades acadêmicas e de pesquisa do Programa de Pós-Graduação;

III – não possuir qualquer relação de trabalho com a instituição promotora do Programa de Pós-Graduação;

IV – quando pós-graduando no nível de doutorado, realizar estágio de docência;

V – não acumular a bolsa com outras do CNPq ou de quaisquer agências nacionais, estrangeiras ou internacionais de fomento ao ensino e à pesquisa ou congêneres,

VI - não receber remuneração proveniente de vínculo empregatício ou funcional, concomitante com a bolsa do CNPq, exceto quando contratado como professor substituto nas instituições públicas de ensino superior, desde que devidamente autorizado pela coordenação do curso com a anuência do orientador.

VII – se servidor público, demonstrar regularidade do afastamento do exercício do cargo, salvo se conciliáveis as atividades do curso com a jornada laboral;

VIII – assumir a obrigação ressarcir o CNPq quanto aos recursos pagos em seu proveito, atualizados pelo valor da mensalidade vigente no mês da devolução, no caso de abandono ou desistência de própria iniciativa, sem motivo de força maior, ou pelo não cumprimento das disposições normativas, no prazo de até 30 (trinta) dias contados da data em que se configurar o abandono ou desistência. Não cumprido o prazo citado, o débito será atualizado monetariamente, acrescido dos encargos legais nos termos da lei (IN 35/2000, Art. 11, III, TCU);

IX) devolver ao CNPq eventuais benefícios pagos indevidamente. Os valores a serem devolvidos podem ser deduzidos das mensalidades no caso de beneficiários com bolsas ativas, ou ser objeto de cobrança administrativa;

X) encaminhar ao coordenador do Programa relatório técnico final e, no caso de doutorado, cópia da prestação de contas das taxas de bancadas efetivamente recebidas; e

XI) encaminhar ao CNPq, em formulário eletrônico específico, relatório técnico final e prestação de contas das taxas de bancada com a aprovação do orientador.

Assinatura do(a) beneficiário (de bolsa ou taxa):

Local e data: _____

Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação	Representante da Comissão de Bolsas
_____ Carimbo e assinatura	_____ Nome e assinatura