Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica – PPGEL

Associação ampla UFSJ / CEFET-MG

Sistema para Monitoramento e Treinamento de Assoalho Pélvico

Március Cláudio da Silva

Orientador: Márcio Falcão Santos Barroso

Coorientadora: Luciana Regina Ferreira Pereira da Mata

São João del-Rei, 25 de março de 2019

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica – PPGEL

Associação ampla UFSJ / CEFET-MG

Sistema para Monitoramento e Treinamento de Assoalho Pélvico

Március Cláudio da Silva

Dissertação apresentada à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, associação ampla entre a Universidade Federal de São João del-Rei e o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica.

Orientador: Márcio Falcão Santos Barroso

Coorientadora: Luciana Regina Ferreira Pereira da Mata

São João del-Rei, 25 de março de 2019

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586s

Silva, Március Cláudio da .
Sistema para Monitoramento e Treinamento de Assoalho Pélvico / Március Cláudio da Silva ; orientador Márcio Falcão Santos Barroso; coorientadora Luciana Regina Ferreira Pereira da Mata. -- São João del-Rei, 2019.
113 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica) -- Universidade Federal de São João del-Rei, 2019.

1. câncer de próstata. 2. prostatectomia. 3. incontinência urinária. 4. modalidades de tratamento combinado. 5. exercício físico. I. Barroso, Márcio Falcão Santos, orient. II. Mata, Luciana Regina Ferreira Pereira da, co-orient. III. Título.

Dedico esta Dissertação aos meus filhos e esposa pelo carinho e compreensão.

Agradecimentos

À Camila, Pedro e Sofia pelo Amor, Carinho e Compreensão em minha ausência nesses últimos anos e nos momentos adversos superados, fortalecendo-nos ainda mais como FAMÍLIA. AMO vocês!

Agradeço imensamente ao meu Orientador, Professor Doutor Márcio Barroso, pelo apoio, confiança e PACIÊNCIA durante estes anos, dando-me força em momentos críticos e compreendendo a dificuldade que cada momento requeria, principalmente, por ter tornado tudo possível desde a primeira conversa sobre a possibilidade do aceite em orientar-me nesta jornada. Obrigado por acreditar em mim desde o início!

À minha Co-orientadora, Professora Doutora Luciana Mata, pela imensa PACIÊNCIA durante este trabalho e pela PRESTEZA e dedicação nos momentos em que mais precisei. Este trabalho foi possível graças a você!

Ao Professor Doutor Rafael Emílio, pela ajuda no desenvolvimento do projeto.

Aos meus pais, Geraldo e Maria da Graças, por serem meus primeiros mestres. Em especial, à minha Mãe, por juntos transpormos obstáculos que pareciam intransponíveis, que hoje fazem parte da história. E à minha sobrinha Beatriz.

A todos os professores e funcionários do PPGEL pelo aprendizado durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos e colegas do Mestrado, em especial ao Talysson, Victor, Gabriel, Mateus e Erick pelo companheirismo durante todo o trabalho, tornando possível chegar ao fim deste ciclo.

Ao amigo Jim Jones, em especial pela disponibilidade, conhecimento e amizade verdadeira. Este trabalho não seria possível sem sua ajuda.

Ao GCOM e ao Cyros, pelo aprendizado e suporte.

À Professora Doutora Rosana Cambraia por ter me iniciado na ciência!

Ao amigo de infância, Vinícius, pelas conversas, conselhos e amizade verdadeira ao longo dos anos!

Ao pessoal do SMF, pelo apoio e ensinamento ao longo dos anos.

Á FAPEMIG pelo auxílio na execução deste trabalho.

Aos meus FAMILIARES e a todos que não foram citados o meu Muito Obrigado, por estarem sempre presentes e me apoiarem!

Enfim, a todos, que, de alguma, forma contribuíram para a conclusão deste trabalho, o meu muito obrigado.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota”.

(Theodore Roosevelt)

“Andei. Por caminhos difíceis, eu sei. Mas olhando o chão sob meus pés, vejo a vida correr. E, assim, cada passo que der, tentarei fazer o melhor que puder. Aprendi. Não tanto quanto quis, mas vi que, conhecendo o universo ao meu redor, aprendo a me conhecer melhor, e assim escutarei o tempo, que ensinará a tomar a decisão certa em cada momento. E partirei em busca de muitos ideais. Mas sei que hoje se encontram meu passado, futuro e presente. Hoje, sinto em mim a emoção da despedida. Hoje é um ponto de chegada e, ao mesmo tempo, ponto de partida. De tudo, ficarão três coisas: a certeza de estar sempre começando, a certeza de que é preciso continuar e a certeza de ser interrompido antes de terminar. Fazer da queda um passo de dança, do medo uma escada, do sonho uma ponte, da procura um encontro”.

Fernando Sabino

Resumo

Ao observar a relação da evolução tecnológica com a evolução social, torna-se perceptível a forma com que a sociedade vem se adaptando às novas tecnologias e seus benefícios devido aos avanços científicos e tecnológicos que acarretam profundas mudanças no modo e estilo de vida das pessoas, principalmente no que se refere ao conforto e comodidade. Especialmente no que tange às pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, esses avanços se mostram extremamente importantes, pois visam promover maior funcionalidade, autonomia, independência, qualidade de vida e/ou inclusão social. Com o aumento progressivo da expectativa de vida do homem em decorrência dos avanços científico-tecnológicos nas últimas décadas, o câncer se tornou um dos temas com um grande número de pesquisas pelas suas características evolutivas, grau de mortalidade e por ser um importante problema de saúde pública mundial sendo a segunda causa principal de morte. Dentre (a proliferação anormal de determinado decido), neoplasia, o câncer de próstata (CP) é o segundo tipo de câncer mais comum em homens no mundo, em primeiro está o câncer de pulmão. Dentre as complicações cirúrgicas de CP a incontinência urinária (IU) é considerada uma das consequências mais aflitivas e com piora drástica e negativa na qualidade de vida dos indivíduos submetidos à prostatectomia radical (PR), apresentando uma incidência que chega a 91% dos pacientes submetidos à cirurgia. Desde 2005, o tratamento de primeira linha para IU, considerado pela Sociedade Internacional de Continência, é o treinamento muscular do assoalho pélvico devido ao baixo custo e risco. Na literatura utilizada neste trabalho são apresentados alguns métodos para tratamento de IU os quais utilizam equipamentos que fazem uso de estimulação elétrica, principalmente na região perianal e sondas endo-anais ou toque digital anal, para estimularem a contração dos músculos do assoalho pélvico ou avaliar a força de contração dessa musculatura, o que gera uma baixa adesão e desconforto ao paciente. Portanto, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um equipamento externo, que fica localizado na região de períneo, que consiga monitorar o treinamento dos músculos do assoalho pélvico durante a recuperação de IU pós PR. Este trabalho foi realizado por meio de um estudo experimental que visou garantir a reprodutibilidade e repetitividade do desenvolvimento e construção de um inserto voltado para o tratamento de IU em homens submetidos à PR usando *feedback* tátil e visual, utilizando como forma de captação de informações um componente inflável e sensores de eletromiografia de superfície, respectivamente. O *software* de monitoramento e treinamento dos músculos do assoalho pélvico (SUAPE) é uma interface homem-máquina desenvolvida para este trabalho, que realiza a comunicação com o inserto e mostra de forma gráfica e intuitiva os dados que estão sendo coletados. Os resultados experimentais obtidos evidenciam que o sistema inserto-*software* apresentado neste trabalho conseguiu monitorar o treinamento muscular do assoalho pélvico sem interferência de músculos adjacentes. O sistema apresentou boa reprodutibilidade e repetitividade nos testes realizados, demonstrando então ser uma ferramenta aplicável no auxílio no tratamento de homens com incontinência urinária pós prostatectomia radical.

Palavras-chave: prostatectomia, incontinência urinária, exercício físico, câncer de próstata, modalidades de tratamento combinado, tratamento, terapias.

Abstract

Observing the relationship between technological evolution and social evolution, it becomes apparent how society is adapting to new technologies and its benefits due to the scientific and technological advances that bring about profound changes in the way people's lifestyle, especially about confort and convenience. Notably with regard to people with disabilities, inability or reduced mobility, these advances are extremely important, aim to promote greater functionality, autonomy, independence, quality of life and / or social inclusion. The greatests results obtained in scientific and tecnological advanced in(acho q aqui é at) the last decades increase the men expctanticy life, cancer has become one of the themes with a great number of researches due to its evolutionary characteristics, degree of mortality and because it is an important health problem the second leading cause of death. Among the (abnormal proliferation of certain determinate), neoplasm, prostate cancer (PC) is the second most common cancer in men in the world, lung cancer is the first. Among the surgical complications of CP, urinary incontinence (UI) is considered one of the most distressing, drastic and negative worsening of the quality of life of individuals undergoing radical prostatectomy (PR), presenting an incidence that reaches 91% of the patients submitted the surgery. Since 2005, the main IU treatment, considered by the International Continence Society, is the pelvic floor muscular training due to the low cost and risk. In the literature used in this work are presented some methods for the treatment of UI which use equipment that use electrical stimulation, mainly in the perianal region and endo-anal probes or anal digital touch, to stimulate the contraction of the pelvic floor muscles or to evaluate the force of contraction of this musculature, which generates a low adhesion and discomfort to the patient. Therefore, this study aims to develop an external equipment, located in the perineal region, that can monitor the training of the pelvic floor muscles during the recovery of UI after PR. This work was carried out through an experimental study aimed at guaranteeing the reproducibility and repetitiveness of the development and construction of an insert aimed at the treatment of UI in men submitted to PR using tactile and visual feedback, using an infalatable component to information gathering and surface electromyography sensors, respectively. Pelvic floor muscle monitoring and training software (SUAPE) is a interface developed for this work, which performs communication with the insert and graphically and intuitively shows the data being collected. The experimental results obtained evidenced that the software-insert system presented in this study was able to monitor pelvic floor muscle training without interference from adjacent muscles. The system showed good reproducibility and repeatability in the tests performed, thus demonstrating that it is an applicable tool in the treatment of men with urinary incontinence after radical prostatectomy.

Keywords: combined modality therapy, exercise, prostate cancer, prostatectomy, prostatic neoplasms, therapeutics, treatment, urinary incontinence.

Lista de Figuras

Figura 1: Relação de publicações por ano. Fonte: Web of Science, 2018. 27
Figura 2: Relação de publicação por área. Modificada de Web of Science, 2018. 27
Figura 3: Fenda sináptica. Fonte: Hall, 2017. 50
Figura 4: Eventos do potencial de ação em uma fibra nervosa. (a) Potencial de membrana e condutâncias da membrana aos íons de sódio e potássio ao longo do potencial de ação. (b) Propagação do potencial de ação ao longo da fibra. Fonte: Hall, 2017. 51
Figura 5: Representação da unidade motora funcional. Fonte: Hall, 2017. 52
Figura 6: Tipo de fibra muscular e seu recrutamento em relação a contração muscular. Fonte: Hall, 2017. 52
Figura 7: Músculos do Assoalho Pélvico superficiais. Fonte: Palma, 2014. 53
Figura 8: Músculos do Assoalho Pélvico profundos. Fonte: Hall, 2017. 54
Figura 9: Medidas adotadas como base para a construção do inserto, vista cranial. Modificada de (Hall, 2017). 59
Figura 10: Medidas adotadas como base para a construção do inserto, vista lateral. Modificada de (Hall, 2017). 59
Figura 11: *Design* do componente inflável e sua medida. 60
Figura 12: Protótipo do componente inflável. 60
Figura 13: Blocos de identificação da placa do arduino. 61
Figura 14: Aquisição do sinal mioelétrico, onde, m = sinal mioelétrico e n = ruído. Modificado de (De Luca, 2002). 62
Figura 15: Etapas de processamento do sinal EMG. 65
Figura 16: Componente inflável responsável pela *feedback* tátil da ativação dos MAP. 68
Figura 17: Visualização do feedback do componente inflável. Os picos representam as contrações em teste laboratorial de calibragem. 69
Figura 18: Procedimento experimental para coleta de dados. 70
Figura 19: Eletromiógrafo de 5 canais desenvolvido para o estudo. 71
Figura 20: Gráfico da diferença de pressão sofrida pelo componente inflável captada pelo sensor com contração dos MAP, os picos representam as contrações do AP. 73
Figura 21: *Slider* de controle de insuflação do inserto. 73
Figura 22: Gráficos referentes aos 5 canais de EMG. De cima para baixo e da esquerda para a direita, têm-se o canal 1: reto-abdominal; canal 2: grácil direito; canal 3: grácil esquerdo; canal 4: glúteo máximo esquerdo e canal 5: glúteo máximo direito. 74
Figura 23: Dados de entrada obrigatórios para gerar o relatório. 75

Figura 24: Tela de *feedback* visualizada durante a realização do exame. 75
Figura 25: *Boxplot* para comparar os dados do GT e GC..... 79
Figura 26: Comparação dos gráficos GT e GC, onde GT=grupo experimental e GC=gurpo=controle.80
Figura 27: Teste de *Kolmogorov-Smirnov* para verificar a curva de distribuição normal dos dados.... 81

Lista de Tabelas

Tabela 1: Relação de publicações de artigos nos principais periódicos relacionando tecnologia assistiva e saúde. 26

Tabela 2. Resultado de estudos encontrados por base de dados..... 36

Tabela 3. Quadro sinóptico dos 17 estudos considerados. 38

Tabela 4: Posicionamento dos eletrodos considerando o SENIAM..... 71

Tabela 5: Análise R&R do coeficiente de variação para homogeneidade dos dados. Onde μ=média; σ=desvio padrão; CV=coeficiente de variação..... 78

Tabela 6: Resultado do teste T *studant* para GT e GC.Onde: μ=média; σ=desvio padrão; σ^2=variância; p=Pvalue(valor de P); t_c=valor crítico de T studant; t_{obs}=valor observado no T studant..... 81

Tabela 7: Média de dados dos ensaios do GT (contração MAP). Onde: μ das μ=média da média; μ dos σ=média do desvio padrão; μ das σ^2=média da variância..... 82

Tabela 8: Média de dados dos ensaios do GC (sem contração do MAP). Onde: μ das μ=média da média; μ dos σ=média do desvio padrão; μ das σ^2=média da variância 83

Lista de Símbolos

α – alfa;

Bar – unidade de pressão;

H_0 – hipótese nula;

H_a – hipótese alternativa;

Hz – hertz;

kPa – unidade de pressão em pascal;

mA – miliampère;

mV – milivolt;

µV – microvolts;

μ_C – média do grupo controle;

μ_T – média do grupo teste;

σ – desvio padrão;

σ^2 – variância;

V – volt;

W – watt;

$\bar{x}$ – média aritmética;

V_{max} – tensão máxima no conversor analógico-digital;

V_{min} – tensão mínima no conversor analógico digital.

Lista de Abreviações

AD – Conversor Analógico-Digital;

AP – Assoalho Pélvico;

CAFe – Comunidade Acadêmica Federada;

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Siperior;

CMRR – Taxa de Rejeição de Modo Comum;

CP – Câncer de Próstata;

CV – Coeficiente de variação;

CyRoS – Núcleo de Robótica e Tecnologias Assistivas;

EENM – Eletroestimulação Neuromuscular;

EMG – Eletromiografia;

EMGs – Eletromiografia de Superfície;

ENMG – Eletroneuromiografia;

GC – Grupo controle;

GND – Ground;

GT – Grupo teste;

IA – Amplificador de Instrumentação;

IHM – Interface homem-máquina;

INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial;

IU – Incontinência Urinária;

IUPPR – Incontinência Urinária Pós Prostatectomia Radical;

LASCI – Laboratório de Sistemas Cibernéticos;

LILACS – Literatura Latino-Americana e do Caribe em Saúde;

MAP – Músculos do Assoalho Pélvico;

Mm – Músculos;

NETEC – Núcleo de Empreendedorismo e Inovação Tecnológica;

PA – Filtro Passa-Alta;

PAUM – Potencial de Ação de Unidade Motora;

PEDro – Physiotherapy Evidence Database;

PICO – Paciente–Intervenção–Comparação–Desfecho

PR – Prostatectomia Radical;

PU – Sistema Por Unidade;

PWM – *Pulse Width Modulation*;

RF – Filtro Rejeita-Faixa;

SEIPI – Setor de Inovação e Propriedade Intelectual;

SENIAM – *Surface EMG for Non-Invasive Assessment of Muscles*;

SIC – Sociedade Internacional de Continência;

SUAPE – Sistema de Monitoramento e Treinamento do Assoalho Pélvico;

TA – Tecnologia Assistiva;

TMAP – Treinamento Muscular do Assoalho Pélvico;

UFSJ – Universidade Federal de São João del-Rei;

UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá;

USB – *Universal Serial Bus*;

VCC – Diferença de Potencial;

Sumário

1 Introdução 26
1.1 Contextualização 26
1.2 Relevância 28
1.3 Motivação 29
1.4 Justificativa 30
1.5 Identificação do problema 32
1.6 Objetivos 33
1.6.1 Objetivo geral 33
1.6.2 Objetivos específicos 33
1.7 Organização da dissertação 34
2 Revisão de Literatura 35
3 Fundamentação Teórica 47
3.1 Eletromiografia 47
3.2 Neurofisiologia 49
3.3 Potencial de ação de membrana 50
3.4 Unidade motora 51
3.5 Assoalho pélvico 53
3.5.1 Músculos do assoalho pélvico 53
3.6 Eletromiografia do assoalho pélvico 55
4 Metodologia 57
4.1 Desenho do estudo 57
4.2 Desenvolvimento 57
4.3 Projeto, construção e montagem do inserto 58
4.3.1 Componente inflável 58
4.3.2 Sistema de aquisição e controle de EMG 62
4.3.3 Validação e calibragem do inserto 65
4.3.4 Descrição do protocolo experimental 69
4.3.5 Coleta de dados 72
4.3.6 Registro de patente e registro do *software* 76
5 Resultados 78

5.1 Análise dos dados 78
6 Conclusão 84
6.1 Trabalhos futuros 85
7 Referências Bibliográficas 87
8 Apêndice A 97
9 Apêndice B 107

CAPÍTULO 1

Introdução

1.1 Contextualização

Ao observar a relação da evolução tecnológica com a evolução social, torna-se perceptível a forma com que a sociedade vem se adaptando às novas tecnologias e seus benefícios devido aos avanços científicos e tecnológicos que acarretam profundas mudanças no modo e estilo de vida das pessoas, principalmente no que se refere ao conforto e comodidade (ALNAHDI, 2014; MITTLER, 2015). Especialmente, no que tange às pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, esses avanços se mostram extremamente importantes, pois visam a promover maior funcionalidade, autonomia, independência, qualidade de vida e/ou inclusão social (MITTLER, 2015; WOLPAW *et al*., 2002).

Da inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade, surge, pela primeira vez, o termo *Assistive Technology*, traduzido no Brasil como Tecnologia Assistiva (TA). Essa expressão tem origem em 1988 pela *Americans with Disabilities Act* (ADA) (BOYD, 2008). De acordo com Cook e Polgar (2014) houve um aumento significativo de pesquisas em TA nas últimas décadas devido ao reconhecimento da multi-interdisciplinaridade e aos diferentes fatores sociais e ambientais considerados essenciais para a melhoria da saúde, funcionalidade e interação social do indivíduo no meio onde está inserido. Como pode ser observado na Tabela 1 que representa a quantidade de artigos publicados na última década relacionando tecnologia assistiva e saúde.

Tabela 1: Relação de publicações de artigos nos principais periódicos relacionando tecnologia assistiva e saúde.

Ano	***PubMed***	**IEEE*Xplore***	***Science Direct***
2009	140	20	6004
2010	157	17	6258
2011	138	30	6833
2012	167	36	7960
2013	186	33	8820
2014	259	57	10153
2015	364	50	11420
2016	307	58	12921
2017	462	104	13988
2018	305	45	16670

A Tabela 1 foi construída com base nas palavras chaves *assistive tecnology* e *health* nos seguintes bancos de dados: PubMed, IEEEXplore e Science Direct, referente a a última década de 2009 a 2018. Pode-se perceber um crescimento de 276,11% do número de artigos encontrados nos três bancos de dados relacionados anteriormente. Esse crescimento pode ser explicado por se tratar um campo inovador que traz uma maior probabilidade de que haja algo novo e relevante para a comunidade científica que envolve a interrelação entre as diversas áreas científicas (SANDSTRÖ; VAN DEN BESSELAAR, 2016). A exemplificação do crescimento de publicações nos últimos anos está mostrada na Figura 1 gerado pelo banco de dados da *Web of Sciense* com base nas palavras chaves *assistive technology* e *health* entre os anos de 2009 e 2018 e relacionado a área de concentração dos estudos a área de reabilitação concentra o maior número de publicações visto na Figura 2.

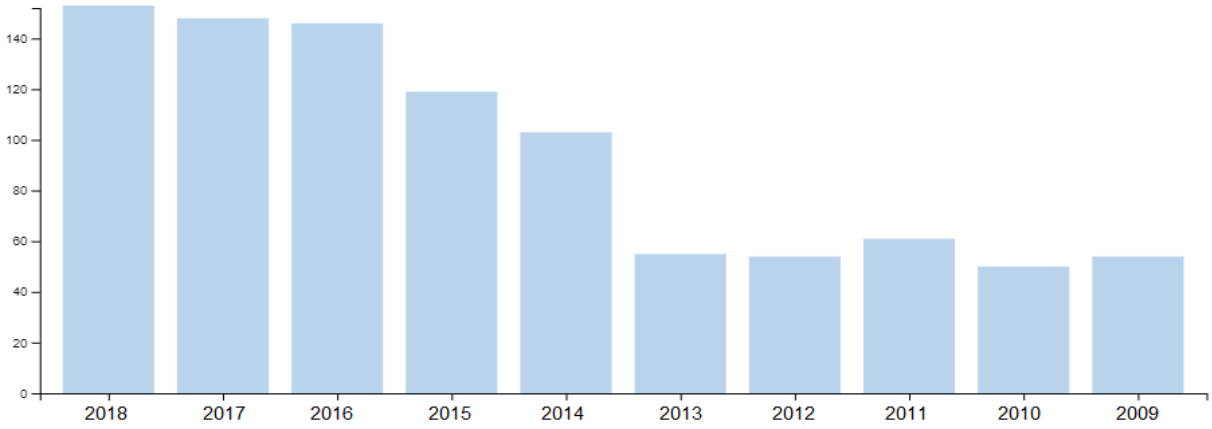


Figura 1: Relação de publicações por ano. Fonte: Web of Science, 2018.

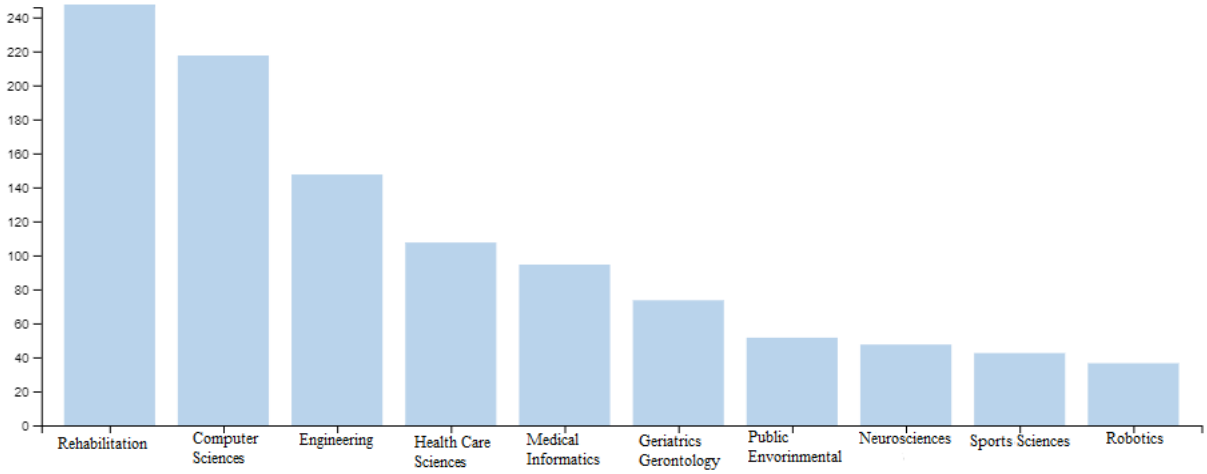


Figura 2: Relação de publicação por área. Modificada de Web of Science, 2018.

1.2 Relevância

O aumento progressivo da expectativa de vida em decorrência dos avanços científico-tecnológicos nas últimas décadas é uma das principais características do processo de transição epidemiológica do nosso País, tal fato impacta em maior prevalência de doenças crônicas não transmissíveis. No Brasil, isso se torna um problema de saúde pública complexo dada a sua magnitude social, econômica e epidemiológica (CAMPOLINA *et al.*, 2013; MURPHY *et al.*, 2014; MURPHY *et al.*, 2015).

O câncer é um importante problema de saúde pública mundial e é a segunda causa principal de morte em países desenvolvidos (SIEGEL; MILLER; JEMAL, 2017; TORRE *et al*., 2016). Dentre as mobi-mortalidades de neoplasia o câncer de próstata (CP) é o segundo tipo de câncer mais comum em homens no mundo, principalmente, em países desenvolvidos pela elevada expectativa de vida (DANIYAL *et al.*, 2014; MOTTET *et al.*, 2017).

Para o biênio 2018/2019, segundo estimativas do Instituto Nacional de Câncer – INCA (2017), são esperados 420 mil novos casos de câncer. Todavia, com o cálculo global corrigido para os subregistros, a ocorrência de novos casos pode chegar a 640 mil novos casos. Destes, 31,7% novos casos de CP são esperados; ou seja, mais de 120 mil novos casos. Assim, um em cada sete homens será diagnosticado com câncer de próstata durante a vida. Se considerarmos o aumento da expectativa de vida serão seis em cada dez casos acometendo homens com mais de 65 anos. Dados recentes mostram que 64% de novos casos de CP foram diagnosticados em homens com mais de 65 anos de idade (RYU *et al.*, 2016). O CP tem no envelhecimento o principal fator de risco e a hereditariedade como um marcador de alta relevância.

A prostatectomia radical (PR) é o tratamento de primeira linha para o câncer de próstata localizado mais utilizado atualmente (51,6%) e, possivelmente, o mais eficaz, que consiste na excisão completa da próstata, vesículas seminais, ductos ejaculatórios, esfíncter proximal e parte proximal do esfíncter distal (MOTTET *et al.*, 2017; RENDON *et al.*, 2017). Dependendo do estágio que o câncer de próstata se encontra a excisão pode envolver uma maior ou menor quantidade de estruturas devido a margem de segurança e está intimamente associada a experiência do cirurgião e a técnica cirúrgica aplicada (retropúbica – mais utilizada denominada de cirurgia aberta, perineal, laparoscópica e a laparoscópica assistida por robô – menos invasiva e com uma recuperação mais rápida mas realizada apenas em grandes centros médicos), sendo que as complicações pós PR está associada, principalmente, ao estágio do câncer, experiência do cirurgião, técnica cirúrgica empregada e idade do paciente (MOTTET *et al.*, 2017; RENDON *et al.*, 2017).

1.3 Motivação

A Sociedade Internacional de Continência (SIC) define incontinência urinária (IU) como a queixa de qualquer perda ou saída involuntária de urina (ANDERSON *et al*., 2015; HERSCHORN, 2013). A incontinência urinária pós prostatectomia radical (IUPPR) é considerada uma complicação importante e comumente relatada com impacto negativo significativo na qualidade de vida do indivíduo, deixando-o deprimido, desanimado, socialmente isolado, além de favorecer a infecção urinária e dermatites (HACAD *et al.*, 2015), embora existam poucos dados sobre o impacto de vida entre os sobreviventes de câncer, especialmente em populações idosas (DAVIS *et al*., 2014; MIRANDA *et al*., 2016; WHITE *et al*., 2013).

A IUPPR pode ser classificada em três tipos: IU de esforço, caracterizada pela perda de urina com aumento da pressão intrabdominal, por exemplo, ao tossir ou espirrar, decorrente do aumento da pressão intravesical e menor pressão uretral; IU por urgência, caracterizada pela perda da complacência vesical e ou hiperatividade do detrusor; e IU mista, quando ocorre a concomitância entre os tipos de IU (CHANG; LAM; PATEL, 2016; REYNOLDS; FOWKE; DMOCHOWSKI, 2016; HILTON *et al*., 2015) .

A fisiopatologia da IUPPR não está completamente elucidada, podendo estar associada a vários fatores, mas na maioria dos casos, associa-se a IU a uma insuficiência esfincteriana distal pós PR causada pela lesão de fibras musculares estriadas e/ou pela lesão de fibras nervosas inervatórias (HEESAKKERS *et al*., 2017; SANDHU, 2016). Isso, devido à ressecção do esfíncter proximal e parte do esfíncter distal durante a PR (CHANG; LAM; PATEL, 2016). O esfíncter uretral distal, também conhecido como “esfíncter externo”, é composto por fibras de contração lenta, por musculatura esquelética periuretral, constituído de fibras de contração rápida, e musculatura lisa intrínseca (continuação das fibras do detrusor) (HOYLAND *et al.*, 2014; PASTORE *et al.*, 2017).

A IUPPR apresenta uma incidência que varia de 2 a 87% pós PR, sendo essa discrepância explicada pelo tipo de procedimento ou técnica cirúrgica adotado (CHANG; LAM; PATEL, 2016), e a existência de ressecção transuretral prévia, radioterapia e/ou quimioterapia associadas (FAITHFULL *et al.*, 2015). A diferença na definição e modo de avaliação de IU adotada também explicam a diferença da incidência (BOURKE *et al.*, 2016; CHANG; LAM; PATEL, 2016; MANLEY *et al.*, 2016), bem como o tempo pós cirúrgico que o paciente se encontra no momento da avaliação (ZAIDAN, PATRÍCIA *et al.*, 2014). A IU é considerada uma das consequências mais aflitiva e com piora drástica e negativa na qualidade de vida dos indivíduos submetidos a PR *(* CHANG; LAM; PATEL, 2016; MATA, 2013; RIGATTI *et al*., 2012; ZAIDAN *et al*., 2014)

Nassif *et al*. (2009) descrevem em seu estudo uma taxa de IU de 2% em pacientes com até seis anos após procedimento, enquanto Wolin, Carson e Colditz (2010) observaram 59% de incontinência

após seis semanas da cirurgia. Frequentemente, com seis meses de pós-operatório, o controle urinário alcança o seu patamar de estabilidade de continência basal (DEMAAGD; DAVENPORT, 2012; KUMAR *et al*., 2009; KUMAR; NITTI, 2010; MOORE; LUCAS, 2010; SACCO *et al*., 2006, 2018; SCHRÖDER *et al*., 2010). Segundo os estudos de Van Kampen *et al*. (2000) com 102 pacientes submetidos à PR, os pacientes apresentaram uma incidência de 91% de IU logo após a retirada da sonda vesical. Outros estudos apontam uma incidência de 30 a 40% de IU um ano após a cirurgia (BØ *et al.*, 2007). Para Rodrigues (2010) a porcentagem de continentes não atinge 40%, passado um ano da cirurgia. E segundo Haglind *et al*. (2015), em um estudo controlado não randomizado em 14 centros de tratamento, 12 meses após a cirurgia, 21,3% dos pacientes eram incontinentes.

No entanto, até os dias atuais, a prática clínica de avaliação de contração dos músculos do assoalho pélvico (MAP) é realizada de forma subjetiva pelo toque digital anal do profissional de saúde sendo solicitada a contração muscular do MAP e a força é avaliada pela percepção, sensibilidade e experiência profissional e/ou inspeção visual. As formas objetivas de medir a força dos MAP é por meio de instrumentos como o perineômetro ou a sonda endo-anal sendo que, conforme Bø e Sherburn (2005) e Frawley *et al.* (2006), essa medida pode estar superestimada devido à contração reflexa dos MAP em resposta à contração da musculatura abdominal.

O treinamento dos músculos do assoalho pélvico (TMAP) se faz necessário por promover o aumento de força e de resistência, pelo princípio da repetição de contrações musculares (HALL, 2017). Esse ganho tanto de força quanto de resistência promove a continência a partir do aumento da pressão uretral causada pelas alterações fisiológicas ocorridas nas fibras musculares dos tipos tônicas e fásicas e ao aumento no número de fibras recrutadas durante uma contração (ABRAMS *et al.*, 2017; MANLEY *et al.*, 2016). Outro fator contribuinte para a continência após o TMAP é uma melhor atividade e motricidade do esfíncter externo possibilitando um aumento da pressão na em decorrência de uma melhora da motricidade e atividade do esfíncter externo (MANLEY *et al.*, 2016; ZAIDAN, PATRICIA; PEREIRA; DA SILVA, 2018).

1.4 Justificativa

Na perspectiva de Zaidan *et al*. (2014), o tratamento para IUPPR apresenta uma recuperação espontânea do controle urinário de três meses a dois anos após a cirurgia embora, para *Overgård et al*. (2008), alguns pacientes podem se tornar incontinentes tardiamente. Essa recuperação espontânea é favorecida com a reabilitação da musculatura de assoalho pélvico (AP) viabilizando, mais precocemente, a continência urinária (CARVALHO; SILVA; SILVEIRA, 2018; ITHAMAR *et al*., 2018; SANTOS *et al*., 2017).

Sandhu (2016) corrobora a ideia de restauração da continência por meio da reabilitação dos músculos do assoalho pélvico ao priorizar o início imediato do tratamento, logo após a retirada da sonda vesical. Outros estudos apontam o treinamento dos músculos do assoalho pélvico (TMAP) como um dos principais responsáveis pela continência urinária após a PR (CHADE *et al*., 2012; MANLEY *et al*., 2016; RIGATTI *et al*., 2012; ZAIDAN; SILVA, 2016).

A SIC, desde 2005, indica como tratamento conservador o tratamento fisioterapêutico como opção de primeira linha para a IU, devido ao baixo custo, baixo risco, baixos efeitos colaterais e eficácia comprovada (ABRAMS *et al.*, 2017). O treinamento muscular do assoalho pélvico (TMAP) para o tratamento da IU tem seus primeiros registros datados na década de 1930 (KEGEL, 1948, 1930), sendo amplamente utilizado até os dias atuais.

A reabilitação ou TMAP é realizada por meio da cinesioterapia, podendo fazer uso de *feedback*, eletroestimulação funcional com eletrodo endo-anal, estimulação elétrica transcutânea ou uma combinação desses métodos (BERGHMANS *et al.*, 2013; CHUGHTAI *et al.*, 2013; ZAIDAN; SILVA, 2016). Nesse contexto, a conscientização do paciente da existência e função do AP possibilita o ganho de força e de motricidade voluntária do esfíncter externo da uretra com consequente aumento da pressão uretral favorecendo, assim, a continência urinária (MANLEY *et al.*, 2016; ZAIDAN; SILVA, 2016).

De acordo com Abrams et al. (2017) o TMAP é realizado baseado em cinesioterapia, técnica que realiza basicamente exercícios de Kegel. Esses exercícios trabalham os músculos do AP promovendo o aumento e fortalecimento do tônus da musculatura pélvica e, consequentemente, o aumento na resistência do esfíncter externo, sem que os músculos abdominais, glúteos e dos adutores de coxa entrem em contração (ABRAMS *et al*., 2017; BERGHMANS *et al*., 2013; GOMES *et al*., 2018; HALL, 2017; KEGEL, 1930, 1948; LI *et al*., 2015).

Outros métodos utilizados para tratamento da IU são os tratamentos medicamentosos, cirúrgicos, para colocação de implante de esfíncter artificial e comportamental. Também, estão inclusos os tratamentos a seguir:

- O *feedback*: possibilita que paciente e profissional da saúde monitorem a contração dos músculos do assoalho pélvico por meio de um sinal visual, auditivo ou tátil tornando o processo consciente (ABRAMS *et al*., 2017; BURGIO *et al*., 2013, 2014).

- A eletroestimulação neuromuscular (EENM): faz uso da aplicação de corrente elétrica para estimular a contração dos músculos do assoalho pélvico por meio de eletrodos de superfície, localizado na região perianal ou por um eletrodo endo-anal (ARROYO FERNÁNDEZ *et al*., 2014; RAJKOWSKA-LABON *et al*., 2014; SANTOS *et al*., 2017; SOUNTOULIDES *et al*., 2013; ZAIDAN *et al*., 2014).

- A reeducação ou modificação comportamental: baseia se em orientações e incentivos para mudança nos hábitos alimentares, principalmente relacionados à ingestão hídrica, à pratica de atividade física e ao restabelecimento de um ritmo miccional (BURGIO *et al*., 2013; LI *et al*., 2015; SANTOS JUNIOR *et al*., 2017).

1.5 Identificação do problema

Quando se inicia o tratamento da IUPPR, precocemente, com o TMAP, há uma redução no tempo de recuperação esfincteriana, abreviando assim o período de tempo que o paciente manifesta a IU (AYDIN SAYILAN; ÖZBAŞ, 2018; GOMES *et al.*, 2018; LAURIENZO *et al.*, 2018; SATHIANATHEN *et al.*, 2017). O TMAP também auxilia na resposta de hiperatividade do detrusor por estimular fibras aferentes do nervo pudendo, diminuindo a sensação de urgência e inibindo a atividade parassimpática, o que resulta na diminuição das contrações involuntárias do detrusor (BERGHMANS *et al.*, 2013; MANLEY *et al.*, 2016) melhorando, assim, a IU.

Entretanto, o profissional de saúde se depara com uma questão desafiadora, a idade avançada das pessoas que sofrem de IU, devido ao envelhecimento e fraqueza natural dos tecidos musculares com perda progressiva de células musculares estriadas (SINGLA; SINGLA, 2014), associado a uma questão cognitiva-muscular, que é a consciência de reconhecer e exercitar a musculatura pélvica corretamente para que seja efetiva a realização do tratamento proposto, sem a ativação dos músculos abdominais, glúteos e pernas, não conseguindo realizar contração dos músculos do AP ou realizando uma contração muito fraca (ZAIDAN *et al.*, 2014; ZAIDAN; SILVA, 2016).

Nesse contexto, os exercícios para a musculatura de AP destacam-se como recurso que favorece a continência urinária, obtendo-se uma melhor resposta quando esse método é iniciado imediatamente após a retirada da sonda vesical (DOREY, 2013; PASTORE *et al.*, 2017; RAJKOWSKA-LABON *et al.*, 2014; SANTOS JUNIOR *et al.*, 2017; ZAIDAN; PEREIRA; SILVA, 2018).

Culturalmente, no Brasil, o homem patriarcalista está associado à desvalorização do autocuidado, à pouca preocupação com a saúde e ao machismo, fatos que fazem parte do imaginário da masculinidade e virilidade do brasileiro (MACHIN *et al.*, 2011; MODENA *et al.*, 2014; SCHRAIBER *et al.*, 2010). Associado a isso, existe o preconceito envolto ao exame de toque retal, devido, aos aspectos simbólicos relacionados a seu caráter invasivo do ponto de vista físico e emocional pelo fato de muitos homens considerar a visão da masculinidade ser ameaçada (CORTEZ; TRINDADE; MENANDRO, 2017; MODENA *et al.*, 2014; SCHRAIBER *et al.*, 2010).

Portanto, propor um protocolo de tratamento conservador que tenha que utilizar eletrodo endoanal é o principal impeditivo para a adesão de homens ao tratamento, bem como a utilização de eletrodo

transcutâneo devido ao relato de desconforto e incômodo provocado pela estimulação elétrica na região pélvica, mais precisamente, na região perianal.

Outrossim, segundo Noronha e Pereira (2014), eletrodos endo-anais do tipo *plug* apresentam menor acurácia relacionada à medida concêntrica da atividade muscular esquelética do esfíncter anal quando comparada a eletrodos de superfície ou de agulha.

Outro dado que corrobora o desenvolvimento desse trabalho é a possibilidade de interferência sofrida pela técnica de utilização do perineômetro anal em influenciar os resultados pelo aumento da pressão intra-abdominal, que, consequentemente, provoca uma contração reflexa dos MAP (BØ; SHERBURN, 2005; FRAWLEY *et al.*, 2006).

A limitação desse tipo de exercício envolve uma questão cognitiva, pois o paciente tem que compreender e reconhecer a sua musculatura do AP para realizar corretamente o exercício. Dessa forma, neste trabalho é proposto o desenvolvimento e construção de um inserto, que permita e facilite ao paciente reconhecer sua musculatura de AP de modo a conseguir realizar uma contração correta, frequência adequada, intensidade da força e número de repetições do exercício de modo efetivo. Com isso, melhorar a adesão do paciente ao tratamento sem que promova um desconforto psicológico e/ou físico a ele por se tratar de uma inserção externa na região perineal.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo geral

Desenvolver um inserto de baixo custo capaz de auxiliar e monitorar a realização de um protocolo de tratamento de IUPPR, por meio do treino de músculos do assoalho pélvico (MAP), com a análise eletromiográfica de músculos que não devem ser ativados e a análise de *feedback* tátil, mais precisamente de pressão, na região perineal.

1.6.2 Objetivos específicos

Projetar e desenvolver o componente inflável do inserto em material capaz de sofrer uma deformidade e retornar ao original sem sofrer alterações;

Projetar e desenvolver o sistema de aquisição e condicionamento do sinal de EMG para a análise específica de grupos musculares;

Desenvolver um *software* para controle do inserto e análise dos dados coletados de EMG, insuflação e pressão durante a utilização do Inserto.

Realizar os testes de calibração eletromecânicos laboratoriais;

Elaborar e registrar a patente do inserto, juntamente, com o registro e patente do *software*.

1.7 Organização da dissertação

Esta dissertação está disposta da seguinte forma: O primeiro capítulo, descrito anteriormente, apresenta a contextualização, justificativa e motivação para o desenvolvimento da pesquisa. O segundo capítulo aborda a estratégia utilizada para realização da revisão de literatura na busca pela melhor evidência científica relacionada ao problema identificado. No terceiro capítulo, é exposta a fundamentação teórica da eletromiografia por meio de um breve levantamento histórico e de sua relação fisiológica para avaliação muscular. Em seguida, no quarto capítulo, é apresentada a metodologia do trabalho proposto para o desenvolvimento do Inserto para TMAP. No quinto capítulo, são apresentados os procedimentos práticos para a validação e calibragem do inserto, bem como os resultados do desenvolvimento da associação inserto-*software* e uma breve descrição do desenvolvimento da patente proporcionada pela pesquisa realizada. Por fim, o sexto capítulo discorre sobre as conclusões obtidas com o desenvolvimento do inserto-*software* e recomendações para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

Revisão de Literatura

Para o desenvolvimento da revisão de literatura foi traçada uma estratégia de busca direcionada com base no acrônimo PICO (Paciente–Intervenção–Comparação–Desfecho), em inglês (*Patient problem – Intervention – Comparison – Outcome*), para o fortalecimento dos músculos do assoalho pélvico como tratamento de incontinência urinária pós-prostatectomia radical. Essa estratégia é baseada nos estudos de *National Collaborating Centre for Methods and Tools (2012),* Schardt *et al.*(2007) e Santos, Pimenta e Nobre (2007), que priorizam a prática baseada em evidências utilizando a melhor evidência científica para a tomada de decisão.

Dessa forma, a revisão foi pautada na seguinte questão norteadora: "Pacientes com incontinência urinária submetidos à prostatectomia radical apresentam melhora da incontinência com treinamento de músculos do assoalho pélvico?"; (P: incontinência urinária pós-prostatectomia radical; I: treinamento de músculos do assoalho pélvico; C: controle e/ou eletroestimulação; O: melhora da incontinência).

Foram selecionados os termos de busca (descritores) relacionados a cada um dos componentes do PICO, que são utilizados para indexação e catalogação de artigos e informações biomédicas nas bases de dados da área da saúde, sendo, por isso, classificados como descritores controlados. Os principais sistemas de metadados biomédicos são *MeSH* associado à *MEDLINE/PubMed*, o *EMTREE* associado à *EMBASE* e o DeCS associado à BIREME, os dois primeiros em língua inglesa e o último em língua portuguesa. Os descritores classificados como não controlados são os sinônimos, palavras textuais e variações na grafia.

Os descritores utilizados foram: "*prostatectomy*", "*urinary incontinence*", "*exercise*", "*prostatic neoplasms*", "*combined modality therapy*", "*treatment*", "*prostate cancer*" e "*therapeutics*" e suas variações para os bancos de dados de língua inglesa, sendo que, para a busca na base de dados LILACS, os termos foram traduzidos para o português. A utilização dos operadores booleanos se deu da seguinte forma na estratégia PICO: (P) "*AND*" (I) "*AND*" (C) "*AND*" (O) para os descritores controlados. Já os descritores não controlados foram operados pelo "*OR*" dentro do mesmo componente na estratégia PICO: exemplo, componente P ("*prostatectomy*") "*OR"* ("*prostatic neoplasms*") "*OR*" ("*prostate cancer*"), para todos os termos, construindo a equação de busca.

Equação de busca =

ro-

Seguindo essa estratégia, a prospecção da informação foi realizada em bases eletrônicas de dados acessados, através da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe), por acesso remoto disponibilizado pelo Portal de Periódicos vinculado à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sendo realizado no período de janeiro a fevereiro de 2018.

Nessa prospecção, utilizaram-se o *Physiotherapy Evidence Database* (*PEDro*) produzido pelo *Musculoskeletal Health Sydney*, da *School of Public Health da University of Sydney*, hospedado pela *Neuroscience Research Australia* (*NeuRA*), no endereço https://www.pedro.org.au/ , e a base de dados da *MEDLINE*/PubMed produzida pelos *US National Library of Medicine / National Institutes of Health*, acessado pelo *site* https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed, sendo esta uma das maiores base de dados de literatura biomédica. Associados a esses dois bancos de dados, foram acessados ainda os seguintes bancos de dados: a *THE COCHRANE LIBRARY*, a *TRIP*, a *EMBASE*, a *SCOPUS*, a *WEB OF SCIENCE* e a Literatura Latino-Americana e do Caribe em Saúde (LILACS), todos acessados através dos seus respectivos *sites*.

Os resultados da busca nas respectivas bases de dados envolvendo a equação de busca encontram-se descriminados na Tabela 2. Entre os estudos encontrados, têm-se ensaios clínicos randomizados, ensaios clínicos, revisões, revisões sistemáticas e diretrizes de práticas clínicas.

Tabela 2. Resultado de estudos encontrados por base de dados.

Base da dados	**Quantidade de estudos**	**Período**
PEDro	32 estudos	1997 a 2018
PubMed	10 estudos	2001 a 2018
THE COCHRANE	15 estudos	2011 a 2018
TRIP	13 estudos	2003 a 2017
EMBASE	11 estudos	2009 a 2018
SCOPUS	11 estudos	2009 a 2018
WEB OF SCIENCE	18 estudos	2003 a 2016
LILACS	6 estudos	2006 a 2016

Na base de dados *PEDro*, devido ao grande número de estudos encontrados, foram considerados 14 estudos que apresentavam um *score* na escala *PEDro* maior e igual a seis. Após a análise dos estudos encontrados, pode-se perceber que a maioria dos estudos, correspondia, ao mesmo artigo com diferentes indexações, restando 17 artigos relevantes para a realização deste trabalho. Estes artigos encontram-se descritos na Tabela 3 em forma de um quadro sinóptico.

Tabela 3. Quadro sinóptico dos 17 estudos considerados.

Autor/Ano /Título	Objetivo	Resultados	Achados relevantes
Gomes *et al.* (2018) ***The effects of Pilates method on pelvic floor muscle strength in patients with pos-prostatectomy urinary incontinence: A randomized clinical trial***	Avaliar os efeitos de um programa de exercícios de Pilates em comparação com o protocolo de TMAP convencional sobre a força muscular do assoalho pélvico em pacientes com IUPPR.	A avaliação pós-tratamento mostrou melhorias estatisticamente significativas na força máxima no G2, aumento da resistência no G1 e no G2 e incremento da força muscular nos três grupos. No entanto, não houve diferenças significativas nas mudanças médias de força máxima, resistência e potência muscular entre os grupos após o tratamento.	Os pacientes foram divididos em 3 grupos: protocolo de Pilates (G1: n = 34), protocolo TMAP convencional associado à estimulação elétrica anal (G2: n = 35) e grupo controle (G3: n = 35). Os grupos G1 e G2 foram submetidos a 10 semanas de protocolos de exercícios uma vez por semana. No final do tratamento, 59% dos pacientes no G1, 54% no G2 e 26% no G3 eram continentes.
Sathianathen *et al.* (2017) ***An objective measurement of urinary continence recovery with pelvic floor physiotherapy following robotic assisted radical prostatectomy***	Avaliar o impacto da fisioterapia no AP, incluindo medidas padronizadas repetidas na recuperação da continência urinária em homens submetidos à PR laparoscópica assistida por robô.	A perda média diária de urina durante a primeira semana registrada foi de 408,0 mL, que diminuiu para 205,8 e 110,1 mL aos 2 e 3 meses pós-PR (P <0,05). Isso equivale a significantes 57,1% e 75,6% de melhora da IU nos respectivos meses.	A base de dados foi feita de janeiro de 2013 a julho de 2016 por n = 45, homens submetidos à PR assistida por robô por 2 cirurgiões associado a um programa de reabilitação de AP assistido por fisioterapeuta com início de 2 a 3 semanas antes da cirurgia. A incontinência urinária foi analisada a partir da 4ª semana após a cirurgia. Este estudo não continha grupo controle.
Hsu *et al.* (2016) ***Benefical effects of biofeedback-assisted pelvic floor muscle training in patients with urinary incontinence after radical prostatectomy: A sustematic review and metaanalysis.***	Comparar os efeitos do TMAP assistido por *biofeedback* com os efeitos do TMAP isolado em pacientes com IUPPR.	Diferenças significativas foram observadas para a qualidade de vida entre o grupo intervenção e o controle para os efeitos imediatos e intermediários. No geral, as evidências revelaram que TMAP assistido por *biofeedback* comparado com TMAP isolado apresentou efeitos benéficos imediato, intermediário e a longo prazo para IU e qualidade de vida.	Treze ensaios clínicos randomizados envolvendo 1108 pacientes com IUPPR foram utilizados nesta revisão de 107 estudos encontrados. Essa diferença é devido aos critérios de exclusão adotados. Avaliação metodológica de qualidade foram seguidas utilizando 2 revisores independentes e ferramentas da Cochrane para qualidade dos estudos a fim de avaliar o risco de viés nos estudos selecionados. Qualquer discordância entre os revisores foi resolvida por discussão ou

		No entanto, quando a IU era analisada de forma subjetiva apenas efeitos benéficos a longo prazo foram observados. A dose de tratamento (tempo de exercício) não foi significativamente associada aos efeitos imediatos nos estudos.	consultando um terceiro revisor. De acordo com as ferramentas o risco viés foi categorizado em 6 domínios (viés de seleção, desempenho do viés, detecção do viés, viés de atrito, viés de relatório e outro viés) facilitando a identificação e classificação do risco de viés em: baixo, pouco claro ou alto. Foi utilizado o peso de variância inversa (w) para compensar os vários tamanhos de amostra entre esses estudos.
Faithfull *et al.* (2015) ***Integrative review on the non-invasive management of lower urinary tract symptoms in men following treatments for pelvic malignances***	Desenvolver uma estratégia de manejo não invasiva para homens com sintomas do trato urinário inferior após o tratamento do câncer pélvico, que seja adequado para uso em um contexto de atenção primária à saúde.	Vinte e quatro artigos foram incluídos que diziam respeito às intervenções comportamentais usando exercícios de TMAP, 10 artigos descreveram intervenções farmacológicas, 6 artigos descreveram outras intervenções e 1 artigo descreveu dispositivos de contenção.	No total, 8951 pacientes foram incluídos nos 41 estudos selecionados. A maioria dos estudos foi estudo controlado randomizado. O acompanhamento variou de 1 semana a 12 meses, enquanto a duração do tratamento variou de 30 dias antes do tratamento a ≥ 1 ano após o tratamento. Portanto, a meta-análise dos dados não foi possível devido à grande diversificação dos métodos utilizados nos trabalhos, bem como o baixo número de artigos identificados para cada intervenção.
Zhang *et al.* (2015) ***Effects of patient centered interventions on persistent urinary incontinence after prostate cancer treatment: a randomized, controlled trial***	Verificar se uma intervenção combinando TMAP e autogestão dos sintomas melhoraria a IU e a qualidade de vida em pacientes com câncer de próstata.	Os resultados do estudo mostram que a prática de TMAP mais o autogerenciamento de sintomas em um ambiente de apoio podem melhorar significativamente a IU e a qualidade de vida em pacientes com câncer de próstata.	Os indivíduos foram divididos em 3 grupos: grupo intervenção (n = 81), grupo apoio telefônico (n = 81) e grupo com cuidados usuais (n = 82). O grupo intervenção foi submetido a *biofeedback* associado a TMAP, o grupo apoio telefônico também foi associado a TMAP e o grupo de cuidados usuais apenas. Com base nos resultados os grupos com intervenção diminuíram significativamente a frequência de perda em 3 meses, mas não em 6 meses em comparação com o grupo controle. Aos 6 meses ambos os grupos de intervenção classificaram a IU menos problemática do que o grupo controle.

Anderson *et al.* (2015) ***Conservative management for postprostatectomy urinary incontinence***	Determinar a eficácia do tratamento conservador para a IU até 12 meses após a prostatectomia transuretral, suprapúbica, laparoscópica, radical retropúbica ou perineal, incluindo qualquer terapia conservadora única ou qualquer combinação de terapias conservadoras.	O valor das várias abordagens para o tratamento conservador da IUPPR permanece incerto. As evidências são conflitantes e, portanto, ensaios clínicos randomizados, rigorosamente controlados e adequadamente conduzidos são necessários para obter uma resposta definitiva, principalmente relacionadas ao ponto de vista do paciente na tomada de decisões. A maioria dos ensaios incluídos nesta revisão utilizou protocolos muito diferentes, para tipo de intervenção, tempo e intensidade.	Os ensaios incluíram 4717 homens, dos quais 2736 tiveram uma intervenção conservadora ativa. Foram selecionados 50 ensaios no critério de inclusão para ensaios clínicos randomizados ou quase-randomizados que avaliaram intervenções conservadoras para IU em homens após prostatectomia por 2 ou mais revisores que avaliaram a qualidade metodológica dos estudos. Desses 50, 21 estudos avaliaram os efeitos do TMAP *versus* nenhum tratamento ou uma variedade de outros meios para estimular os MAP. O desfecho primário deve ser a IU autorrelatada do participante ou seus efeitos sobre sua qualidade de vida.
Ocampo-Trulillo *et al.* (2014) ***Pre-operative training induces changes in the histomorphometry and muscle function of the pelvic floor in patients with indication of radical prostatectomy***	Avaliar a eficácia do TMAP na histomorfometria, função muscular, IU e qualidade de vida de pacientes submetidos à PR.	Após a intervenção, os participantes que realizaram o TMAP apresentaram aumento da área de secção transversa das fibras musculares do esfíncter externo da uretra e contração de pressão mais elevada do elevador do ânus.	O grupo controle (n = 8) recebeu educação pré-cirúrgica de rotina e medidas higiênico-dietéticas; o grupo de intervenção (n = 8) recebeu uma sessão de TMAP, 3 vezes por dia, durante 4 semanas, 30 dias antes da PR. A função muscular do esfíncter uretral externo, a pressão de contração do elevador do ânus, a IU e a qualidade de vida relacionada à saúde foram avaliadas antes e após a intervenção. Ao final da intervenção e no dia da cirurgia, amostras de tecido muscular residual foram obtidas do músculo esfíncter externo da uretra para análise histomorfométrica. Após a remoção do cateter, 62% dos pacientes do grupo experimental e 37% do grupo controle não apresentaram IU.
Geraerts *et al.* (2013)	Comparar o TMAP pré e pós-operatório com o TMAP pós operatório na IUPPR.	Os pacientes com TMAP pré-operatório não tiveram menor duração da IU pós-operatória em comparação com os pacientes com apenas TMAP pós-operatório.	O programa de TMAP pré-cirurgia consistiu em exercícios pélvicos controlados manualmente pelo terapeuta e fornecidos *biofeedback* EMG 3 semanas antes da cirur-

Influence of preoperative and postoperative pelvic floor muscle training (PFMT) compared with postoperative PFMT on urinary incontinence after radical prostatectomy: a randomized controlled trial			gia com uma sessão por semana para o grupo intervenção (n = 91). O grupo controle (n = 89) começou o TMAP após a retirada do cateter pós cirúrgicos. O impacto negativo da IU na qualidade de vida foi menor no grupo experimental. Pacientes que apresentavam MAP mais fortes ficaram continentes em menos tempo pós cirúrgico.
Dieperink *et al.* (2013) **The effects of multidisciplinary rehabilitation: RePCa-a randomised study among primary prostate cancer patients.**	Verificar a eficácia da reabilitação multidisciplinar em efeitos adversos relacionados ao tratamento após radioterapia completa em pacientes com câncer de próstata.	A reabilitação multidisciplinar em pacientes submetidos à radioterapia diagnosticados com câncer de próstata apresentaram melhora dos sintomas urinários e, hormonais e na qualidade de vida nos componentes físico e mental avaliados por questionários (QV, EPIC-26 e SF-12).	O grupo experimental (n = 79) foi submetido a 2 sessões com enfermeiro para aconselhamento, a 2 sessões com fisioterapeuta para orientação do TMAP orientado, quando necessário, por *biofeedback* e a um programa de auto-treinamento domiciliar descrito em um panfleto. O grupo controle (n = 82) recebeu apenas uma consulta médica 4 semanas após a radioterapia. A força do AP medido pela avaliação digital permaneceu estável, mas conforme medida pela EMG anal de superfície, houve uma diminuída em ambos os grupos.
Dubbelman *et al.* (2012)***(DWAN, 2000)(DWAN, 2000)(DWAN, 2000)(DWAN, 2000)(DWAN, 2000)(DWAN, 2000)*** ***Quantification of Changes in Detrusor Function and Pressure-Flow Parameters After Radical Prostatectomy: Relation to Postoperative Continence Status and the Impact***	Quantificar as mudanças na função detrusora e parâmetros de pressão-fluxo após a PR retropúbica e determinar o impacto do TMAP nessas alterações.	Após 6 meses da PR 19 dos 66 homens tinham recuperado a continência. No pré-operatório a hiperatividade detrusora encontrada foi de 18% (6/33) no grupo controle e 33% (11/33) no grupo intervenção. Já no pós-operatório a hiperatividade detrusora estava presente em 21% no grupo controle e em 3% no grupo intervenção. O grupo intervenção apresentou uma vazão máxima significativamente maior e uma resistência	Um exame urodinâmico foi realizado antes da cirurgia e 26 semanas após a remoção do cateter em 66 pacientes. Todos os pacientes foram submetidos à PR aberta (em 21 pacientes houve preservação bilateral do nervo, em 16 houve uma preservação unilateral, em 28 não houve polpação de nervo e em 1 não houve informação. Os participantes foram divididos em 2 grupos: no grupo intervenção (n = 33) os pacientes foram instruídos por orientações escritas e acompanhados por um fisioterapeuta a respeito do TMAP durante 9 sessões; e no grupo controle (n = 33), os pacientes receberam só informações

of Intensity of Pelvic Floor Muscle Exercises.		uretral menor do que o grupo controle no pós-operatório.	escritas para TMAP. Não houve diferenças urodinâmicas significativas antes da cirurgia entre o grupo intervenção e o grupo controle. A capacidade reduzida da bexiga e a redução da complacência da bexiga são frequentemente vistas após a PR. O TMAP por *biofeedback* não só acelera a recuperação da IU, mas permite melhorias na gravidade da incontinência, nos sintomas de micção (analisado por questionário) e na força 12 meses após a PR.
Glazener *et al.* (2011) ***Conservative treatment for urinary incontinence in Men After Prostate Surgery (MAPS): two parallel randomised controlled trials***	Determinar a eficácia clínica e custo-efetividade do tratamento conservador ativo, em comparação com o tratamento padrão, em recuperar a continência urinária em 12 meses em homens com IU 6 semanas após uma PR ou uma ressecção transuretral da próstata.	Embora o tratamento conservador baseado no TMAP possa ser oferecido a homens com IUPPR, não há evidências suficientes para avaliar eficácia e custo-efetividade do tratamento.	Os participantes foram divididos em 2 grupos: grupo intervenção (n = 196), no qual os indivíduos foram orientados por terapeutas especializados em continência ao TMAP por 4 sessões durante um período de 3 meses e grupo controle (n = 195). 92% dos participantes do grupo intervenção passaram por pelo menos uma consulta com terapeuta. Indivíduos do grupo intervenção foram mais propensos a realizar contração dos músculos do assoalho pélvico do que os do grupo controle.
Centemero *et al.* (2010) ***Preoperative pelvic floor muscle exercise for early continence after radical prostatectomy: a randomised controlled study***	Determinar o benefício do início do TMAP 30 dias antes da PR e de continuar o TMAP no pós-operatório para recuperação precoce da continência.	Após 1 mês, 44,1% dos pacientes eram continentes no grupo intervenção, enquanto 20,3% eram continentes no grupo controle. Aos 3 meses, 59,3% e 37,3% pacientes eram continentes no grupo intervenção e no grupo controle, respectivamente.	O grupo intervenção (n = 59) iniciaram o TMAP no pré-operatório e continuou no pós-operatório. Já o grupo controle (n = 59) iniciou o TMAP somente no pós-operatório. O protocolo de TMAP consistiu em orientação por um fisioterapeuta 2 vezes por semana durante 30 minutos (e por 30 minutos diariamente em casa); 48 h após

			a remoção do cateter, os pacientes retomaram o protocolo de 2 vezes por semana durante 1 mês, continuando até a completa continência sendo alcançada em casa.
Overg***ård*** *et al.* (2008) ***Does physiotherapist-guided pelvic floor muscle training reduce urinary incontinence after radical prostatectomy? A randomised controlled trial.***	Avaliar os efeitos do TMAP intensivo e frequente – com ou sem instruções acompanhado por um fisioterapeuta – sobre o estado de continência, grau de IU, problemas percebidos com a função urinária e força do AP após PR.	Nenhuma diferença estatisticamente significativa no estado de continência entre os grupos foi encontrada em 3 meses pós-cirúrgicos. No entanto, houve uma diferença estatisticamente significativa na percepção de problemas com a função urinária. No grupo intervenção, 97% relataram nenhum ou apenas problemas leves em comparação com 78% no grupo controle. Após 6 meses houve uma diferença clinicamente relevante no estado de continência entre os grupos intervenção (79%) e controle (58%). E 12 meses após a cirurgia, a diferença foi clínica e estatisticamente significativa para o grupo intervenção, 92% eram continentes, enquanto no grupo controle 72% eram continentes.	O grupo intervenção (n = 38) recebeu instruções sobre o TMAP associado a um acompanhamento durante 1 ano por um fisioterapeuta para o treinamento e instruções adicionais. Já o grupo controle (n = 42) recebeu somente orientações sobre o TMAP. Todos os participantes foram examinados por um fisioterapeuta no pré e pós-operatórios às 6 semanas e 3, 6 e 12 meses e preencheram questionários específicos (UCLA-PCI). Os pacientes estavam em decúbito dorsal (com os quadris e joelhos flexionados) e foram instruídos a usar os MAP sem contrair os músculos abdominais, glúteos ou adutores. A força muscular do AP foi avaliada por palpação anorretal e perineômetro. O valor médio de pressão de 10 contrações máximas foi utilizado. A força muscular do AP aumentou consistentemente desde a avaliação inicial até o teste de acompanhamento de 1 ano. Não foram encontradas diferenças significativas na força muscular do AP entre os grupos. A análise de covariância mostrou que os valores pré-operatórios da força muscular do assoalho pélvico poderiam predizer a força em todos os testes de acompanhamento.

Robinson *et al.* (2008) ***Systematic pelvic floor training for lower urinary tract symptoms post-prostatectomy: a randomized clinical trial***	Examinar os efeitos do TMAP pós-operatório sistemático na intensidade de sintoma de trato urinário inferior, a angústia e a qualidade de vida relacionada à saúde aos 3, 6 e 12 meses após a PR.	Os grupos de intervenção e controle relataram declínios na intensidade, angústia e qualidade de vida associados ao sintoma, mas não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos.	Todos os participantes (n = 126) receberam instruções breves para TMAP antes da cirurgia e oferta de uma sessão de avaliação de *biofeedback* um mês após a remoção do cateter. O grupo de intervenção (n = 62) recebeu um adicional de 4 semanas de fisioterapia imediatamente após a remoção do cateter.
Manassero *et al.* (2007) ***Contribution of early intensive prolonged pelvic floor exercises on urinary continence recovery after bladder neck-sparing radical prostatectomy: results of a prospective controlled randomized trial***	Avaliar os efeitos do TMAP prolongados, intensivos e precoces sobre a IU após preservação do colo da bexiga na PR.	Após 1 ano da PR 9 pacientes no grupo intervenção e 21 pacientes do grupo controle ainda eram incontinentes. A diferença entre os grupos intervenção e controle na proporção de homens que permaneceram incontinentes foi significativa para 1, 3, 6, e 12 meses. A taxa de continência foi maior e progressivamente aumentando no grupo intervenção em 12 meses.	O grupo intervenção (n = 54) recebeu instruções sobre um programa intensivo de TMAP, a partir de 7 dias após a remoção do cateter, enquanto persistisse qualquer grau de incontinência, dentro de um período de 1 ano. O TMAP foi associado a *feedback* verbal, pelo fisioterapeuta, combinado com o relaxamento dos músculos abdominais. O grupo controle (n = 40) não recebeu instruções. A força dos músculos do assoalho pélvico foi avaliada pelo controle digital anal. Nesse estudo a técnica cirúrgica preserva o esfíncter proximal e as fibras circulares do colo da bexiga.
Burgio *et al.* (2006) ***Preoperative biofeedback assisted behavioral training to decrease post-prostatectomy incontinence: a randomized, controlled trial***	Testar a eficácia do treinamento comportamental assistido por *biofeedback* pré-operatório para diminuir a duração e gravidade da incontinência, e melhorar a qualidade de vida no pós PR	O treinamento comportamental pré-operatório diminuiu significativamente o tempo de incontinência e a proporção de pacientes com perda grave / contínua de urina no final de 6 meses pós PR. Houve também diferenças significativas entre os grupos	Os pacientes foram divididos em 2 grupos: grupo intervenção (n = 63) estratificados de acordo com a idade e diferenciação do tumor, e randomizados para uma sessão pré-operatória de treinamento comportamental assistido por *biofeedback* mais exercício domiciliar diário mantendo relaxado os músculos do abdome, retomando a rotina de exercícios após a retirada do cateter. O grupo controle (n = 62) foi orientado de forma verbal simples

		para perda de urina autorreferida com tosse e espirros ao levantar-se.	para interromper o fluxo urinário durante a micção. Os grupos foram observados e avaliados por questionários com 6 semanas, 3 e 6 meses pós o procedimento cirúrgico
Van Kampen *et al.* (2000) ***Effect of pelvic-floor re-education on duration and degree of incontinence after radical prostatectomy: a randomised controlled trial***	Investigar se houve algum efeito benéfico da reeducação do AP para pacientes com IUPPRl.	No grupo intervenção, a continência foi alcançada após 3 meses em 88% dos pacientes. No grupo controle, a continência retornou após 3 meses em 56% dos pacientes. Em 1 ano, a diferença na proporção entre o grupo de tratamento e o de controle foi de 14%. No grupo de tratamento, a melhora tanto na duração quanto no grau de incontinência foi significativamente melhor do que no grupo controle.	Os pacientes do estudo foram divididos em 2 grupos: grupo intervenção (n = 48), no qual os pacientes participaram de um programa de reeducação do assoalho pélvico durante o período em que eram incontinentes e por um período máximo de 1 ano recebendo o tratamento uma vez por semana e um grupo de controle (n = 50) que recebeu terapia placebo, eletroestimulação do abdome e dos adutores da coxa. O TMAP consistia na contração de forma ativa associado a *biofeedback*. Os indivíduos que não conseguiram contrair voluntariamente os músculos do assoalho ou tiveram uma contração fraca receberam estimulação elétrica por meio de uma sonda anal. A fadiga da musculatura estriada do assoalho pélvico levou ao aumento da perda de urina durante a segunda metade do dia.

Segundo um relatório recém atualizado da *Cochrane Database of Systematic Reviews* há ainda necessidade de mais estudos para documentar o efeito do tratamento conservador para a IUPPR devido à grande diversidade metodológica. O grau de viés que os estudos apresentam e a pequena diferença dos dados obtidos entre o grupo intervenção e o grupo controle não garantem uma efetividade e eficiência dos tratamentos propostos (ANDERSON *et al.*, 2015).

Verificando os resultados dos 17 estudos de revisão percebe-se uma melhora da IU avaliada associada ao TMAP, corroborado por Abrams *et al.*, (2018) que recomenda o TMAP como tratamento de primeira linha desde 2005 para tratar IUPPR.

Entretanto, cabe ressaltar que a confirmação da melhora da IU após o tratamento de reforço muscular do assoalho pélvico destes estudos não se mostram uniformes a ponto de afirmamos a efetividade do tratamento devido à grande variabilidade entre os estudos relacionados tanto quanto ao método cirúrgico empregado, tempo de tratamento, treinamento pré cirúrgico ou não, tempo de treinamento pós cirúrgico, quantidade de repetição de exercícios para assoalho pélvico, tempo de execução dos exercício, quantidade de repetição dos exercícios diários, bem como os protocolos e métodos utilizados para verificarem a IU (questionário auto avaliativo, peso do absorvente, opinião do paciente, exame urodinâmico), tempo de tratamento, método para verificar ganho de força (subjetivo – percepção da contração pelo profissional através do tato, objetivo – perineômetro sem isolar a do assoalho pélvico da contração abdominal), método empregado no TMAP (auxílio de profissional qualificado, panfleto auto explicativo, vídeo de treinamento, apoio telefônico). Portanto, é difícil afirmar a efetividade do TMAP destes estudos com base nas diferentes metodologias aplicadas em cada estudo corroborado pelo estudo de Anderson *et al.*, (2015).

Diante da diversidade de métodos aplicados para análise da efetividade do TMAP para tratar IUPPR este estudo por meio dos seus objetivos propôs a criação de um inserto que padroniza tanto o protocolo de treinamento muscular (quantidade de repetição, quantidade de série, tempo de contração e contração máxima), quanto o método objetivo de mensurar a contração de assoalho pélvico de forma isolada pelo componente inflável com os dados armazenados no *software* para posterior análise.

CAPÍTULO 3

Fundamentação Teórica

3.1 Eletromiografia

Historicamente, foi em 1929, que surgiram os primeiros relatos científicos de atividade elétrica em tecido humano com a primeira publicação de Hans Berger (1873-1941), psiquiatra alemão, que começou a investigar a atividade elétrica do cérebro anunciando ao mundo científico que era possível registrar as fracas correntes elétricas geradas no cérebro humano, sem a necessidade de abrir o crânio, por meio de eletrodos colocados no escalpo e mostrá-las na forma de um registro em papel (HAAS, 2003).

Contudo, isso só foi possível graças às descobertas dos italianos Alessandro Volta (1745-1827) e Luigi Galvani (1737-1798) e dos ingleses George Ohm (1787-1854) e Michael Faraday (1791-1867), que elucidaram o potencial elétrico e a corrente elétrica de tecidos biológicos fundamentando o que, atualmente, se conhece como eletrofisiologia (COLLURA, 1993). Richard Caton (1842-1926), médico inglês, que, após os incentivos da *British Medical Association*, em 1875, iniciou seus estudos, nos quais pesquisava sobre a existência de correntes elétricas produzidas no cérebro utilizando um galvanômetro (HAAS, 2003). O relato de bioeletricidade retoma experimentos anteriores realizados pelos pesquisadores: os italianos Luigi Rolando (1773-1831) e Carlo Matteucci (1811-1868) e o suíço Emil Heinrich Du Bois-Reymond (1818-1896), que utilizaram técnicas de estimulação elétrica em áreas cerebrais expostas (COLLURA, 1993). Em 1929, Adrian desenvolveu um método para registrar um único potencial da unidade motora conectando eletrodos de agulha concêntricos a um amplificador e a um alto-falante. E, em 1938, Denny-Brown descreveu os potenciais de fasciculação e os separou das fibrilações (KAZAMEL; WARREN, 2017).

Desde 1960, a eletromiografia (EMG) é utilizada para avaliar o controle neuromuscular de pacientes com IU (PALMA; BERGHMANS; SELEME, 2014).

A EMG é uma técnica de monitoramento e/ ou mensuração da atividade bioelétrica gerada pelas fibras musculares. Ou seja, consiste na medição do sinal elétrico produzido pela contração muscular quando há estimulação da unidade motora, promovendo uma despolarização das membranas das células musculares. A captação do sinal de eletromiografia dá-se de duas formas – invasiva e não invasiva:

> A eletromiografia invasiva, chamada de eletroneuromiagrafia (ENMG): é mensurada por meio de agulhas inseridas no ventre muscular, possibilitando, assim, o registro do sinal específico da unidade motora a ser avaliada (TRONTELJ; JABRE; MIHELIN, 2005).

> A eletromiografia não invasiva, conhecida como eletromiografia de superfície (EMGs): o registro da atividade elétrica ocorre pela captação de 2 eletrodos fixados na superfície da pele que registram a diferença de potencial provocado pela movimentação das cargas elétricas, íons positivos e negativos, que ocorrem por meio de processos bio-físico-químicos, alterando a permeabilidade da membrana de células musculares e nervosas, e resultando na contração muscular e na propagação de estímulos nervosos (HALL, 2017).

Apesar de a EMG captar a atividade elétrica promovida pelo recrutamento das unidades motoras e não a força muscular, há uma boa correlação entre os valores da atividade eletromiográfica e a contração muscular. O sinal de EMG obtido é composto pelo somatório dos potenciais de ação oriundos das unidades motoras ativadas durante uma contração.

Atualmente, as aplicações do uso da EMGs estão associadas ao controle de próteses ativas, reabilitação, aprendizagem motora, análise de fadiga, análise de marcha e/ou biomecânica, análise de lesão, no *feedback* diagnóstico entre outras.

Neurônios e fibras musculares são considerados como células excitáveis devido à sua capacidade única de propagar sinais elétricos rapidamente em resposta a um estímulo.

A EMG é um procedimento eletrofisiológico dinâmico, que avalia em tempo real a função ou a ativação da fibra muscular, registrando sua atividade elétrica resultante de correntes iônicas geradas pela permeabilidade de membrana aos íons sódio (Na^+) e potássio (K^+) a partir de processos bio-físico-químicos de células musculares e neuronais, gerando uma diferença de potencial entre os meios intra e extracelular captados por 2 eletrodos fixados no ventre muscular sobre a pele e produzindo uma variação de tensão nesses eletrodos (DAUBE; RUBIN, 2009; HALL, 2017).

Para o registro do sinal eletromiográfico de sinais biológicos, faz-se necessário o uso de eletrodos, sendo que, para este estudo, foram utilizados eletrodos bipolares. Os eletrodos bipolares são configurados da seguinte forma: um eletrodo de referência, o qual deve estar localizado sobre a pele em um ponto onde não tenha atividade de contração muscular, ou seja, local eletricamente neutro; e 2 eletrodos localizados no ventre muscular do músculo a ser analisado.

O sinal de EMG obtido é composto pelo somatório dos potenciais de ação originados das unidades motoras ativas, que são captados na superfície da pele pelos eletrodos. Desse modo, o somatório dos potenciais de ação possibilita a quantificação do sinal de EMG. Essa quantificação é expressa pela amplitude do sinal, que representa a quantidade de energia gasta para realizar uma determinada contração muscular (WALKER *et al.*, 2012).

Nesse contexto, a EMG será utilizada neste estudo para detectar a ativação muscular dos músculos reto-abdominal porção inferior, grácil (por ser o adutor de coxa mais superficial) e glúteo máximo

por meio de 5 canais (1 canal para o reto abdominal e os outros 4 canais para o grácil e glúteo máximo, ambos bilateralmente). Com a monitorização desses músculos pelo SUAPE – interface homem-máquina (IHM) o indivíduo conseguirá identificar sua contração por *feedback* visual através da captação do sinal de EMG pela tela de um computador e desse modo, não contraí-los mais, isolando, dessa maneira, apenas, a contração dos MAP. Consequentemente, o TMAP pode resultar em hipertrofia dos músculos estriados periuretrais, aumentando, assim, a pressão mecânica na região de esfíncter externo e promovendo a continência urinária.

3.2 Neurofisiologia

Primeiramente, será descrita uma breve nota da complexidade que envolve todo o processo de contração muscular e o sistema nervoso. O sistema nervoso é dividido morfologicamente em duas partes: Sistema Nervoso Central (SNC), localizado dentro da caixa craniana e do canal vertebral; e o Sistema Nervoso Periférico (SNP), que está situado fora dessas estruturas e é composto por três partes funcionais principais: a aferente, que é parte sensorial de entrada (*input*); a eferente, que é a parte motora de saída (*output*); e a parte integrativa sob responsabilidade do SNC (HALL, 2017).

Para Gazzaniga (2009), o neurônio é a unidade básica funcional do sistema nervoso, sendo constituído por 3 partes básicas: soma, que é o corpo contendo toda as organelas intracelulares responsáveis pelo metabolismo; axônio, um filamento citoplasmático envolto ou não por mielina, que transmite as informações vindas do corpo para outros neurônios; e dendritos, filamentos citoplasmáticos finos, que recebem as aferências e as conduzem para o corpo ou outros neurônios com aspecto de arborização, sendo que a comunicação entre os neurônios se dá por meio das sinapses.

Nas sinapses, têm-se as partes pré-sináptica de um terminal axônico e a pós-sináptica de um dendrito, que indicam a direção do fluxo de informação e são separadas pela fenda sináptica, onde ocorre a transformação de um impulso elétrico em um sinal químico realizando a comunicação entre o pré e o pós-sináptico através dos neurotransmissores (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2015). A comunicação entre o neurônio pré-sináptico e o pós-sináptico ocorre devido ao potencial de ação que chega ao terminal sináptico determinando o tipo de sinapse excitatória (EPSP – do inglês *Excitatory PostSinaptic Potential*) ou inibitória (IPSP – do inglês *Inhibitory PostSinaptic Potential*) que resultará no movimento ativo de íons através da membrana neuronal (OLEJNICZAK, 2006).

Neurotransmissores são pequenas moléculas derivadas de precursores de proteínas que ficam armazenados na vesícula pré-sináptica, a qual os libera após a abertura dos canais de cálcio dependentes de tensão devido à despolarização da membrana com a chegada do potencial de ação. Após esse desencadeamento de fatos, os neurotransmissores são liberados na fenda sináptica e captados pelos receptores localizados nos terminais pós-sinápticos da membrana (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2015) como pode ser observado na Figura 3.

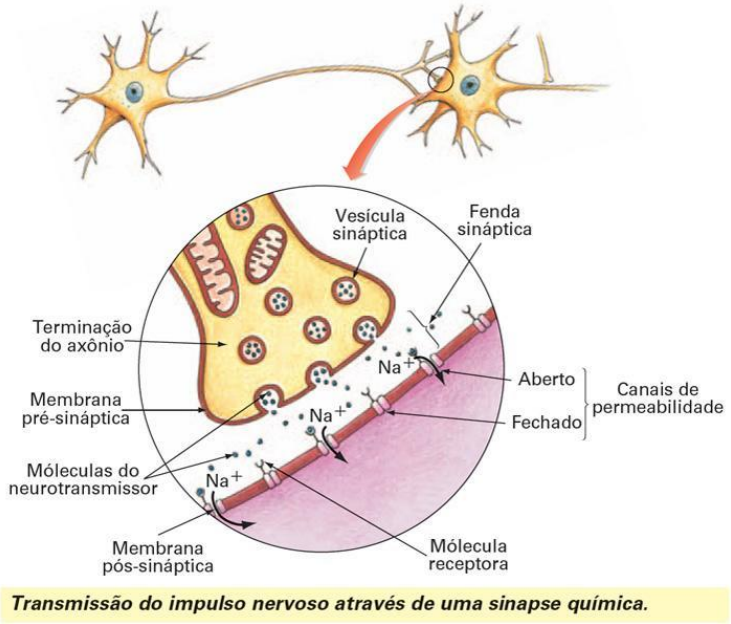


Figura 3: Fenda sináptica. Fonte: Hall, 2017.

3.3 Potencial de ação de membrana

O potencial de membrana é garantido a partir de uma propriedade específica da membrana celular, a semipermeabilidade seletiva dos canais iônicos ativos e passivos, que estabelecem diferentes concentrações de íons no meio extracelular (Na^+ e Cl^-) e íons no meio intracelular (K^+) devido à dupla camada fosfolipídica contendo proteínas transmembrana, que formam os canais iônicos, os quais possuem uma permeabilidade seletiva. Essa diferença na concentração de íons, conhecida como "polarização da membrana", é que define o potencial de repouso da membrana, que varia entre -50 e -90 mV (HALL, 2017).

O potencial de ação, conhecido como impulso nervoso, tem uma natureza eletroquímica com origem em uma perturbação do estado de repouso da membrana celular, com consequente fluxo de íons, através da membrana, ocasionando alteração das concentrações iônicas nos meios intra e extracelular (MERRILL; BIKSON; JEFFERYS, 2005).

Contudo, isso só se torna possível se o estímulo que ocasionar a perturbação atingir o limiar de excitabilidade da membrana, que é de -65 mV, princípio do "tudo ou nada", o qual segue com entrada de Na^+ para o meio intracelular por causa da permeabilidade a esses íons, abertura dos canais de Na^+, configurando o despolarização de membrana, que atinge 35 mV (HALL, 2017).

Após o influxo de Na^+, ocorre o fechamento dos canais de Na^+ e a abertura dos canais de K^+. Nessa fase, a membrana chega a atingir 70 mV conhecido como período refratário absoluto, no qual nenhum estímulo consegue gerar outro potencial de ação devido à maior permeabilidade aos íons Na^+ (BARANAUSKAS, 2007).

No início da repolarização com a abertura dos canais de K^+, a membrana celular começa a negativar, sendo conhecido como período refratário relativo e podendo desencadear outro potencial de ação desde que tenha um estímulo de maior intensidade (BARANAUSKAS, 2007; HALL, 2017).

Com o fechamento dos canais de K^+, ocorre a ativação da "bomba" de Na^+ e K^+, e a membrana fica hiperpolarizada, atingindo -90 mV, período no qual também não ocorre outro potencial de ação até a membrana atingir seu potencial de repouso (HALL, 2017). O potencial de ação está exemplificado na Figura 4.

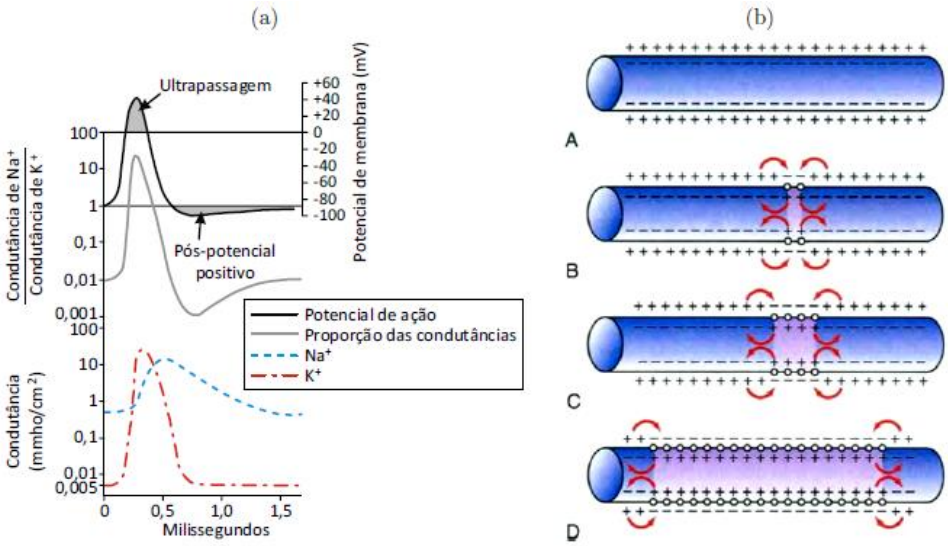


Figura 4: Eventos do potencial de ação em uma fibra nervosa. (a) Potencial de membrana e condutâncias da membrana aos íons de sódio e potássio ao longo do potencial de ação. (b) Propagação do potencial de ação ao longo da fibra. Fonte: Hall, 2017.

3.4 Unidade motora

A unidade motora (UM) do sistema musculoesquelético é a menor unidade funcional do sistema motor. Ela é composta pelo motoneurônio inferior α, junção neuromuscular e fibra muscular. Os neurônios e as fibras musculares são considerados células excitáveis devido à sua capacidade única de propagar sinais elétricos rapidamente em resposta a um estímulo (HALL, 2017; MARTELLUCCI, 2015).

Uma fibra muscular só recebe a inervação de um único motoneurônio, mas um motoneurônio pode inervar várias fibras musculares, desde poucas unidades até milhares de fibras musculares, dependendo do tipo de músculo em questão (o número de fibras musculares por unidade motora se chama taxa de inervação) (SLATER, 2015). Em geral, músculos pequenos, de contração rápida e precisa, possuem poucas fibras musculares em suas unidades motoras, permitindo um controle mais fino dos movimentos. A visualização da UM está representada na Figura 5.

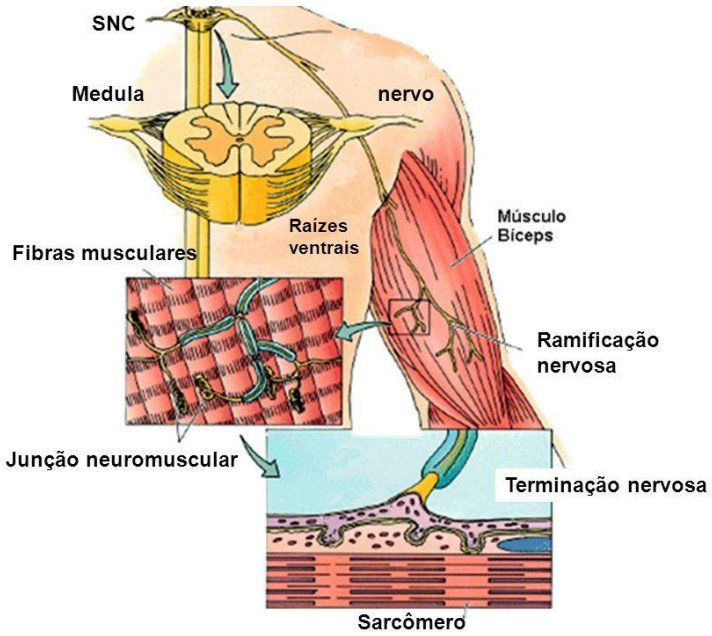


Figura 5: Representação da unidade motora funcional. Fonte: Hall, 2017.

A geração de força é realizada pelo recrutamento e pela modulação de unidades motoras ativadas, sendo que as unidades motoras são recrutadas em ordem, de acordo com o tamanho dos motoneurônios e obedecendo à lei do recrutamento, que pode ser visualizada na Figura 6 (DEL VECCHIO, *et al.*, 2018). Isso determina a sobreposição do potencial de ação da unidade motora (PAUM) devido à propagação do sinal pelas ramificações do axônio através das fibras musculares (DEL VECCHIO *et al.*, 2017).

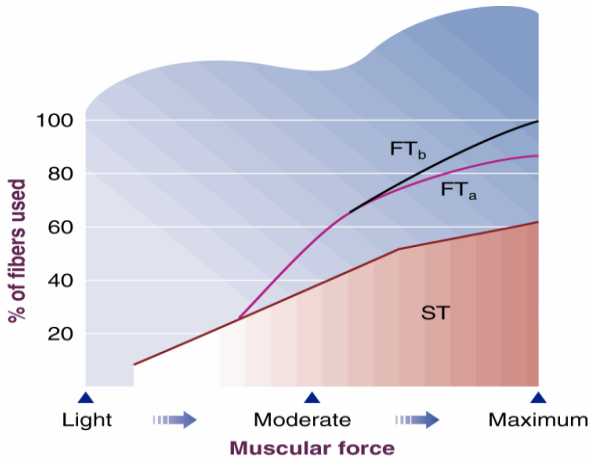


Figura 6: Tipo de fibra muscular e seu recrutamento em relação a contração muscular. Fonte: Hall, 2017.

As unidades motoras podem ser divididas em três tipos, seguindo a classificação das suas miofibrilas: oxidativas de contração lenta (Tipo I – ST), oxidativas de contração rápida (Tipo IIa – FTa) e glicolíticas de contração rápida (Tipo IIb – FTb). As unidades motoras do Tipo I produzem a menor força, sendo resistentes à fadiga; as do Tipo IIb, rapidamente fatigáveis, produzem a maior força; e as do Tipo IIa produzem força intermediária, sendo altamente resistentes à fadiga. Essa diferença é devido a variações no número de fibras musculares inervadas e ao tamanho das fibras musculares individuais (ENOKA; DUCHATEAU, 2017; SCHIAFFINO; REGGIANI, 2011; YAO; FUGLEVAND; ENOKA, 2000; ZHANG; GOULD, 2017).

3.5 Assoalho pélvico

3.5.1 Músculos do assoalho pélvico

O tecido muscular no corpo humano é constituído por 3 tipos, a saber, estriado esquelético, cardíaco e liso (HALL, 2017). Este estudo tem foco nos músculos estriados esqueléticos, que são músculos, em geral, de contração voluntária.

O assoalho pélvico é uma estrutura complexa composta por músculos, ligamentos e fáscia delimitados por ossos. Os músculos do assoalho pélvico (MAP) são constituídos por 2 camadas: uma superficial, formada pelos músculos – bulbo-cavernoso, isquiocavernoso, perineal transverso superficial e profundo, e o esfíncter anal externo; e uma profunda, formada pelos músculos – levantadores do ânus (este é constituído pelos pubococcígeo, puborretal, iliococcígeo e elevador da próstata) e o coccígeo ou isquiococcígeo (EICKMEYER, 2017; RAIZADA; MITTAL, 2008). A seguir, pode-se visualizar os músculos superficiais na Figura 7 e profundos do assoalho pélvico na Figura 8.

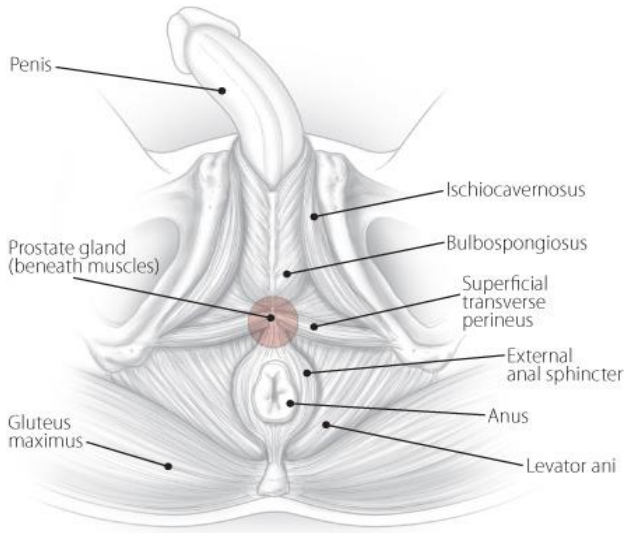


Figura 7: Músculos do Assoalho Pélvico superficiais. Fonte: Palma, 2014.

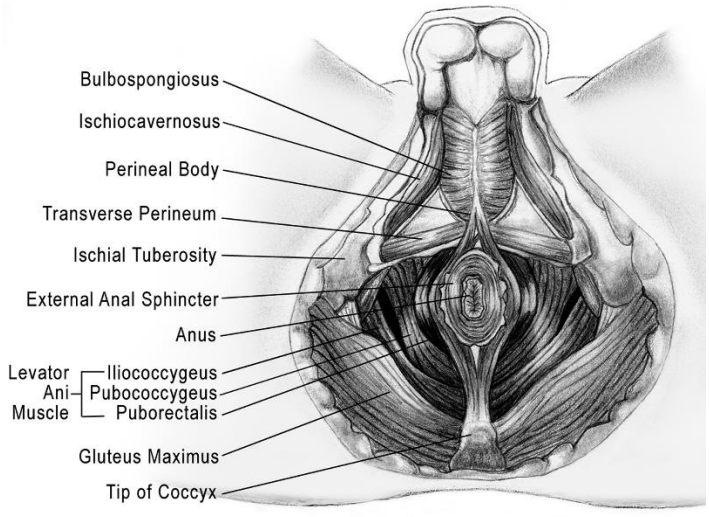


Figura 8: Músculos do Assoalho Pélvico profundos. Fonte: Hall, 2017.

Na parte inferior do AP, encontra-se o períneo, região que tem formato losangular com seus limites definidos pela borda inferior da sínfise púbica os ramos do púbis e do ísquio, as tuberosidades isquiáticas, os ligamentos sacrotuberais e o cóccix. No períneo, encontra-se o núcleo fibroso central do períneo, ou corpo perineal, que é o ponto de inserção e de cruzamento da maior parte dos MAP, localizado entre a bolsa escrotal e o ânus, medindo cerca de 2 cm de diâmetro e sendo caracterizado por uma massa fibro-elástica. O corpo perineal está em contato na linha mediana com a rafe do períneo caracterizada por ser uma região onde a pele é coberta por pelos, mais elevada, mais pigmentada e elástica, sendo facilmente distensível e medindo, normalmente, de 3 a 3,5 cm (DRAKE; VOGL; MITCHELL, 2015; MOORE; AGGUR; DALLEY, 2013; PEÑA; GOMES, 2016).

As principais funções dos MAP são o suporte das vísceras pélvicas e a contração da uretra e canal anal, contribuindo, assim, para a continência urinária e fecal. A continência se dá, por meio, da contração reflexa em função do aumento da pressão intra-abdominal (EICKMEYER, 2017; HALL, 2017).

A composição dos músculos do assoalho pélvico, principalmente o levantador do ânus, em sua maioria, cerca de 70%, é de fibras do tipo I (contração lenta), responsáveis pela manutenção do tônus muscular e sustentação das vísceras pélvicas. Os 30% restantes são constituídos por fibras do tipo II (contração rápida), que apresentam uma contração reflexa rápida e intensa, em resposta ao aumento da pressão intra-abdominal, auxiliando no mecanismo da continência (EICKMEYER, 2017; RAIZADA; MITTAL, 2008).

3.6 Eletromiografia do assoalho pélvico

Segundo Palma, Berghmans, Seleme (2014), a EMG tem sido utilizada como meio de avaliação do controle neuromuscular de pacientes portadores de IU desde a década de 1960. Entretanto, devido à sua baixa acessibilidade e à especificidade de sua análise, foi pouco utilizada na prática clínica. A opção de não escolher a EMG dos MAP foi devido à sua complexidade estrutural, por possuir vários músculos pequenos superficiais e profundos, sem se poder identificar quais os músculos do AP que seriam analisados pela EMG sem que ocorresse *cross-talking* (captação de sinais mioelétricos de músculos adjacentes ao músculo estudado), e por sua proximidade a músculos maiores, que não fazem parte do AP. Com isso, seriam evitadas interferências na captura, processamento e análise do sinal eletromiográfico. A opção de não utilizar os eletrodos de agulha, que tem maior especificidade de identificação para análise do músculo, foi visando ao não incômodo ou dor aos indivíduos, que serão submetidos posteriormente na validação do inserto.

Além disso, esse método propõe minimizar o uso de musculatura acessória durante o TMAP por monitorização das contrações da musculatura do reto abdominal, grácil e glúteo máximo através de eletrodos acoplados nas respectivas regiões musculares; portanto, promoveria a contração isolada dos MAP.

Os eletrodos utilizados para EMG são de vários tipos: ouro, platina, aço inoxidável, irídio, prata sintetizada e cloreto de prata. Para este trabalho foi utilizado o eletrodo do tipo Ag/AgCl (constituído de prata recoberto por uma liga de cloreto de prata), que são materiais de alta condutibilidade e são acoplados à pele associados a um gel eletrolítico à base de cloro (Cl^-), servindo como uma ponte eletrolítica entre a pele e a superfície metálica do eletrodo, para minimizar e/ou atenuar os artefatos de interferência entre pele e eletrodo, como, por exemplo, a bioimpedância da pele. Para uma melhor relação de sinal/ruído, os eletrodos são posicionados na região de ventre muscular a uma distância entre 1 e 2 cm entre si.

O sinal captado pela EMG é de interpretação difícil devido ao fato da sua natureza ruidosa, estocástica e de baixa amplitude na ordem de 50 microvolts (µV) a 5 milivolts (mV) segundo De Luca (2002, 2006), De Luca *et al.* (2006), e Konrad (2006). Portanto, um conjunto de técnicas utilizadas no estudo da atividade elétrica muscular, incluindo técnicas associadas à aquisição, amplificação, filtragem, conversão, quantificação, análise e interpretação da atividade elétrica de músculos é necessário.

Portanto, este capítulo apresenta em detalhes a complexidade do funcionamento para que ocorra uma contração muscular e a capitação dos sinais elétricos que são gerados nessa contração, contextualizando o leitor tanto com a área das ciências exatas, quanto biológicas com conceitos fundamentais. Esse detalhamento foi a base de referência para o capítulo seguinte, metodologia, para a escolha tanto do posicionamento dos eletrodos e do tipo de eletrodos escolhidos para a validação do desenvolvimento do inserto que foram utilizados no protocolo experimental, quanto para a escolha dos músculos a serem

analisados e o local onde melhor os sinais eletromiográficos seriam captados pelos eletrodos. Sendo também a base para a construção do projeto do eletromiógrafo desenvolvido para a captação dos sinais analisados por este estudo.

CAPÍTULO 4

Metodologia

Neste tópico, serão apresentadas as etapas de execução da pesquisa, bem como os trâmites envolvidos para aceitação da realização do estudo, local de pesquisa e método de construção do inserto.

4.1 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo experimental para construção e validação de inserto voltado para o tratamento de IU em homens submetidos à PR usando o *feedback* tátil e visual por meio do monitoramento e treinamento dos MAP.

4.2 Desenvolvimento

Esta pesquisa foi dividida em cinco etapas:

A primeira etapa refere-se ao desenvolvimento do protótipo do componente inflável baseado na elaboração do projeto;

A segunda etapa refere-se ao desenvolvimento do sistema de aquisição e condicionamento do sinal de EMG;

A terceira etapa está relacionada ao desenvolvimento do *software* responsável pelo controle do inserto, capacidade de insuflação do componente inflável, e coleta, armazenamento e análise dos dados de EMG e da variabilidade de pressão a que o componente inflável estará submetido. Nessa etapa, os dados de EMG e pressão estarão sendo mostrados em tempo real, por meio de gráficos, em uma tela de computador;

Na quarta etapa, refere-se aos testes laboratoriais para a calibragem da sensibilidade da EMG e da pressão de insuflação do componente inflável;

Na quinta e última etapa, foi realizado a análise dos dados coletados nos ensaios, bem como o registro da patente do inserto e do software conforme os trâmites junto ao Instituto Nacional de Produção Industrial (INPI).

4.3 Projeto, construção e montagem do inserto

4.3.1 Componente inflável

Inserto é definido como o primeiro dispositivo que se desenvolve de algo que servirá de modelo de prova antes da sua produção em série, com a finalidade de analisar eventuais falhas no funcionamento (MARTINS, 2017).

A construção do inserto teve como estímulo um dispositivo que não fosse desconfortável física e emocionalmente para homens com IU submetidos à PR, a fim de auxiliar na realização de um protocolo de exercícios de fortalecimento do assoalho pélvico. O inserto foi construído e calibrado em parceria com os laboratórios pertencentes ao curso de Engenharia Elétrica da UFSJ, no *campus* Santo Antônio e da UNIFEI, *campus* Itabira, e do curso de Enfermagem da UFSJ, no *campus* Dona Lindu.

O Inserto ficará em contato com a região perineal, localizada entre a bolsa escrotal e o ânus, promovendo um *feedback* tátil e visual, estimulando os mecanorreceptores locais, corpúsculos de Vater-Pacini, Meissner e Merkel, e auxiliando, dessa maneira, na conscientização e contração dos músculos do assoalho pélvico (MAP). O objetivo é estimular os receptores sensoriais por meio da insuflação de um dos seus componentes (o componente inflável) em contato com a região perineal. Essa insuflação será controlada por um microcontrolador que está associado ao componente de captura e análise de dados, os eletrodos de eletromiografia (EMG) de superfície, que farão o monitoramento em tempo real da ativação de músculos, os quais não sejam do assoalho pélvico (grácil, glúteo máximo e reto abdominal), para enfatizar apenas a contração voluntária dos músculos alvos do assoalho pélvico.

A presente invenção teve sua concepção a partir de estudos anatômicos da região perianal de homens adultos de diversas faixas etárias e modelos anatômicos, adotando as respectivas medidas da região perineal como base para o desenvolvimento do componente inflável do inserto conforme a Figura 9 e a Figura 10.

O desenvolvimento do componente inflável do inserto teve início nos estudos dos modelos anatômicos do laboratório de anatomia da UFSJ, *campus* Divinópolis, sob a supervisão da Co-orientadora Professora Doutora Luciana Regina Ferreira Pereira da Mata, com o objetivo de promover o maior contato do componente na região perineal, que, após a sua insuflação comprimirá, o corpo perineal.

A construção e finalização desse componente passou pela escolha do material elástico e biocompatível formado basicamente de elastômero (polímero de isopreno que sofre vulcanização – adição de enxofre ao monômero de dieno em baixa concentração ~2%) (CANEVAROLO, 2002), sujeito à variabilidade de pressão, sendo que a parte da sua vulcanização foi realizada no laboratório da UNIFEI-Itabira, sob a supervisão do Professor Doutor Rafael Emílio Lopes.

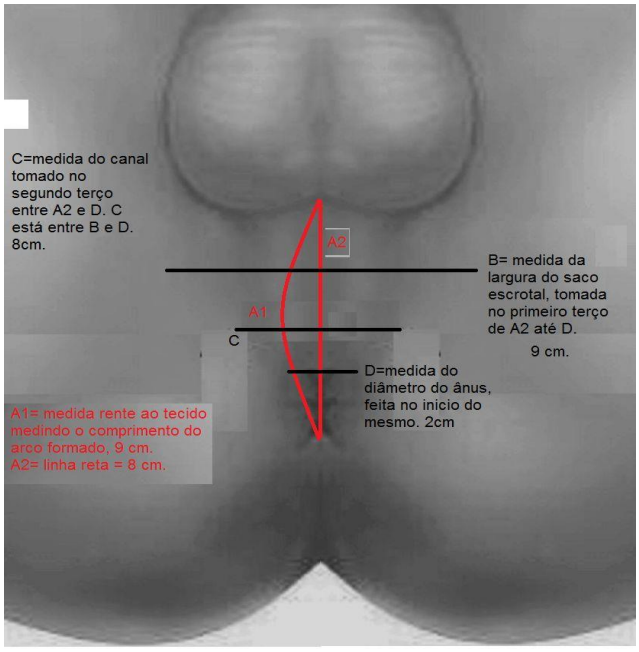


Figura 9: Medidas adotadas como base para a construção do inserto, vista cranial. Modificada de (Hall, 2017).

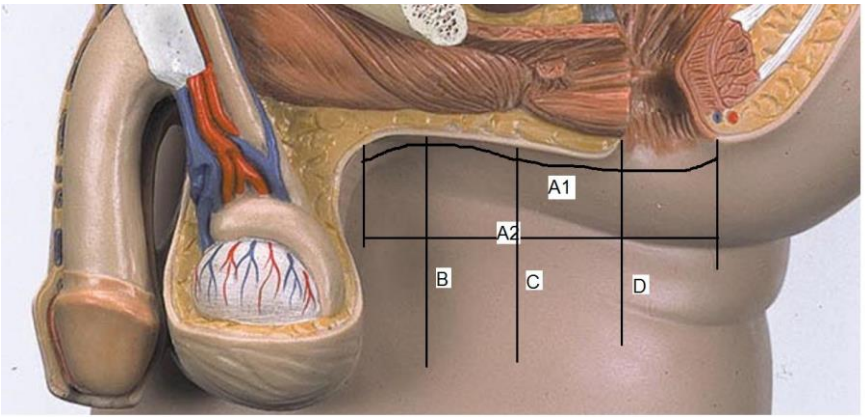


Figura 10: Medidas adotadas como base para a construção do inserto, vista lateral. Modificada de (Hall, 2017).

A idealização do *design* do componente inflável do inserto foi pensada e desenhada após o estudo anatômico visual da região perianal associado à média das medidas obtidas, conforme descrito anteriormente, pensando no melhor conforto possível desse componente com a região perineal de homens submetidos à PR. Para a confecção desse componente foi utilizado material maleável, elástico, biocompatível e resiliente capaz de sofrer uma deformação elástica a partir do aumento da pressão e retornar ao estado inicial sem sofrer deformações consequente à insuflação de ar em seu interior. Esse componente pode ser melhor visualizado na Figura 11 e na Figura 12. Além do material elástico, esse componente possui dois orifícios contendo duas mangueiras: uma conectada a minibomba de ar para a

insuflação e a outra conectada ao sensor de pressão, sendo sua insuflação realizada pelo profissional através do slider na tela do *software* sendo determinada pelo *feedback* do indivíduo.

Figura 11: *Design* do componente inflável e sua medida.

Figura 12: Protótipo do componente inflável.

O componente elástico promoverá o *feedback* tátil por contato com a região perianal, onde ficará alocado, e o *feedback* visual por meio do SUAPE através da tela de um computador. Com a média das medidas obtidas de acordo com as figuras 9 e 10 obtvesse um comprimento de 9,0 cm de comprimento por 3,0 cm de largura, sendo que a parte que fica em contado com a região perineal é o terço médio compreendido entre 3,0 e 6,0 cm. O terço médio a parte que realmente sofre a deformação após a insuflação comprimindo dessa forma a região perineal que ao realizar a contração do assoalho pélvico altera a pressão exercida no componente inflável permitindo dessa forma sua identificação no gráfico.

O componente inflável tem sua insuflação e manutenção controlada por uma minibomba de ar, modelo TYAP127, com tensão nominal de 12 V, corrente nominal de 300 mA, potência nominal de 3,6 W, pressão máxima de 1,5 bar e vazão máxima de 5 L/min. A alimentação da minibomba de ar é fornecida por uma fonte de 12 V.

O sensor utilizado para a aferição da pressão a ser exercida pelo componente inflável na região perineal é um sensor de pressão absoluta modelo MPX5700AP, que contém uma faixa de pressão operacional de 15 kPa a 700 kPa e uma sensibilidade de 6,4 mV/kPa, utilizando sua calibração de fábrica.

Foram utilizados os três pinos conforme as instruções do manual do fabricante, sendo um pino de alimentação VCC (diferença de potencial – 5 V), um pino GND (*ground* – é a referência do VCC) e o terceiro pino de saída VCC que apresentará variação na sua tensão conforme a variação da pressão exercida no componente inflável. Esse sensor é alimentado pela saída analógica do "*Arduino Uno*®".

Esses componentes estão acoplados a um microcontrolador "*Arduino Uno*®", que realiza todo o controle do inserto por meio da IHM, assim como a aquisição e o registro do sinal de eletromiografia. O microcontrolador é alimentado pelo *notebook* via conexão cabo usb.

Já o desenvolvimento do projeto da parte eletrônica (placa de EMG e do sensor de pressão que se comunicam com o "*Arduino Uno*®"), controle, calibragem e montagem final do inserto foi realizado em uma parceria dos laboratórios: a) LECOM – Laboratório de Estudos em Controle e Modelagem e o; b) LASCI – Laboratório de Sistemas Cibernéticos, sobe a supervisão do Orientador Professor Doutor Márcio Falcão Santos Barroso. Na Figura 13 está a imagem do "*Arduino Uno*®" com blocos de identificação.

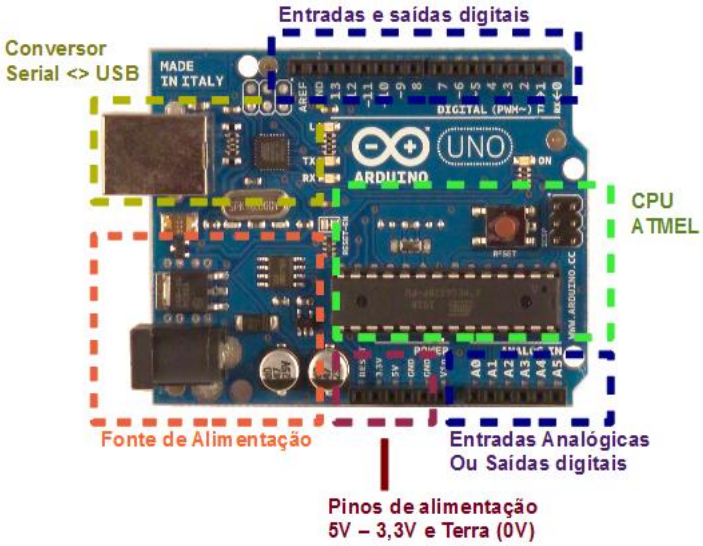


Figura 13: Blocos de identificação da placa do arduino.

As entradas analógicas de A0 a A4 foram utilizadas para a entrada dos 5 canais do sinal de EMG. Os pinos de alimentação 5 V foram utilizados para alimentação da placa do sensor de pressão absoluta. A saída digital 5 PWM (do inglês, *pulse width modulation*) foi utilizada para a modulação de saída do sinal digital para simular as escalas e valores do sinal analógico da EMG. E a conexão serial usb foi utilizada para a alimentação e comunicação do microcontrolador e a IHM SUAPE por meio do computador.

4.3.2 Sistema de aquisição e controle de EMG

Para realizar as técnicas de estudo da EMG, esta pode ser dividida em 3 etapas: *Input* (aquisição da atividade elétrica do músculo em contração por eletrodos), Processamento (amplificação, conversão, filtragem, quantificação, condicionamento e análise) e *Output* (visualização do sinal final em um monitor). Sendo que 2 eletrodos ficam no ventre muscula e um eletrodo, o referência, fica localizado em um lugar eletricamente neutro. Dessa forma, a diferença de potencial entre esses 2 eletrodos é medida em modo de rejeição comum, utilizando para isso, um amplificador de instrumentação (IA- *Instrumentation Amplifier*) INA126, que pode promover um ganho de 5 a 1.000 vezes (HERMENS *et al.*, 2000; REIS, 2014).

Na etapa *Input* o registro do sinal de EMG foi realizado por um eletromiógrafo desenvolvido para este estudo, que é composto por 5 canais utilizando eletrodos de superfície. Esses eletrodos promovem a conversão do sinal bioelétrico em um potencial elétrico, que é processado por um amplificador pela diferença de potencial (DDP) entre os eletrodos conforme a Figura 14.

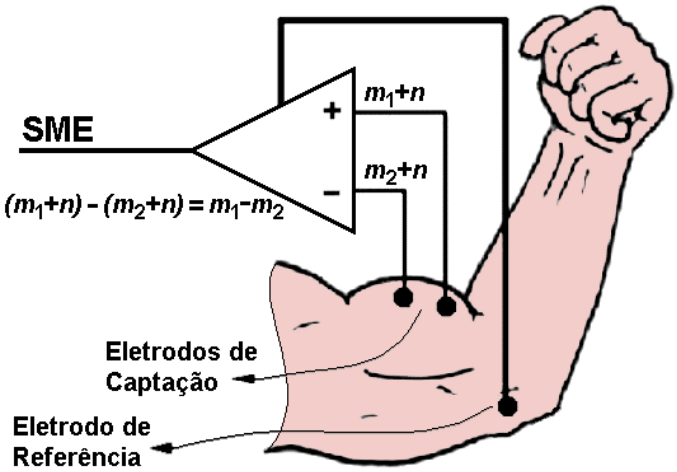


Figura 14: Aquisição do sinal mioelétrico, onde, m = sinal mioelétrico e n = ruído. Modificado de (De Luca, 2002)

Na etapa de Processamento, segundo Lopes *et al.* (2018), é imprescindível um pré-tratamento do sinal de EMG, pois a amplificação e a filtragem do sinal vão protegê-lo de interferências externas, garantindo a qualidade das componentes específicas da frequência a ser analisada. A energia gerada pela ativação das fibras musculares representada pela amplitude do sinal de EMG apresenta valores muito baixos, na ordem de 50 µV a 5 mV, por isso é necessária a amplificação do sinal para que se possa ter um sinal de qualidade e com nível adequado de tensão para as próximas etapas do processamento. O amplificador de instrumentação (IA – *Instrumentation Amplifier*) INA126 é utilizado como primeiro estágio na entrada do sinal por promover um ganho de 5 a 1.000 vezes (HERMENS *et al.*, 2000; REIS, 2014).

Nessa fase de amplificação e ganho, devido ao fato de o amplificador atuar como amplificador diferencial, tem-se uma alta taxa de rejeição de modo comum (CMRR – do inglês, *Common Mode Rejeition Ratio*), pois um alto valor de CMRR remove o ruído do sinal desde que esse ruído esteja presente em ambos os eletrodos (AMRUTHA; ARUL, 2017; KONRAD, 2006; MERLETTI *et al.*, 2009).

Ainda, referindo-se à etapa de processamento, tem-se a filtragem do sinal, na qual são selecionadas as frequências que mais carregam as características do sinal de EMG referente à contração muscular. Segundo De Luca (2006) e De Luca *et al.* (2006), o intervalo de frequência do sinal de eletromiografia tem uma banda espectral entre 10 e 500 Hz para eletrodos de superfície. A maior concentração de energia do sinal de EMG está situada entre 50 e 150 Hz segundo Andrade (2007), De Luca (2006), De Luca *et al.* (2006), Farina, Merletti, Enoka (2004) e Lopes *et al.* (2018). Portanto, faz-se necessária a utilização de filtros para atenuar interferências e garantir uma boa qualidade do sinal, pois, conforme De Luca *et al.* (2010), componentes ruidosas podem fornecer erros na interpretação do sinal de EMG. Foram utilizados os seguintes filtros:

Filtro passa-alta (PA): atenua baixas frequências com frequência de corte de 5 a 20 Hz, para atenuar os artefatos de movimentação dos cabos e interface pele-eletrodo;

Filtro passa-baixa (PB): atenua altas frequências com frequência de corte de 450 a 500 Hz, para atenuar os artefatos de alta frequência evitando o *aliasing* (serrilhamento do sinal), o que garante a reconstrução do sinal.

Filtro rejeita-faixa (RF): atenua frequências em um intervalo determinado com frequência de corte de 50 e 60 Hz, para atenuar os artefatos da rede elétrica.

Outrossim, dentro da etapa de processamento, a conversão do sinal de EMG, sinal analógico, ou seja, um sinal que pode assumir qualquer valor em uma faixa contínua, para um sinal digital, isto é, um sinal discreto, definido somente para um número finito de valores, no caso um sinal binário por se tratar de um computador (LATHI, 2007), é essencial para a compatibilidade de interação com o microcontrolador e o computador. Portanto, faz-se uso de um conversor Analógico-Digital (AD), para amostrar e quantificar o sinal (DE LUCA, 2006; DE LUCA *et al.*, 2006; FARINA, *et al.*, 2004; FARINA; MERLETTI; ENOKA, 2004). Obedecendo ao teorema de amostragem de sinal de *Nyquist*, no qual, a taxa de amostragem do sinal deve ser no mínimo 2 vezes maior do que a maior frequência do sinal, esta está entre 450 e 500 Hz e, a taxa de amostragem foi de 1000 Hz. Para a quantização do sinal, foi utilizado um conversor AD, que tenha uma relação maior ou igual a 12 bits, para garantir a melhor qualidade de reprodução do sinal. Para garantir a qualidade da digitalização do sinal analógico deste estudo foi considerado a resolução do conversor AD como (JAMAL, 2012):

$$V_{resol.} = \frac{V_{max} - V_{min}}{2^b} \tag{4.1}$$

pois, uma quantização com a qualidade de b ≥ 12 *bits* possibilita uma melhor precisão do sinal garantindo a detecção de pequenas ativações musculares, fundamental para o monitoramento dos músculos reto abdominal, grácil e glúteo máximo que durante a contração isolado dos MAP não devem ser ativados. Como o sinal de entrada da EMG utilizado foi de -5V a +5V e a menor quantização foi para um n=12, a menor resolução obtida foi de 2,44mV.

Por fim, na etapa de processamento, têm-se a retificação e a normalização, ou envelopamento do sinal. Na retificação do sinal de EMG, as amplitudes negativas do sinal são retificadas. No envelopamento foi feito um envoltório linear do sinal de EMG por raiz média quadrada (RMS – *root mean square*, do inglês), a fim de garantir a atividade mioelétrica ao longo do tempo baseado em Andrade (2007) e Gharibans *et al.* (2018).

Na etapa Output, tem-se o sinal visível na forma de um gráfico no monitor de um computador após o processamento do sinal bioelétrico. Para a visualização da resposta de contração muscular pelo indivíduo, foi utilizada a implementação de modelos que trabalhem em tempo real durante a aquisição e processamento dos dados, permitindo a visualização imediata da mudança de amplitude no gráfico correspondente ao músculo contraído.

As principais etapas existentes no estudo do sinal mioelétrico, desde a aquisição até a visualização final do sinal, está representada na Figura 15.

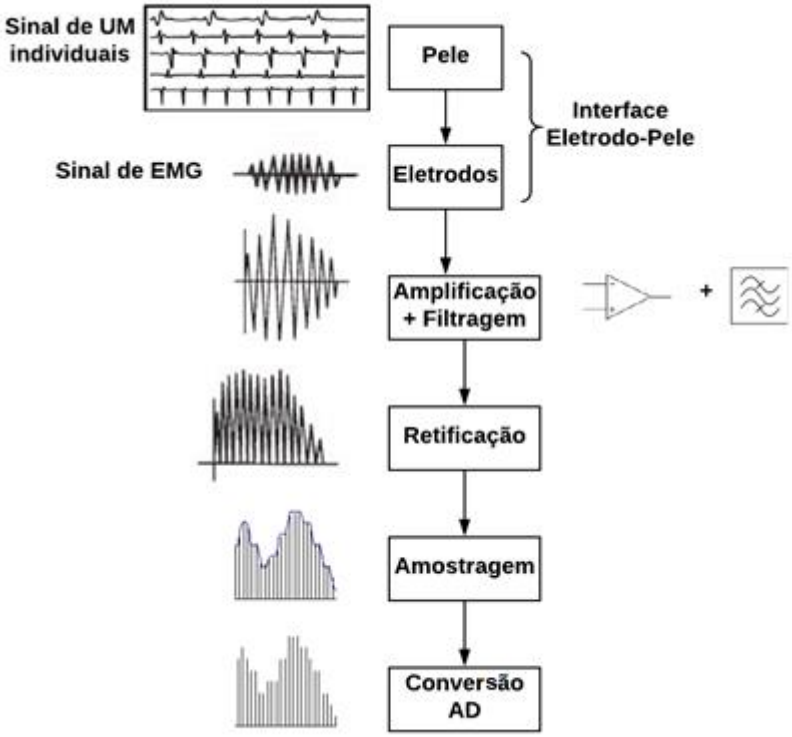


Figura 15: Etapas de processamento do sinal EMG.

4.3.3 Validação e calibragem do inserto

De acordo com o FDA (*Food and Drug Administration*), à validação de processo é definida como uma "evidência documentada que provê com alto grau de segurança, que um processo específico produzirá, consistentemente, produto que atenda suas especificações preestabelecidas e atributos de qualidade". De acordo com Grondzik e Kwok (2015) e Sobh e Xiong (2012), os princípios básicos de validação de processos são:

> Estabelecer que o equipamento do processo tenha capabilidade de operar dentro dos parâmetros estabelecidos;
>
> Demonstrar que instrumentação e equipamentos de controle, monitoramento e/ou medição sejam capazes de operar dentro dos parâmetros prescritos para o equipamento do processo;
>
> Desempenhar réplicas de corridas representando a amplitude operacional requerida do equipamento para demonstrar que o processo tenha sido operado dentro dos parâmetros prescritos para o processo e que a saída ou produto consistentemente encontra as especificações preestabelecidas para qualidade e função;
>
> Monitorar o processo validado durante a operação de rotina. Quando necessário, requalificar e recertificar o equipamento.

Esse conceito de validação torna-se evidente para uma indústria de dispositivos médicos, a qual tem que apresentar um padrão de qualidade exigido muito alto, uma vez que aquilo que será produzido terá impacto direto na vida de muitas pessoas. Por isso, essas indústrias devem seguir as exigências de órgãos reguladores, como, por exemplo, a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), a ABIMO (Associação Brasileira da Indústria de Artigos e Equipamentos Médicos, Odontológicos, Hospitalares e de Laboratórios) e o FDA. Diante de tudo isso, surge a Validação de Processos, como forma de garantir determinados resultados, sem que para isso seja necessário realizar inspeção total.

Associada à validação de equipamentos eletromédicos está o termo usabilidade, o qual tem como fundamento a investigação de riscos decorrentes de erros de uso implementando medidas de controle de riscos para riscos identificados conforme ISO 14971 ABNT (2009).

Como tal, durante a construção e desenvolvimento do inserto, pode-se verificar que, nos testes realizados no CyRoS – Núcleo de Robótica e Tecnologias Assistivas, especificamente no Laboratório de Sistemas Cibernéticos (LASCI) da UFSJ, o inserto, atende aos princípios básicos de validação proposto por Grondzik e Kwok (2015) e Sobh e Xiong (2012) (GRONDZIK; KWOK, 2015; SOBH; XIONG, 2012)(GRONDZIK; KWOK, 2015; SOBH; XIONG, 2012)(GRONDZIK; KWOK, 2015; SOBH; XIONG, 2012)(GRONDZIK; KWOK, 2015; SOBH; XIONG, 2012)(GRONDZIK; KWOK, 2015; SOBH; XIONG, 2012)(GRONDZIK; KWOK, 2015; SOBH; XIONG, 2012)e toda à norma e legislação vigente.

Para tanto, a fim de garantir a validação do inserto, uma premissa é garantir sua reprodutibilidade e repetitividade (R&R). Foi elaborado um protocolo experimental descrito mais adiante para testar a R&R, uma das ferramentas da engenharia de qualidade para avaliar a robustez do inserto.

Na perspectiva de Barroso *et al.* (2009), a reprodutibilidade pode ser descrita como o grau de concordância entre os resultados das medições de um mesmo mensurado efetuadas sob condições variadas de medição; ou seja, à diferença entre a média das medições do inserto realizadas em diferentes condições de análise, como os horários e dias, utilizando-se o mesmo instrumento de medição. A repetitividade pode ser descrita como sendo o grau de concordância entre os resultados das medições sob as mesmas condições, os quais podem ser expressos, quantitativamente, em função das características da dispersão dos resultados representados. Ou seja, indica a variabilidade natural do processo de medição quando realizadas diversas medições em condições iguais como o mesmo instrumento e mesma técnica de medição em pequenos intervalos de tempo.

A calibragem do inserto e sua construção foram realizadas conforme a Portaria nº 54, de 01 de fevereiro de 2016 do INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia (2016) e a norma ABNT NBR IEC 60601-1-6 (2013) alicerçadas nos manuais dos componentes adotados para a construção do inserto .

Como se trata do desenvolvimento de um protótipo, propôs, a princípio, usar o sistema em valor percentual ou sistema "por unidade" (Sistema PU), para calibrar o componente inflável. O sistema PU será utilizado no intuito de padronização da coleta de dados e dos cálculos a serem realizados no decorrer do protocolo de TMAP. Será utilizada, portanto, uma grandeza adimensional, na qual, cada teste poderá ser comparado com os demais testes realizados a qualquer momento. O valor em PU é a razão entre o valor dado e o valor de base conforme a equação a seguir. O valor de base é determinado pelo valor obtido durante uma contração máxima dos músculos do assoalho pélvico após a primeira insuflação do componente inflável logo após o *feedback* do indivíduo para a insuflação máxima do componente seguido pelo acionamento do botão de calibragem.

$$valor\ em\ pu\ = \frac{valor\ dado}{valor\ de\ base} \tag{4.2}$$

O valor da pressão a ser inserida no inserto será determinado pelo profissional por meio do *software* do *LabVIEW*® de acordo com o *feedback* do indivíduo durante seu enchimento. Caso, o indivíduo não forneça nenhum *feedback*, o valor é predeterminado pelo profissional durante a avaliação de força do assoalho pélvico na primeira vez de utilização do inserto. Esse valor será o valor base para a determinação do valor em PU. O valor dado é determinado após uma média móvel durante os 6 segundos após o enchimento do valor base mensurado pelo sensor com o indivíduo em repouso na segunda vez de utilização do inserto conforme a equação a seguir.

$$valor\ dado = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{n} \tag{4.3}$$

onde: $v_1,\ v_2\ e\ v_n$ são os valores nos instantes 1, 2 e n captados pelo sensor durante a contração de seis segundos.

Portanto, o valor em PU tende a ser igual a 1 para qualquer coleta de dados. Com isso, cada dado coletado servirá de comparação no decorrer do protocolo de TMAP.

Para a análise de ativação dos MAP, o componente inflável é a parte do inserto desenvolvido para este estudo responsável por proporcionar *feedback* tátil, na região perineal, e visual, gráfico na tela do *software*, pode ser visualizado na Figura 16.

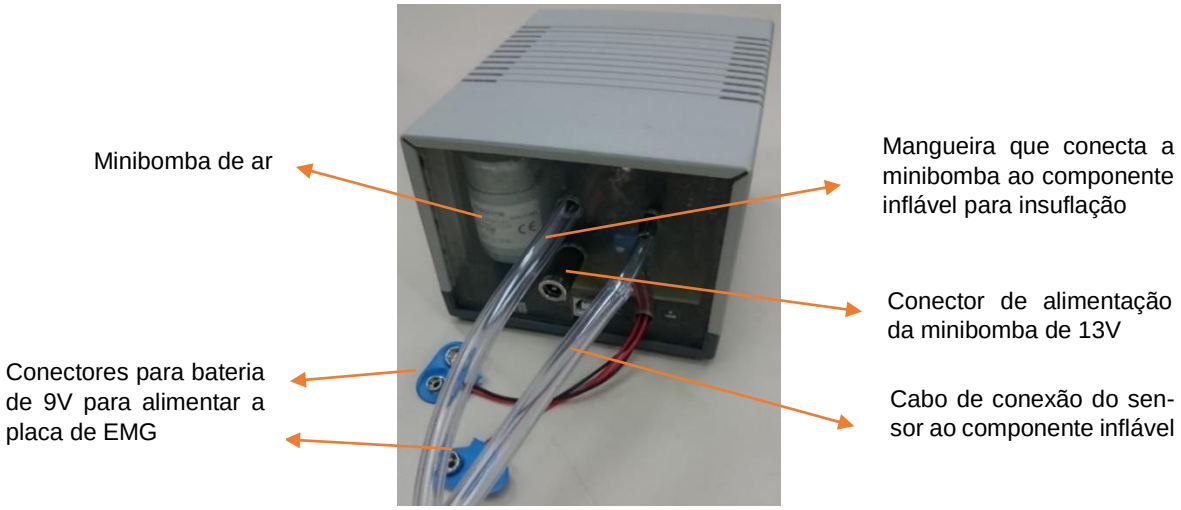


Figura 16: Componente inflável responsável pela *feedback* tátil da ativação dos MAP.

No primeiro momento, instante zero, a primeira coleta de dados receberá um valor de PU para a calibração do componente inflável do inserto conforme a força exercida pelos MAP. Ao iniciar um protocolo de treinamento, será possível, a qualquer momento, comparar a força exercida sobre o inserto que o indivíduo consegue exercer quando comparada ao instante zero, inferindo, dessa forma, se há ou não contração muscular e sua porcentagem quando comparada com o momento anterior.

A pressão exercida no instante 2 gera uma diferença em relação ao instante 1 no sistema. Essa diferença é mensurada pelo sensor e interpretada pelo *software* de controle do inserto. A leitura gerada pela diferença do valor em PU por instante de tempo gera um gráfico pelo SUAPE, visualizado na tela do computador, possibilitando, por meio da curva formada, determinar a intensidade de contração do músculo do assoalho pélvico em PU conforme a Figura 17, sendo que nessa figura o sistema estava sendo calibrado, demonstrado a sensibilidade do sensor ao ser exercida uma pressão mínima no componente inflável.

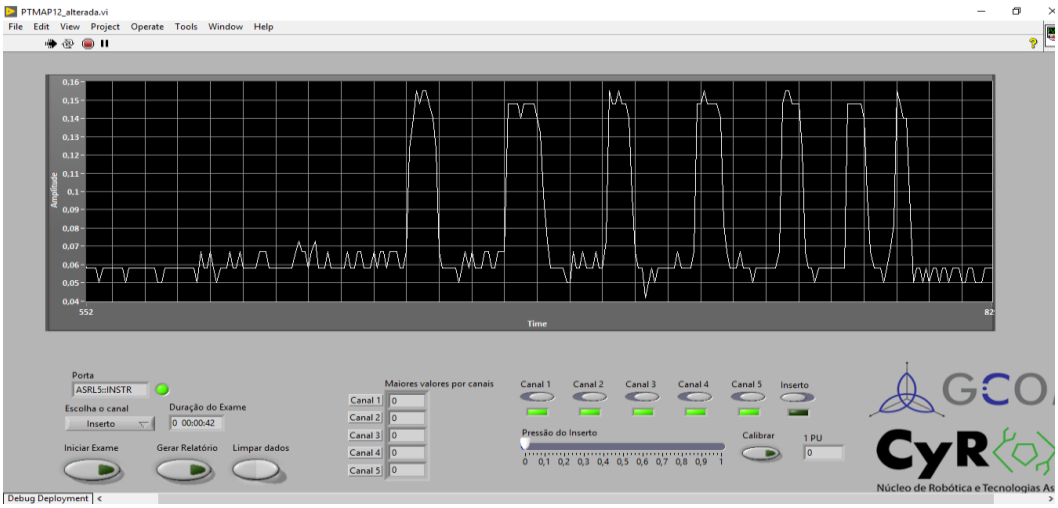


Figura 17: Visualização do feedback do componente inflável. Os picos representam as contrações em teste laboratorial de calibragem.

Para a validação e calibragem do inserto apenas testes laboratoriais são necessários a fim de garantir para sua segurança, minimização de riscos e possíveis correções de erros de processos do projeto.

4.3.4 Descrição do protocolo experimental

Para garantir sua usabilidade, reprodutibilidade e repetitividade apenas testes laboratoriais iniciais seriam necessários para garantir o desenvolvimento do projeto, mas a fim de realizar um teste mais fidedigno com a realidade um voluntário se colocou à disposição para participar dos testes de reprodutibilidade, repetitividade e usabilidade do inserto. Esse voluntário foi aceito para a realização dos testes por trabalhar há mais de 10 anos com reabilitação e ter controle e consciência corporal para conseguir realizar a contração isolada do MAP sem precisar de treinamento o que facilitaria os testes de validação do inserto.

O protocolo experimental foi realizado em 6 sessões para a coleta dos dados, sendo que os ensaios foram realizados divididos em grupo teste - GT = 18 coletas em 4 dias consecutivos e grupo controle - GC = 18 coletas em outros 4 dias também consecutivos. O GT consistia em realizar apenas a contração isolada dos músculos do assoalho pélvico durante cada sessão, em um total de 6 sessões, com 3 séries de 10 repetições (contrações máximas do MAP) com 2 minutos de intervalo entre cada série. As 3 primeiras séries foram realizadas no mesmo dia em períodos diferentes, manhã, tarde e noite com intervalos de 7 horas entre cada sessão, as outras 3 sessões foram realizadas no período noturno com intervalo de 24 horas entres as sessões. Já o GC consistia em realizar contrações do MAP, associadas a contrações dos músculos monitorados por EMG (reto abdominal, grácil e glúteo) em um total de 6 sessões, com 3 séries de 10 repetições, igualmente realizadas no GT, 3 sessões em um mesmo dia e outras 3 sessões em dias consecutivos com os mesmos intervalos de tempo entre as sessões como no GT.

No primeiro dia foram realizadas 9 coletas, divididas em 3 subgrupos de coletas com 7 horas de intervalo entre cada subgrupo. As outras 9 coletas foram realizadas em 3 subgrupos de coleta nos 3 dias consecutivos. Em cada coleta, foram realizadas 3 séries de 10 contrações máximas de MAP com intervalo de descanso de 2 minutos entre cada série conforme a Figura 18.

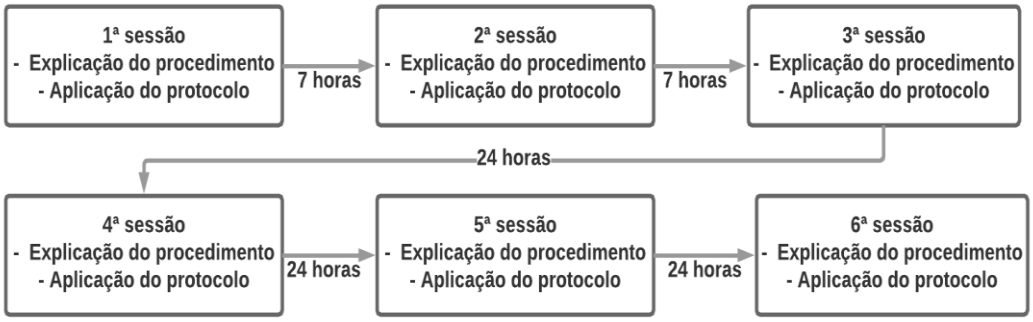


Figura 18: Procedimento experimental para coleta de dados.

Na primeira sessão para a coleta dos dados, realizada no período da manhã, foi explicado como seria a coleta de dados, como contrair os MAP, como manter relaxado os músculos reto-abdominais, grácil e glúteo máximo durante a contração dos MAP e a quantidade de contrações a serem realizadas pelos músculos do assoalho pélvico. Também, foi explicado sobre a insuflação do inserto e que, durante sua insuflação qualquer desconforto ou incômodo fosse relatado. Foi solicitado previamente ao voluntário que realiza se a tricotomia da região onde ficariam os eletrodos (região inferior de reto abdominal, terço proximal de grácil e glúteo máximo).

Após a explicação, foi realizada a limpeza da pele com algodão embebecido em álcool 70 º, a fim de remover o excesso de células mortas e a gordura natural da pele, para colocação dos eletrodos, minimizando, dessa forma, a interferência da bioimpedância da pele na captura do sinal de EMG, obtendo, assim, uma melhor relação sinal-ruído descrita por De Luca (2002, 2006), De Luca. *et al.* (2006), e Konrad (2006). Como o potencial de ação possui trajetória no mesmo sentido das fibras musculares, o eletrodo deve ser alinhado em tal sentido para a melhor obtenção do sinal EMG (HERMENS *et al.*, 2000). A orientação e posicionamento dos eletrodos de forma paralela às fibras musculares tem por o objetivo aumentar a seletividade e sensibilidade do músculo estudado (HAKONEN; PIITULAINEN; VISALA, 2015). O posicionamento dos eletrodos levou em consideração o projeto europeu *Surface EMG for Non-Invasive Assessment of Muscles* – SENIAM (2007), que estabelece o melhor posicionamento dos eletrodos para cada músculo, evitando o *cross-talking* descrito na Tabela 4.

Tabela 4: Posicionamento dos eletrodos considerando o SENIAM

Músculo	**Posicionamento do eletrodo**
Glúteo máximo	Colocados a 50% da linha entre as vértebras sacrais e o trocânter maior. Esta posição corresponde à maior proeminência do meio das nádegas, bem acima da protuberância visível do trocânter maior.
Grácil	Colocados na face medial da coxa a 50% do terço proximal do músculo
Reto-abdominal	Colocados na região infra ou supra umbilical a 3 cm da linha umbilical e a 3 cm da linha média para a esquerda ou a direita.

Para a coleta do sinal de EMG a Figura 19 mostra a parte do inserto desenvolvido para a captura da ativação muscular responsável por gerar o sinal da eletromiografia.

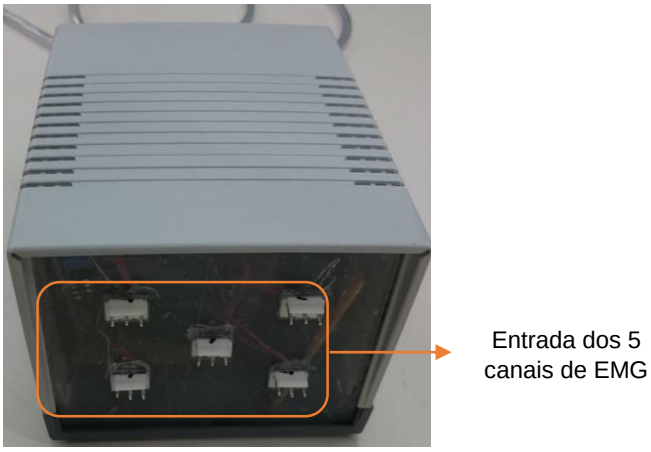


Figura 19: Eletromiógrafo de 5 canais desenvolvido para o estudo.

O componente inflável do inserto foi posicionado na região do períneo envolto em um preservativo ou plástico filme sobre a roupa íntima (cueca), ficando mantida no local durante todo o exame.

Em seguida, foi solicitado ao voluntário que ele realizasse uma contração máxima dos MAP e a mantivesse por um período de 6 segundos. No final desse tempo, sem que o voluntário tivesse relaxado a MAP, foi acionado o botão de calibragem, o qual gera uma média dos 10 últimos dados (valores) captados pelo sensor, fazendo com que o *software* mantenha esse valor durante todo o exame e acionando a bomba via microcontrolador para manter a pressão da calibragem caso haja perda de volume. Os eletrodos utilizados foram eletrodos descartáveis autoadesivos do tipo eletrodo químico Ag/AgCl coberto com plástico e gel condutor eletrolítico.

Após a calibragem, foi solicitado para o voluntário que ele realizasse 3 séries de 10 repetições para contrações máximas dos MAP com intervalo de descanso de 2 minutos entre cada série. Todos os

dados coletados durante o exame pelo conjunto inserto-*software* foram armazenados em um relatório de extensão *.xls* em *Excel* gerado pelo próprio *software* que foi nomeado de SUAPE.

Na segunda sessão, realizada no período da tarde, foram realizados os mesmos procedimentos da primeira. Posteriormente, aa terceira sessão, realizada no período da noite, procedeu-se da mesma forma como as duas sessões anteriores. As demais sessões, da quarta à sexta, foram realizadas em dias consecutivos com os mesmos procedimentos das sessões anteriores.

O protocolo experimental foi realizado em um homem de 38 anos, hígido, sem problemas de saúde e ativo recreacionalmente para garantir a reprodutibilidade e repetitividade dos testes do sistema inserto-homem-*software* (SUAPE – Sistema de Monitoramento e Treinamento do Assoalho Pélvico) baseado no estudo realizado por Barroso *et al.* (2009). Tendo em vista a complexidade do sistema biológico representado pelo voluntário optamos por realizar os testes no mesmo, visto que, diante dos testes laboratoriais realizados foi possível constatar a usabilidade, reprodutibilidade e repetitividade do inserto optou se por inserir o voluntário a fim de testar o inserto com base no viés que a complexidade do sistema biológico pode proporcionar diante dos testes laboratoriais.

4.3.5 Coleta de dados

Os dados são gerados e coletados pelo conjunto inserto, *software* e voluntário. O *software* foi desenvolvido em paralelo com o desenvolvimento do inserto para atender as especificações e solicitações que foram surgindo durante o desenvolvimento de todo o trabalho desenvolvido.

Os dados analisados e armazenados no *software* consistem em:

Valor da pressão do inserto: gera um gráfico construído a partir da diferença de pressão exercida pela força do assoalho pélvico no componente inflável do inserto. O valor dessa pressão foi normalizado e demonstrado em função de PU, que é a razão entre o valor dado e o valor de base, conforme Figura 20.

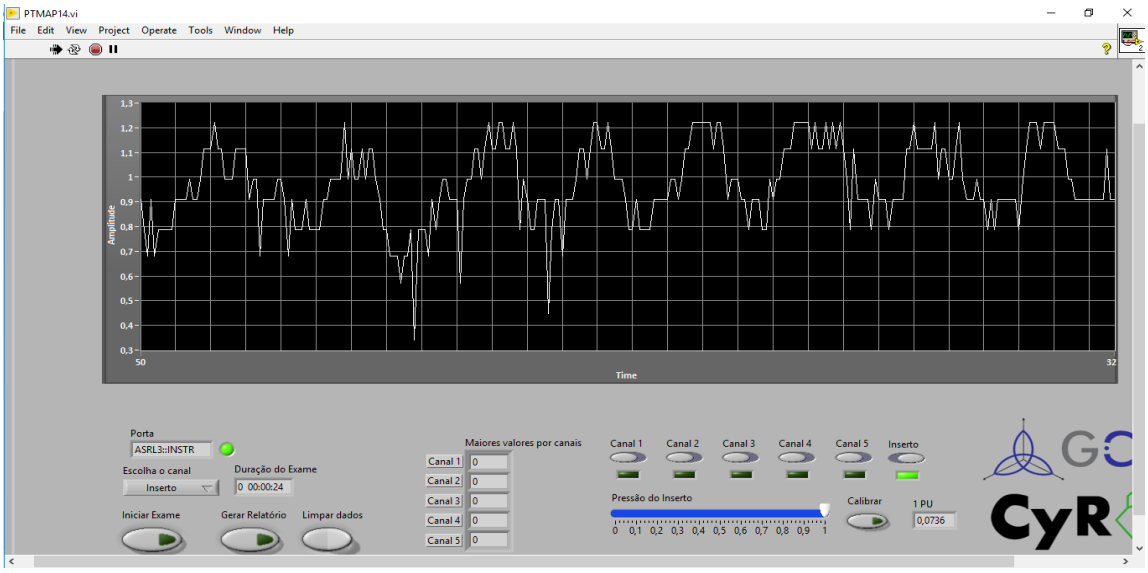


Figura 20: Gráfico da diferença de pressão sofrida pelo componente inflável captada pelo sensor com contração dos MAP, os picos representam as contrações do AP.

Pressão do inserto: determinado pelo profissional ou *feedback* do voluntário com entrada no *software* por meio da seleção do valor normalizado do *slider* do monitor conforme Figura 21*;*

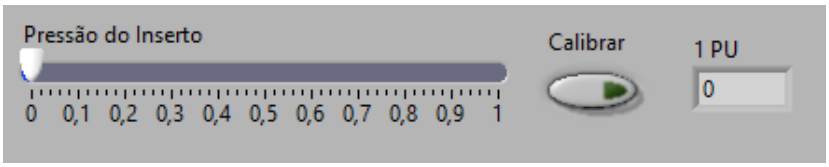


Figura 21: *Slider* de controle de insuflação do inserto.

Valor de calibragem: é determinado após uma média móvel dos valores captados pelo sensor durante dado em PU.

Canais de 1 a 5: são os gráficos gerados pelo sinal de EMG gerados a partir da contração muscular dos músculos grácil bilaterais, glúteos máximos bilaterais e reto-abdominal inferior, conforme Figura 22.

Figura 22: Gráficos referentes aos 5 canais de EMG. De cima para baixo e da esquerda para a direita, têm-se o canal 1: reto-abdominal; canal 2: grácil direito; canal 3: grácil esquerdo; canal 4: glúteo máximo esquerdo e canal 5: glúteo máximo direito.

Associado a esse microcontrolador foi elaborado um *hardware* para realizar a aquisição do sinal eletromiográfico por meio de 5 canais, que realizará a análise dos músculos reto-abdominais, glúteo máximo e grácil por meio de *feedback* visual, através do SUAPE, gerando um gráfico visualizado na tela de um computador como na Figura 22. Esse *hadware* é o responsável por toda a interface entre inserto-voluntário-profissional-*feedback*, de EMG e contração dos MAP. O inserto é o produto final, o qual deve ser portátil, leve, pequeno, de baixo custo, fácil de higienizar, confortável para o paciente, individual, biocompatível e não deve sofrer influência pela proximidade de outros aparelhos.

O *software* desenvolvido apresenta a interface demonstrada na Figura 23 para a coleta de dados do voluntário, tendo seu preenchimento obrigatório para gerar o relatório no *Excel* do exame realizado. A comunicação do inserto com o *software* se dá de modo automático pelo SUAPE (interface homem-máquina) ao conectar o microprocessador ao qual o inserto está acoplado a um computador por meio da detecção automática da porta escolhida para a conexão.

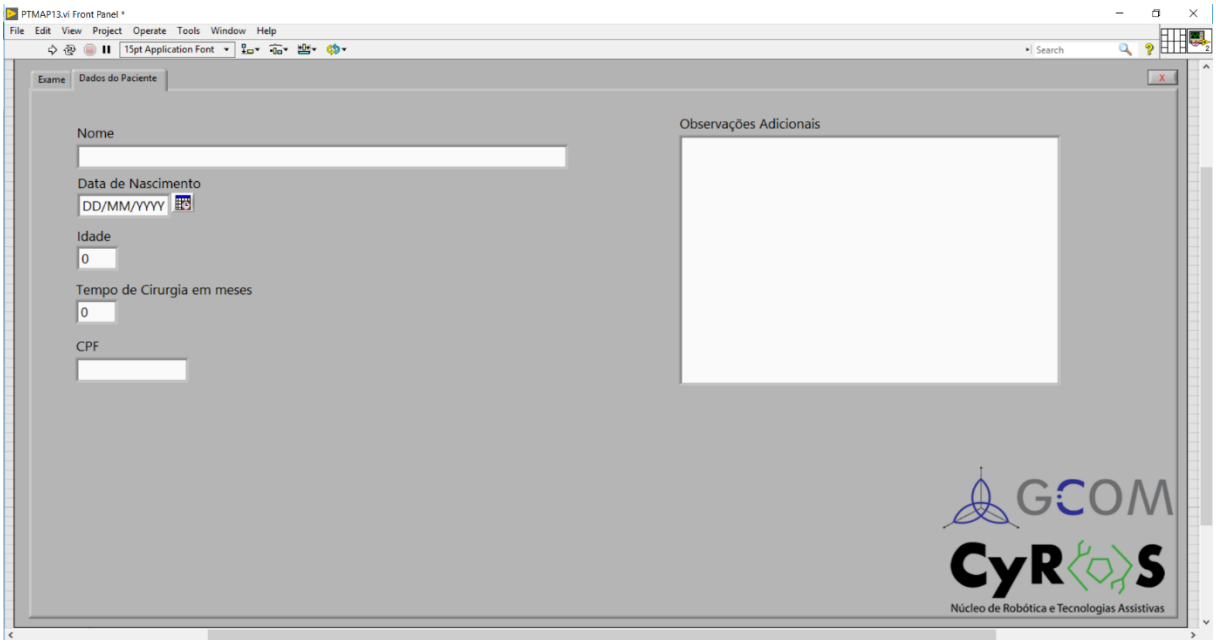


Figura 23: Dados de entrada obrigatórios para gerar o relatório.

A tela de *feedback* visualizada na Figura 24 abaixo tem variedade de escolha de visualização de acordo com a escolha do profissional que estiver realizando o exame, podendo deixar um único gráfico para enfatizar o que está sendo realizado durante o exame do paciente. A visualização mais completa apresenta o gráfico dos 5 canais de EMG e o gráfico do componente inflável.

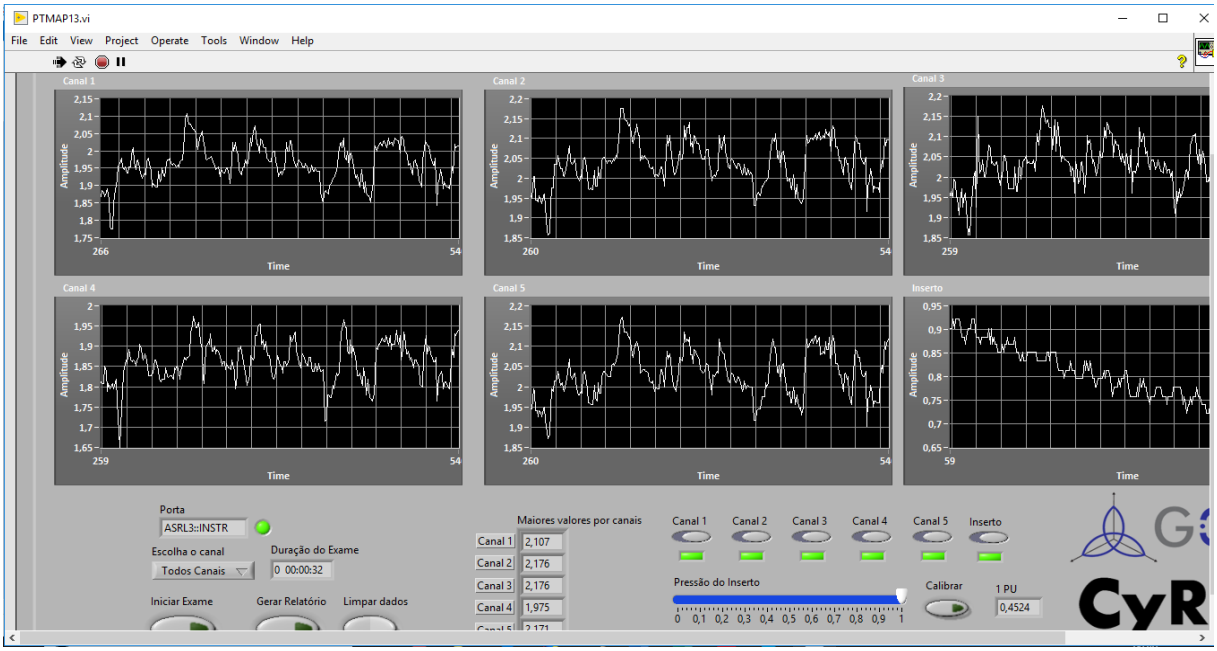


Figura 24: Tela de *feedback* visualizada durante a realização do exame.

A escolha dos botões referentes ao canal e ao inserto determina a visualização do sinal escolhido, indicado por uma luz verde acesa, para monitorização, mas todos os demais sinais continuam a

serem armazenados da mesma forma. Na geração do relatório com extensão *.xls* todos os sinais analisados durante os testes geraram uma tabela contendo a média, a variância e o desvio-padrão de cada sinal.

Foram 18 ensaios realizados por um voluntário com mais de 10 anos de experiência profissional na área de reabilitação e realizadas contrações apenas dos MAP sem que os músculos (reto-abdominal, grácil e glúteo) fossem contraídos no GT. Os outros 18 ensaios igualmente reproduzidos realizando contrações dos músculos reto-abdominal, grácil e glúteo no GC.

Todos os dados coletados pelos 5 canais de EMG e pelo inserto foram armazenados em um relatório com extensão *.xls* conforme o Apêndice A.

4.3.6 Registro de patente e registro do *software*

Em um breve levantamento o conceito de patente tem por base os princípios do "Contrato Social" de Rousseau como um acordo entre o inventor e a sociedade Macedo e Barbosa (2000) e Garcia (2006) referem-se à patente como sendo um documento que dispõe de um sistema especial criado para gerenciá-lo, inclusive com um código de indexação único, sendo regulamentada por legislação específica em cada país.

O Brasil foi o primeiro dos países em desenvolvimento, em 1830, a conceder proteção de patente às invenções. O Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, responsável pelo aperfeiçoamento, disseminação e gestão do sistema brasileiro de concessão e garantia de direitos de propriedade intelectual para a indústria; ou seja, é o órgão brasileiro responsável pelo registro de patentes nacional.

Segundo Ribeiro (2010) e Spritzer e Dupin (2004) o aperfeiçoamento e a criação de novos modos de produção criam novos produtos e mercados, que, por sua vez, alimentam a necessidade da busca contínua de novos conhecimentos, acarretando a formação de um ciclo virtuoso, no qual o conhecimento e a informação são ferramentas estratégicas.

Com base nos dados do Relatório de Ciência da UNESCO (2010, 2015) e em Quintella *et al.* (2011), o volume de publicações brasileiras tem crescido consideravelmente nos últimos anos, 37.228 artigos publicados em 2014, sendo que mais de 90% desses artigos foram de universidades públicas, o que equivale a 2,7% da produção mundial, mas ainda aquém de uma visibilidade internacional devido ao fato de serem publicados em português e em revistas brasileiras de circulação limitada. Entretanto, o número de patentes, no mesmo período, para os inventores residentes no Brasil, foi de apenas 0,1% em relação ao número de patentes mundiais, que continua baixo, demonstrando a incorporação incipiente da propriedade industrial e de seu potencial de inovação no País, tendo em vista que o Brasil não tem uma única empresa competindo na vanguarda da informação e das tecnologias da informação e comunicação, em eletrônica ou em biotecnologia.

Para se obter a proteção legal, junto aos órgãos governamentais competentes, é necessário que o pedido de patente satisfaça a critérios mínimos de patenteabilidade estabelecidos pelas convenções internacionais, que são: a novidade, a aplicação industrial e a atividade inventiva.

Portanto, para o pedido de registro da patente do inserto desenvolvido neste estudo, foi preciso, a partir do objeto da pesquisa com potencial para gerar inovação tecnológica, procurar o Setor de Inovação e Propriedade Intelectual (SEIPI) do Núcleo de Inovação Tecnológica da UFSJ, que é a unidade administrativa da Instituição vinculada à Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação para verificar e atender a todos os procedimentos internos e, preenchimento de questionários e formulários.

Para a patente, foi necessário realizar uma busca de anterioridade de artigos científicos nos principais bancos de dados: *Physiotherapy Evidence Database* (*PEDro*), *MEDLINE*/PubMed, *THE COCHRANE LIBRARY*, *TRIP*, *EMBASE*, *SCOPUS*, *WEB OF SCIENCE* e LILACS, a fim de encontrar dispositivos com a mesma finalidade, mas com o modo de funcionamento semelhante ao proposto neste estudo. Não foram encontrados artigos que mencionavam o modo proposto neste estudo como pode ser observado em toda a bibliografia mencionada. Os estudos encontrados mencionam o uso de um perineômetro para avaliar a pressão sofrida pelo dispositivo que ficava posicionado no canal anal.

Buscas simultâneas de anterioridade foram feitas em bancos de dados específicos de patentes relacionados ao objetivo proposto neste estudo. A seguir, estão listados os bancos de dados, nos quais foram realizadas as buscas: INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial), *UPSTO - search for patents (United States Patent and Trademark Office), Patents Scope (World Intellectual Property Organization), Google Patents, Espacenet (European Patent Office)* e *Lens.* Os resultados também foram semelhantes ao resultado encontrado na busca de artigos, não sendo encontrada nenhuma patente com as características descritas neste estudo, conforme pode ser visualizado em algumas patentes a seguir: BR 102016026365-4 A2 (2016) refere-se a um dispositivo intravaginal que mede a força de assoalho pélvico; WO 2014/176689 Al (2014)**,** que utiliza uma sonda para cavidade corporal com sensores de pressão por lâminas para análise do aumento da pressão da cavidade corporal durante a contração de tecidos moles da cavidade associada a *feedback* e US8147429B2 (2014), uma estação de diagnóstico e terapêutica de músculos do assoalho pélvico que utiliza um dispositivo intravaginal e/ou endoanal que mede a pressão constritora do assoalho pélvico.

CAPÍTULO 5

Resultados

Neste capítulo são apresentados como resultado o Inserto como produto final da metodologia aplicada no capítulo anterior, a validação e calibragem do inserto tal como a coleta e análise dos dados com o objetivo principal de verificar a reprodutibilidade e repetitividade do inserto, por fim, uma breve explanação sobre o registro de patente do Inserto e do *software* – SUAPE. O SUAPE é a interface homem-máquina que possibilita o monitoramento e treinamento dos músculos do assoalho pélvico.

5.1 Análise dos dados

Para a análise da R&R dos dados foi utilizado o coeficiente de variação (CV) definido como a razão entre o desvio-padrão e a média dos valores de contração voluntária máxima dos MAP do GT e sem contração voluntária máxima do MAP do GC, para estimar a precisão dos ensaios expressos em porcentagem. A relação do CV e a dispersão dos ensaios são assim determinadas: que quanto menor for o CV, menor será a dispersão; portanto, mais homogêneos são os ensaios. O índice adotado para a baixa dispersão é CV ≤ 15%. Todavia, segundo Barroso *et al.* (2009) o CV ≤ 30% pode ser considerado com boa homogeneidade por considerar a complexidade que envolve sistemas biológicos. O CV encontrado para cada ensaio encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5: Análise R&R do coeficiente de variação para homogeneidade dos dados. Onde μ=média; σ=desvio padrão; CV=coeficiente de variação

Grupos	Canais	μ	σ	CV
GT	Canal 1	1,500	0,039	14%
	Canal 2	1,636	0,045	14%
	Canal 3	1,700	0,050	15%
	Canal 4	1,323	0,051	16%
	Canal 5	1,573	0,044	13%
	Inserto	0,896	0,052	4%

GC	Canal 1	1,745	0,077	10%
	Canal 2	1,929	0,089	18%
	Canal 3	1,830	0,086	10%
	Canal 4	1,577	0,087	15%
	Canal 5	1,913	0,084	18%
	Inserto	0,795	0,095	20%

Portanto, os valores de CV mostram a homogeneidade dos dados em se tratando de sistemas biológicos.

Com a finalidade de analisar os dados coletados pelo SUAPE e verificar estatisticamente se há diferença significativa entre as médias dos dados do GT (apenas contrações do MAP) e do GC (contrações dos músculos: reto-abdominal, grácil e glúteo), foi realizado, primeiramente, o *boxplot* dos dados, a fim de comparar graficamente os grupos, além de se poder visualizar a distribuição e *outliers* entre os dados conforme a Figura 25.

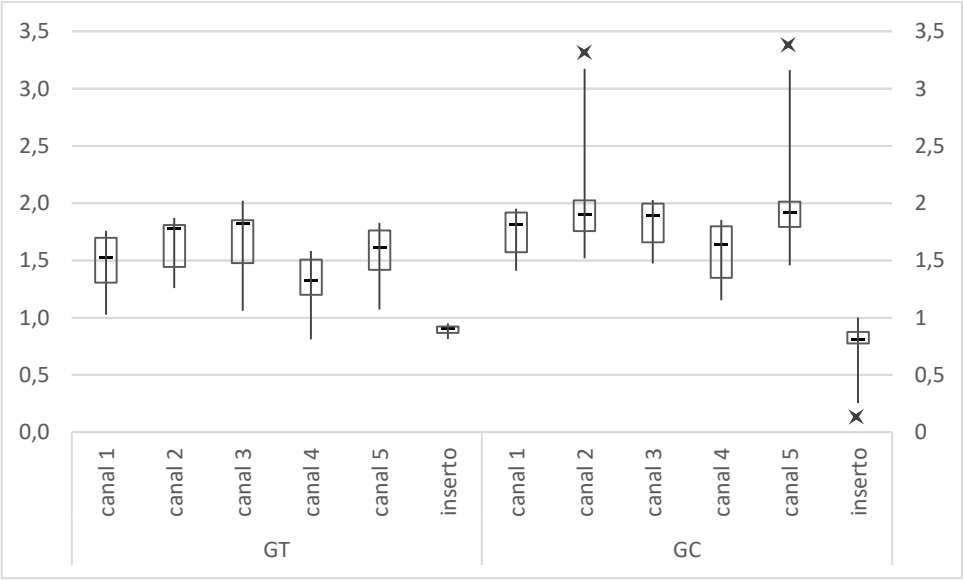


Figura 25: *Boxplot* para comparar os dados do GT e GC.

Os *outliers* representados no gráfico referente ao GC estão associados a uma contração mais intensa do grácil e glúteo do lado direito, podendo indicar a dominância muscular. O referente ao inserto sugere uma perda de contato devido à contração muscular, que tende a elevar o corpo na posição assentada como pode ser observado na Figura 26.

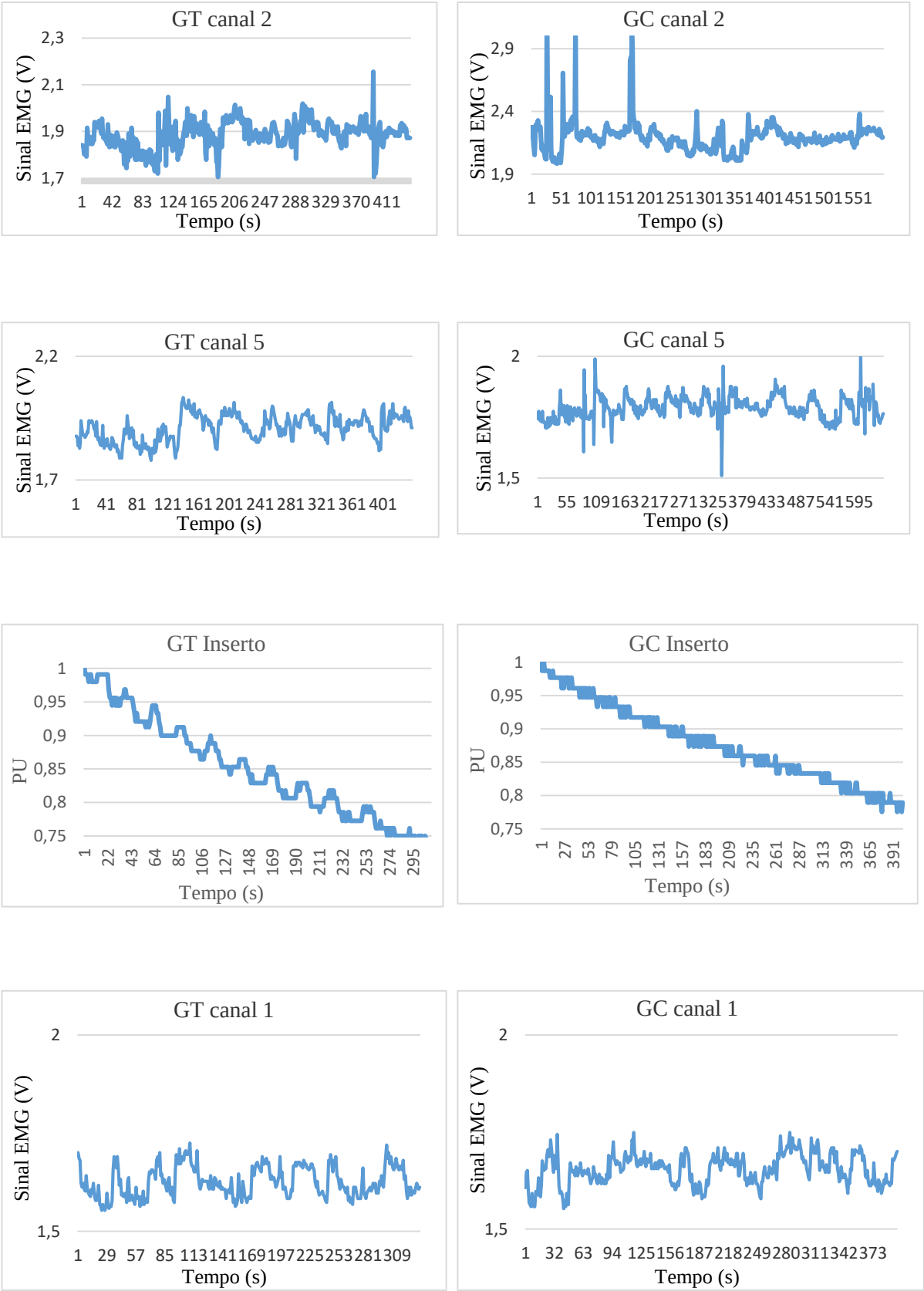


Figura 26: Comparação dos gráficos GT e GC, onde GT=grupo experimental e GC=gurpo=controle.

Devido ao número de ensaios realizados ser considerado pequeno (n = 18) e não sabermos como seria a distribuição dos dados, associado ao interesse em testar as hipóteses nula (H_0) e a alternativa (H_a) considerando a média do GT e GC, com base no teste T-*studant*. Como o T -*studant* é um teste paramétrico tradicional, no qual os dados têm uma distribuição normal para responder às hipóteses levantadas, faz-se necessário garantir a distribuição normal dos dados. Diante do exposto, utilizou-se o teste de *Kolmogorov-Smirnov* para verificar a normalidade dos dados. A curva de distribuição normal dos dados do GT e GC pode ser visualizada na Figura 27.

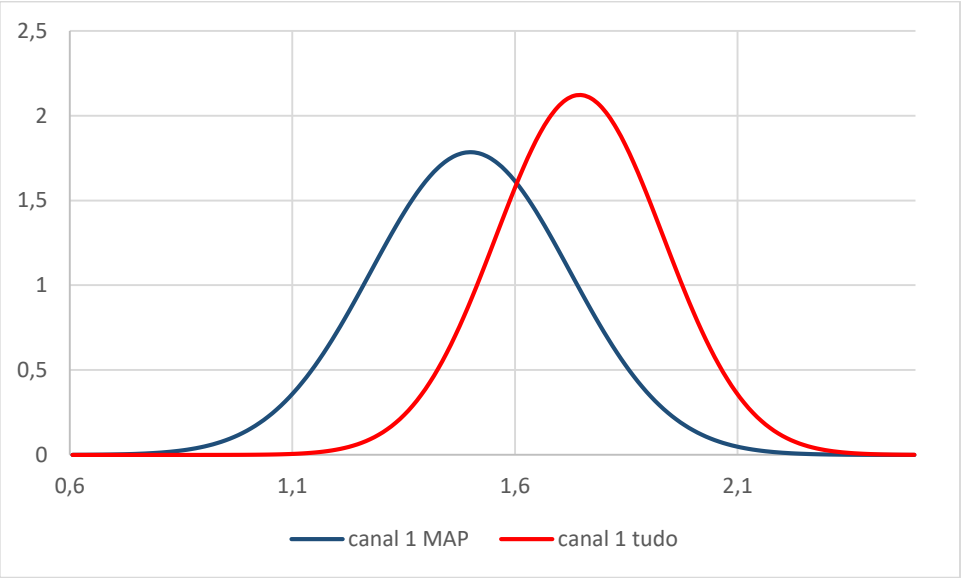


Figura 27: Teste de *Kolmogorov-Smirnov* para verificar a curva de distribuição normal dos dados.

Para o levantamento das hipóteses referentes à análise dos dados, foi considerado como valores significativos um índice de significância de 5%.

Então, para a hipótese nula (H_0), tem-se H_0: $\mu_T = \mu_C$; ou seja, a média dos dados do GT são iguais às médias dos dados do GC. Portanto, para a hipótese alternativa (H_a), tem-se H_a: $\mu_T \neq \mu_C$; ou seja, a média dos dados do GT são diferentes das médias do GC. Dessa forma, tem-se a rejeição da H_0 se o valor-p for menor que o índice de significância; isto é, $p \leq 0{,}05$, caso contrário a H_0 não é rejeitada.

Para responder às hipóteses H_0 e H_a as análises estatísticas foram realizadas baseadas nas médias dos dados dos 5 canais de EMG coletados pelo SUAPE para ambos os grupos. Portanto, Tabela 6 apresenta a média, o desvio-padrão, a variância e o resultado do teste T-*studant* pareado para os dados, t_c (t crítico) e t_{obs} (t observado) para um nível de significância de 95%, ou seja, $\alpha = 0{,}05$.

Tabela 6: Resultado do teste T *studant* para GT e GC.Onde: μ=média; σ=desvio padrão; σ^2=variância; p=Pvalue(valor de P); t_c=valor crítico de T studant; t_{obs}=valor observado no T studant.

Grupos	**Canais**	**μ**	**σ^2**	**σ**	**p**	**t_c**	**t_{obs}**

GT	Canal 1	1,500	0,002	0,039	**0,000**	2,110	**4,507**
	Canal 2	1,636	0,002	0,045	**0,003**	2,110	**3,439**
	Canal 3	1,700	0,003	0,050	**0,014**	2,110	**2,707**
	Canal 4	1,323	0,003	0,051	**0,000**	2,110	**4,766**
	Canal 5	1,573	0,002	0,044	**0,000**	2,110	**4,648**
	Inserto	0,896	0,003	0,052	**0,030**	2,110	**2,359**
GC	Canal 1	1,745	0,008	0,077	**0,000**	2,110	**4,507**
	Canal 2	1,929	0,009	0,089	**0,003**	2,110	**3,439**
	Canal 3	1,830	0,009	0,086	**0,014**	2,110	**2,707**
	Canal 4	1,577	0,010	0,087	**0,000**	2,110	**4.766**
	Canal 5	1,913	0,009	0,084	**0,000**	2,110	**4,648**
	Inserto	0,795	0,011	0,095	**0,030**	2,110	**2,359**

O relatório gerado automaticamente pelo SUAPE informa a média, o desvio-padrão e a variância dos 6 sensores (5 canais de EMG e 1 do inserto) em cada ensaio realizado com seus respectivos dados. Todos os dados foram coletados durante o exame pelos 6 sensores. A Tabela 7 e a Tabela 8 a seguir, trazem, respectivamente, a média dos dados referentes aos 18 ensaios do GT e do GC nessa ordem.

Tabela 7: Média de dados dos ensaios do GT (contração MAP). Onde: μ das μ=média da média; μ dos σ=média do desvio padrão; μ das σ^2=média da variância

Canal	μ das μ	μ dos σ	μ das σ^2
Canal 1	1,500	0,039	0,002
Canal 2	1,636	0,045	0,002
Canal 3	1,700	0,050	0,003
Canal 4	1,323	0,051	0,003
Canal 5	1,573	0,044	0,002
Inserto	0,896	0,052	0,003

Tabela 8: Média de dados dos ensaios do GC (sem contração do MAP). Onde: μ das μ=média da média; μ dos σ=média do desvio padrão; μ das σ^2=média da variância

Canal	μ das μ	μ das σ	μ dos σ^2
Canal 1	1,745	0,077	0,008
Canal 2	1,929	0,089	0,009
Canal 3	1,830	0,086	0,009
Canal 4	1,577	0,087	0,010
Canal 5	1,913	0,084	0,009
Inserto	0,795	0,095	0,011

Para a análise da H_0 foi utilizado o teste T-*studant* pareado para o conjunto de amostras dos dados com o grau de liberdade igual ao número de ensaios - 1. O ponto crítico, $\pm t_c$ (bilateral), foi utilizado com o seguinte critério para H_0: $-t_c < T < t_c$ não rejeitou-se a H_0; ou seja, as diferenças entre as médias dos GT e o GC não são estatisticamente significativas.

O valor-p encontrado para este estudo é igual a 0,032 (valor –p = 0,032). Como o valor –p é menor do que o nível de significância (0,032 < 0,05), a H_0 deve ser rejeitada; isto é, a diferença entre o GT e o GC é estatisticamente significativa.

CAPÍTULO 6

Conclusão

Considerando o número crescente de homens que desenvolvem IUPPR de acordo com os dados do INCA e da SIC os resultados apresentados neste trabalho são promissores para a proposta do Inserto e de sua interface homem-máquina – SUAPE para acompanhamento e tratamento desses durante o período de recuperação, sendo que este sistema pode auxiliar a clínica, os profissionais e os usuários em resultados mais conclusivos a respeito do TMAP para IUPPR. Pois, os resultados de vários estudos ainda são inconclusivos por utilizarem diferentes técnicas e metodologias para avaliar a ativação dos MAP o que dificulta a comparação dos estudos de forma mais direta. Este trabalho também gera a possibilidade de construção de um protocolo que possa ser capaz de padronizar o método empregado no tratamento de forma mais objetiva favorecendo assim sua comparação de possíveis estudos futuros.

A análise R&R mostra a baixa dispersão que ocorreu entre os ensaios realizados, garantindo assim a reprodutibilidade e a repetitividade do Inserto e da SUAPE de acordo com os dados coletados pelos sensores.

Embasado nos testes estatísticos realizados, pôde-se perceber que a H_0 foi rejeitada. Portanto, as diferenças estatísticas são significantes na identificação do TMAP. Dessa forma, o sistema Inserto-*software* apresentou uma boa reprodutibilidade e repetitividade nos testes, podendo ser de grande auxílio no tratamento de homens com IUPPR.

O SUAPE atendeu às expectativas do estudo em relação às medidas metrológicas do componente inflável e eletromiográfico, porém sua validação com o grupo alvo – homens com IUPPR – é necessária para verificar sua usabilidade e acurácia.

Uma vez que os testes estatísticos foram significativos, isso indica a viabilidade do SUAPE para monitorar e auxiliar no treinamento dos músculos do assoalho pélvico sem que haja contração de músculos acessórios.

Durante os ensaios, percebeu-se a dificuldade de se conseguir um *feedback* visual considerado de boa qualidade pode estar relacionado à escala utilizada no *software*, o que pode dificultar o entendimento durante a realização do exame por parte da população-alvo e dos profissionais de saúde.

Visando a um melhor *feedback* visual dos gráficos durante o exame para os voluntários e profissionais, deve-se regular a escala dos gráficos do *software*, para facilitar o *feedback*, melhorando, assim, a compreensão e interpretação do sinal durante o teste.

Por fim, acredita-se que este trabalho apresenta potencial para contribuir muito com a clínica no tratamento da IUPPR por ser um instrumento que auxilia na recuperação de forma mais objetiva com as mensurações relacionadas dos músculos de assoalho pélvico e adjacentes durante o tratamento. Sua característica de não ser um equipamento invasivo, poderá também contribuir com a melhora na adesão ao processo de tratamento e reduzir o desconforto causados pelos equipamentos atuais, sendo necessário estudos que venham responder a essas indagações.

6.1 Trabalhos futuros

Aplicar o inserto em homens com IUPPR para sua validação.

Verificar a usabilidade e acurácia do inserto na população-alvo.

Comparar o desconforto proporcionado pelo inserto com o desconforto causado pelos métodos convencionais utilizados por meio de questionários aplicados aos sujeitos submetidos aos testes.

Analisar a melhora da adesão ao tratamento com o inserto, por não causar desconforto psicológico e físico causado pelo tratamento convencional que utilizam sonda endo-anal.

Verificar se o inserto pode ser utilizado na prática clínica e científica, sendo um método com alta reprodutibilidade intra e inter-observador.

Criar um protocolo de tratamento que vise ao fortalecimento do assoalho pélvico, a fim de melhorar a IUPPR.

Minimizar os vieses discutidos nos estudos relacionados aos trabalhos analisados para criar uma metodologia de protocolo de tratamento, que responda à pergunta sobre a efetividade do TMAP no tratamento para IUPPR.

Verificar a possibilidade de melhora da calibragem do sistema EMG para facilitar o *feedback* visual na identificação das contrações dos músculos (reto abdominal, grácil e glúteos).

Verificar se o protocolo de TMAP proposto para os testes de validação e calibragem do inserto é eficaz para promover a continência mais precoce na população-alvo em um *follow up* de, no mínimo, 6 semanas de treinamento, para verificar o ganho de força da

musculatura-alvo. Esse período de f*ollow up* se faz necessário devido a reestruturação fisiológica para hipertrofia de tecido muscular.

Referências Bibliográficas

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR IEC 60601-1-6 Equipamento eletromédico Parte 1-6: Requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial-Norma colateral: Usabilidade*. 2013.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR ISO 14971: Produtos para a saúde — Aplicação de gerenciamento de risco a produtos para a saúde*. 2009.

ABRAMS, Paul *et al. Incontinence : 6th International Consultation on Incontinence, Tokyo, September 2016*. Bistrol: International Continence Society, 2017.

ABRAMS, Paul *et al.* Seventh International Consultation on Incontinence-Research society 2017. *Neurourology and Urodynamics*, v. 37, n. S4, p. S6–S6, 1 jun. 2018.

ALNAHDI, Ghaleb. ASSISTIVE TECHNOLOGY IN SPECIAL EDUCATION AND THE UNIVERSAL DESIGN FOR LEARNING. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, v. 13, n. 2, p. 18–23, 2014.

AMRUTHA, N.; ARUL, V. H. A Review on Noises in EMG Signal and its Removal. *International Journal of Scientific and Research Publications*, v. 7, n. 5, p. 23–27, 2017.

ANDERSON, Coral A *et al.* Conservative management for postprostatectomy urinary incontinence. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, n. 1, 20 jan. 2015.

ANDRADE, Nei Augusto. *Desenvolvimento de um sistema de aquisição e processamento de sinais eletromiográficos de superfície para a utilização no controle de próteses motoras ativas*. 2007. 1–101 f. UnB, 2007.

ARROYO FERNÁNDEZ, Rubén *et al.* Improvement of Continence Rate with Pelvic Floor Muscle Training Post-Prostatectomy: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Urologia Internationalis*, v. 94, n. 2, p. 125–132, 22 nov. 2014.

AYDIN SAYILAN, Aylin; ÖZBAŞ, Ayfer. The Effect of Pelvic Floor Muscle Training On Incontinence Problems After Radical Prostatectomy. *American journal of men's health*, v. 12, n. 4, p. 1007–1015, jul. 2018.

BARANAUSKAS, Gytis. Ionic Channel Function in Action Potential Generation: Current Perspective. *Molecular Neurobiology*, v. 35, n. 2, p. 129–150, 27 set. 2007.

BARROSO, Márcio Falcão Santos *et al.* Desenvolvimento de um sistema protótipo para medição objetiva das forças linguais em humanos. *Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica*, v. 20, n. 2, p. 156–163, jun. 2009.

BEAR, Mark F.; CONNORS, Barry W.; PARADISO, Michael A. *Neuroscience Exploring the Brain*. fourth ed.: Wolters Kluwer, 2015.

BERGHMANS, Bary *et al.* Electrical stimulation with non-implanted electrodes for urinary incontinence in men. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 6 jun. 2013.

BØ, Kari *et al. Evidence-based Physical Therapy for the Pelvic Floor: Bridging Science and Clinical Practice*. Philadelphia: Elsevier, 2007.

BØ, Kari; SHERBURN, Margaret. Evaluation of Female Pelvic-Floor Muscle Function and Strength. *Physical Therapy*, v. 85, n. 3, p. 269–282, 1 mar. 2005.

BOURKE, Liam *et al.* Exercise for Men with Prostate Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. *European Urology*, v. 69, n. 4, p. 693–703, abr. 2016.

BOYD, Barbara Foulks. Assistive Technology for Every Child. *American Montessori Society*, v. 20, n. 1, p. 30–35, 2008.

BURGIO, Kathryn L. *et al.* Preoperative Biofeedback Assisted Behavioral Training to Decrease Post-Prostatectomy Incontinence: A Randomized, Controlled Trial. *Journal of Urology*, v. 175, n. 1, p. 196–201, jan. 2006.

BURGIO, Michael R. *et al.* Collaborative Cancer Epidemiology in the 21st Century: The Model of Cancer Consortia. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, v. 22, n. 12, p. 2148–2160, 1 dez. 2013.

BURGIO, Salvatore Luca *et al.* Chromogranin A predicts outcome in prostate cancer patients treated with abiraterone. *Endocrine-Related Cancer*, v. 21, n. 3, p. 487–493, jun. 2014.

CAMPOLINA, Alessandro Gonçalves *et al.* A transição de saúde e as mudanças na expectativa de vida saudável da população idosa: possíveis impactos da prevenção de doenças crônicas. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 29, n. 6, p. 1217–1229, jun. 2013.

CANEVAROLO, Sebastião V. *CIÊNCIA DOS POLÍMEROS Um texto básico para tecnólogos e engenheiros 3ª edição-3ª reimpressão Revisada e ampliada*. 2002.

CARVALHO, Magali Rezende De; DA SILVA, Francine Amaral M. N.; SILVEIRA, Isabelle Andrade. Alternative therapies for early recovery of post-prostatectomy urinary continence: systematic review. *Enfermería Global*, v. 17, n. 50, p. 542–584, 2018.

CENTEMERO, Antonia *et al.* Preoperative Pelvic Floor Muscle Exercise for Early Continence After Radical Prostatectomy: A Randomised Controlled Study. *European Urology*, v. 57, n. 6, p. 1039–1044, jun. 2010.

CHADE, Daher C. *et al.* Cancer Control and Functional Outcomes of Salvage Radical Prostatectomy for Radiation-recurrent Prostate Cancer: A Systematic Review of the Literature. *European Urology*, v. 61, n. 5, p. 961–971, maio 2012.

CHANG, John I.; LAM, Vincent; PATEL, Manish I. Preoperative Pelvic Floor Muscle Exercise and Postprostatectomy Incontinence: A Systematic Review and Meta-analysis. *European Urology*, v. 69, n. 3, p. 460–467, mar. 2016.

CHUGHTAI, Bilal *et al.* Conservative treatment for postprostatectomy incontinence. *Reviews in urology*, v. 15, n. 2, p. 61–6, 2013.

COLLURA, T F. History and evolution of electroencephalographic instruments and techniques. *Journal of clinical neurophysiology : official publication of the American Electroencephalographic Society*, v. 10, n. 4, p. 476–504, out. 1993.

COOK, Albert M.; POLGAR, Jan Miller. *Assistive technologies : principles and practice*. 2014.

CORTEZ, Mirian Beccheri; TRINDADE, Zeidi Araujo; MENANDRO, Maria Cristina Smith. RACIONALIDADE E SOFRIMENTO: HOMENS E PRÁTICAS DE AUTOCUIDADO EM SAÚDE. *PSICOLOGIA,SAÚDE & DOENÇAS*, v. 18, n. 2, p. 556–566, 2017.

DANIYAL, Muhammad *et al.* Epidemiology, etiology, diagnosis and treatment of prostate cancer. *Asian Pacific journal of cancer prevention : APJCP*, v. 15, n. 22, p. 9575–8, 2014.

DAUBE, Jasper R.; RUBIN, Devon I. Needle electromyography. *Muscle & Nerve*, v. 39, n. 2, p. 244–270, 1 fev. 2009.

DAVIS, Kimberly M *et al.* The association of long-term treatment-related side effects with cancer-specific and general quality of life among prostate cancer survivors. *Urology*, v. 84, n. 2, p. 300–6, ago. 2014.

DE LUCA, Carlo. Electromyography. *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., p. 98-109. 2006.

DE LUCA, Carlo J. *et al.* Decomposition of Surface EMG Signals. *Journal of Neurophysiology*, v. 96, n. 3, p. 1646–1657, set. 2006.

DE LUCA, Carlo J. *et al.* Filtering the surface EMG signal: Movement artifact and baseline noise contamination. *Journal of Biomechanics*, v. 43, n. 8, p. 1573–1579, 28 maio 2010.

DE LUCA, Carlo J. *SURFACE ELECTROMYOGRAPHY: DETECTION AND RECORDING*. DelSys Incorporated. Disponível em: <http://webarchiv.ethz.ch/premus2004/NDSAG/Tutorial Delsys Surface EMG intro.pdf>. , 2002

DEL VECCHIO, A. *et al.* Higher muscle fiber conduction velocity and early rate of torque development in chronically strength-trained individuals. *Journal of Applied Physiology*, v. 125, n. 4, p. 1218–1226, 19 out. 2018.

DEL VECCHIO, Alessandro *et al.* Associations between motor unit action potential parameters and surface EMG features. *Journal of Applied Physiology*, v. 123, n. 4, p. 835–843, out. 2017.

DEMAAGD, George A; DAVENPORT, Timothy C. Management of urinary incontinence. *P & T : a peer-reviewed journal for formulary management*, v. 37, n. 6, p. 345- 361H, jun. 2012.

DIEPERINK, K B *et al.* The effects of multidisciplinary rehabilitation: RePCa—a randomised study among primary prostate cancer patients. v. 109, 2013.

DOREY, Grace. Pelvic floor exercises after radical prostatectomy. *British journal of nursing (Mark Allen Publishing)*, v. 22, n. 9, p. S4-6, S8-9, 2013.

DRAKE, Richard; VOGL, Wayne; MITCHELL, Adam. *Gray´S - Anatomia Clínica Para Estudantes - 3ª Ed.* 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

DUBBELMAN, Yvette *et al.* Quantification of changes in detrusor function and pressure-flow parameters after radical prostatectomy: Relation to postoperative continence status and the impact of intensity of pelvic floor muscle exercises. *Neurourology and Urodynamics*, v. 31, n. 5, p. 637–641, jun. 2012.

DUMOULIN, Chantale; DUMOULIN, Andre. *Probe for measurement of soft tissue forces such as pelvic floor muscle*. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/32/f8/55/f3615ab73f42cb/WO2014176689A1.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2019. 2014.

DWAN, B. The Computer Virus - From There to Here: An Historical Perspective. *Computer Fraud and Security*, This article brins a time line of evolution of virus. And the firstvirus that has been know. It should be printted., v. 12, n. 1, p. 13–16, 2000.

EICKMEYER, Sarah M. Anatomy and Physiology of the Pelvic Floor. *Phys Med Rehabil Clin N Am.*, v. 28, n. 3, p. 455–460, 2017.

ENOKA, Roger M.; DUCHATEAU, Jacques. Rate Coding and the Control of Muscle Force. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, v. 7, n. 10, p. 1–13, out. 2017.

FAITHFULL, S. *et al.* Integrative review on the non-invasive management of lower urinary tract symptoms in men following treatments for pelvic malignancies. *International Journal of Clinical*

Practice, v. 69, n. 10, p. 1184–1208, out. 2015.

FARINA, Dario *et al.* Reproducibility of muscle-fiber conduction velocity estimates using multichannel surface EMG techniques. *Muscle & Nerve*, v. 29, n. 2, p. 282–291, fev. 2004.

FARINA, Dario; MERLETTI, Roberto; ENOKA, Roger M. The extraction of neural strategies from the surface EMG. *Journal of Applied Physiology*, v. 96, n. 4, p. 1486–1495, abr. 2004.

FRAWLEY, Helena C. *et al.* Reliability of pelvic floor muscle strength assessment using different test positions and tools. *Neurourology and Urodynamics*, v. 25, n. 3, p. 236–242, 2006.

GARCIA, Joana Coeli Ribeiro. Paradoxes of patents. *Revista de Ciência da Informação*, v. 7, n. 5, p. 1–14, 2006.

GAZZANIGA, Michael S. *The Cognitive Neurosciences*. fourth ed. 2009..

GERAERTS, Inge *et al.* Influence of Preoperative and Postoperative Pelvic Floor Muscle Training (PFMT) Compared with Postoperative PFMT on Urinary Incontinence After Radical Prostatectomy: A Randomized Controlled Trial. *European Urology*, v. 64, n. 5, p. 766–772, nov. 2013.

GHARIBANS, Armen A. *et al.* Artifact Rejection Methodology Enables Continuous, Noninvasive Measurement of Gastric Myoelectric Activity in Ambulatory Subjects. *Scientific Reports*, v. 8, n. 1, p. 5019, 22 dez. 2018.

GLAZENER, C *et al.* Conservative treatment for urinary incontinence in Men After Prostate Surgery (MAPS): two parallel randomised controlled trials. *Health Technology Assessment*, v. 15, n. 24, p. 1–290, iii– iv, jun. 2011.

GOMES, Cíntia S. *et al.* The effects of Pilates method on pelvic floor muscle strength in patients with post-prostatectomy urinary incontinence: A randomized clinical trial. *Neurourology and Urodynamics*, v. 37, n. 1, p. 346–353, 1 jan. 2018.

GRONDZIK, Walter T.; KWOK, Alison G. *Mechanical and electrical equipment for buildings*. 2015.

HAAS, L F. Hans Berger (1873-1941), Richard Caton (1842-1926), and electroencephalography. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, v. 74, n. 1, p. 9, 1 jan. 2003.

HACAD, Claudia R. *et al.* Is There Any Change in Pelvic Floor Electromyography During the First 6 Months After Radical Retropubic Prostatectomy? *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, v. 40, n. 1, p. 9–15, 4 mar. 2015.

HAGLIND, Eva *et al.* Urinary Incontinence and Erectile Dysfunction After Robotic Versus Open Radical Prostatectomy: A Prospective, Controlled, Nonrandomised Trial. *European Urology*, v. 68, n. 2, p. 216–225, ago. 2015.

HAKONEN, Maria; PIITULAINEN, Harri; VISALA, Arto. Current state of digital signal processing in myoelectric interfaces and related applications. *Biomedical Signal Processing and Control*, v. 18, p. 334–359, 2015.

HALL, John E. *Guyton e Hall Tratado de Fisiologia Médica*. 13ª ed. Elsevier Health Sciences, 2017.

HEESAKKERS, John *et al.* Pathophysiology and Contributing Factors in Postprostatectomy Incontinence: A Review. *European Urology*, v. 71, n. 6, p. 936–944, jun. 2017.

HERMENS, H J *et al.* Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, v. 10, n. 5, p. 361–74, out. 2000.

HERSCHORN, Sender. Update on management of post-prostatectomy incontinence in 2013. *Canadian*

Urological Association journal = Journal de l'Association des urologues du Canada, v. 7, n. 9- 10 Suppl 4, p. S189-91, set. 2013.

HILTON, Paul *et al.* A mixed methods study to assess the feasibility of a randomised controlled trial of invasive urodynamic testing versus clinical assessment and non-invasive tests prior to surgery for stress urinary incontinence in women: the INVESTIGATE-I study. *Trials*, v. 16, n. 1, p. 400, 8 dez. 2015.

HOYLAND, Kimberley *et al.* Post-radical prostatectomy incontinence: etiology and prevention. *Reviews in urology*, v. 16, n. 4, p. 181–8, 2014.

HSU, Lan-Fang *et al.* Beneficial effects of biofeedback-assisted pelvic floor muscle training in patients with urinary incontinence after radical prostatectomy: A systematic review and metaanalysis. *International Journal of Nursing Studies*, v. 60, p. 99–111, ago. 2016.

INCA, Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. *Estimativa 2018: incidência de câncer no Brasil*. Rio de Janeiro, 2017.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, Qualidade e Tecnologia. *Portaria n.º 54*, 2016.

ITHAMAR, Lucas *et al.* Abdominal and pelvic floor electromyographic analysis during abdominal hypopressive gymnastics. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, v. 22, n. 1, p. 159–165, jan. 2018.

JAMAL, M. Z. Signal acquisition using surface emg and circuit design considerations for robotic prosthesis. *Computational Intelligence in Electromyography Analysis-A Perspective on Current Applications and Future Challenges*. InTech, p. 426-448. 2012.

KAZAMEL, Mohamed; WARREN, Paula Province. History of electromyography and nerve conduction studies: A tribute to the founding fathers. *Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, v. 43, p. 54–60, 1 set. 2017.

KEGEL, A H. Progressive resistance exercise in the functional restoration of the perineal muscles. *American journal of obstetrics and gynecology*, v. 56, n. 2, p. 238–48, ago. 1948.

KEGEL, Arnold H. Kegel, Arnold H.: Active Exercise of the Pubococcygeus Muscle. Meigs, J.V., and Sturgis, S .H., editors: Progress in Gynecology, vol. II, New York: Grune & Stratton, 1930, pp. 778-792. *Progress in Gynecology*, v. 2, p. 778–792, 1930.

KONRAD, Peter. *The ABC of EMG A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography*. Noraxon U.S.A. Disponível em: <www.noraxon.com>. 2006.

KUMAR, Angelish *et al.* Artificial urinary sphincter versus male sling for post-prostatectomy incontinence--what do patients choose? *The Journal of urology*, v. 181, n. 3, p. 1231–5, mar. 2009.

KUMAR, Angelish; NITTI, Victor W. Contemporary Incidence of Postprostatectomy Incontinence and Impact on Health-related Quality of Life. *Current Bladder Dysfunction Reports*, v. 5, n. 3, p. 135–141, 19 set. 2010.

LATHI, B. P. *Sinais e Sistemas Lineares*. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LAURIENZO, Carla Elaine *et al.* Pelvic floor muscle training and electrical stimulation as rehabilitation after radical prostatectomy: a randomized controlled trial. *Journal of physical therapy science*, v. 30, n. 6, p. 825–831, jun. 2018.

LI, H. *et al.* Postpartum pelvic floor function performance after two different modes of delivery. *Genetics and Molecular Research*, v. 14, n. 2, p. 2994–3001, 10 abr. 2015.

LIMA, Fabrícia Kelly Gonçalves *et al.* Atuação da Fisioterapia no tratamento da disfunção

temporomandibular. *Fisioterapia Brasil*, v. 15, n. 2, p. 141–146, 2014.

LOPES, Victor Hugo Soares *et al.* Projeto E Desenvolvimento De Um Sistema Portátil De Condicionamento E Aquisição De Sinais Emg. *Congresso Brasileiro de Autoática*, n. November, p. 1–6, 2018.

MACEDO, Maria Fernanda Gonçalves; BARBOSA, A. L. Figueira. *Patentes, Pesquisa e Desenvolvimento um manual de propriedade intelectual*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2000.

MACHIN, Rosana *et al.* Concepções de gênero, masculinidade e cuidados em saúde: estudo com profissionais de saúde da atenção primária. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 16, n. 11, p. 4503–4512, nov. 2011.

MANASSERO, Francesca *et al.* Contribution of early intensive prolonged pelvic floor exercises on urinary continence recovery after bladder neck-sparing radical prostatectomy: Results of a prospective controlled randomized trial. *Neurourology and Urodynamics*, v. 26, n. 7, p. 985–989, nov. 2007.

MANLEY, Brandon J *et al.* Prostate MRI: A national survey of urologist' s attitudes and perceptions. *International Brazilian Journal of Urology*, v. 42, n. 3, p. 464–471, 2016.

MARTELLUCCI, Jacopo. *Electrical stimulation for pelvic floor disorders*. Springer, 2015.

MARTINS, Carlos Alberto Rodrigues. Análise comparativa do comportamento de um inserto provido de diferentes revestimentos na maquinagem de aço inoxidável duplex. 2017.

MATA, Luciana Regina Ferreira Da. *Efetividade de um programa de ensino para o cuidado domiciliar de pacientes submetidos à prostatectomia radical: ensaio clínico randomizado*. 2013. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22132/tde-07012014-110843/>. Acesso em: 21 dez. 2018.

MERLETTI, Roberto *et al.* Technology and instrumentation for detection and conditioning of the surface electromyographic signal: State of the art. *Clinical Biomechanics*, v. 24, n. 2, p. 122–134, fev. 2009.

MERRILL, Daniel R.; BIKSON, Marom; JEFFERYS, John G.R. Electrical stimulation of excitable tissue: design of efficacious and safe protocols. *Journal of Neuroscience Methods*, v. 141, n. 2, p. 171–198, fev. 2005.

MIRANDA, Gabriella Morais Duarte *et al.* Population aging in Brazil: current and future social challenges and consequences. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, v. 19, n. 3, p. 507–519, jun. 2016.

MITTAL, Ravinder K.; LIU, Jianmin; NAGER, Charles W.Charles. *Pressure type pelvic floor muscle strength tester*. . USA: Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US8147429B2/en?oq=US8147429B2>. Acesso em: 5 ago. 2018. 2014

MITTLER, Peter. The UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities: Implementing a Paradigm Shift. *Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities*, v. 12, n. 2, p. 79–89, 1 jun. 2015.

MODENA, Celina Maria *et al.* Câncer e masculinidades: sentidos atribuídos ao adoecimento e ao tratamento oncológico. *Temas em Psicologia*, v. 22, n. 1, p. 67–78, 2014.

MOORE, Katie C; LUCAS, Malcolm G. Management of male urinary incontinence. *Indian journal of urology : IJU : journal of the Urological Society of India*, v. 26, n. 2, p. 236–44, abr. 2010.

MOORE, Keith L.; AGGUR, Anne M. R.; DALLEY, A. F. *Fundamentos de anatomia clínica*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2013.

MOTTET, Nicolas *et al.* EAU-ESTRO-SIOG Guidelines on Prostate Cancer. Part 1: Screening, Diagnosis, and Local Treatment with Curative Intent. *European Urology*, v. 71, n. 4, p. 618–629, abr. 2017.

MURPHY, Adam B *et al.* Vitamin D deficiency predicts prostate biopsy outcomes. *Clinical cancer research : an official journal of the American Association for Cancer Research*, v. 20, n. 9, p. 2289–99, 1 maio 2014.

MURPHY, Michelle Hardie *et al.* Validity of a two-item physical activity questionnaire for assessing attainment of physical activity guidelines in youth. 2015.

NASSIF, Aissar Eduardo *et al.* Perfil epidemiológico e fatores prognósticos no tratamento cirúrgico do adenocarcinoma de próstata clinicamente localizado. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, v. 36, n. 4, p. 327–331, ago. 2009.

NATIONAL COLLABORATING CENTRE FOR METHODS AND TOOLS. Defining your question: PICO and PS. *Hamilton, ON: McMaster University*, n. 2009, p. 1–3, 2012.

NORONHA, Jorge; PEREIRA, Simone Botelho. Eletromiografia Aplicada ao Assoalho Pélvico. In: PAULO CÉSAR RODRIGUES PALMA (Org.). . *Urofisioterapia - Aplicações clínicas das técnicas fsioterapêuticas nas disfunções miccionais e do assoalho pélvico*. 2ª ed. p. 137–144, 2014.

OCAMPO-TRUJILLO, Á. *et al.* Pre-operative training induces changes in the histomorphometry and muscle function of the pelvic floor in patients with indication of radical prostatectomy. *Actas Urológicas Españolas (English Edition)*, v. 38, n. 6, p. 378–384, 1 jul. 2014.

OLEJNICZAK, Piotr. Neurophysiologic Basis of EEG. *Journal of Clinical Neurophysiology*, v. 23, n. 3, p. 186–189, jun. 2006.

ORTH, DAIANA LAURENCI *et al. Dispositivo intravaginal de avaliação funcional dos músculos do assoalho pélvico*. Disponível em: <https://patentscope.wipo.int/search/zh/detail.jsf;jsessionid=F7385A5350A538D30325A80249E6C81C.wapp2nA?docId=BR219619995&recNum=276&office=&queryString=CTR%3ABR&prevFilter=&sortOption= &maxRec=730346>. Acesso em: 5 ago. 2018. , 2016

OVERGÅRD, Mari *et al.* Does Physiotherapist-Guided Pelvic Floor Muscle Training Reduce Urinary Incontinence After Radical Prostatectomy? A Randomised Controlled Trial. *European Urology*, v. 54, n. 2, p. 438–448, 2008.

PALMA, Paulo César Rodrigues; BERGHMANS, Bary; SELEME, Maura Regina. *Urofisioterapia: aplicações clínicas da técnicas fisioterapêuticas nas disfunções miccionais e do assoalho pélvico*. 4ª ed. 2014.

PASTORE, Antonio L *et al.* The role of detrusor overactivity in urinary incontinence after radical prostatectomy: a systematic review. *Minerva urologica e nefrologica = The Italian journal of urology and nephrology*, v. 69, n. 3, p. 234–241, jun. 2017.

PEÑA, Solange Ribeiro; GOMES, Célia Regina De Godoy. EPISIOTOMIA E SUAS IMPLICAÇÕES. *Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar*, v. 20, n. 1, p. 25, 22 set. 2016.

QUINTELLA, Cristina M. *et al.* Technology Assessment as a Tool Applied in Science and Technology to Achieve Innovation: Optical Methods for Fuels Quality Assessment. *Revista Virtual de Química*, v. 3, n. 5, 2011.

RAIZADA, Varuna; MITTAL, Ravinder K. PELVIC FLOOR ANATOMY AND APPLIED

PHYSIOLOGY. *Gastroenterology Clinics of North America*, v. 37, n. 3, p. 493–509, 2008.

RAJKOWSKA-LABON, Elżbieta *et al.* Efficacy of physiotherapy for urinary incontinence following prostate cancer surgery. *BioMed research international*, v. 2014, p. 785263, 2014.

REIS, Gabriela Lígia. *Controle de um manipulador robótico utilizando sensores inerciais e eletromiografia*. 2014. 1–121 f. UFSJ, 2014.

RENDON, Ricardo A *et al.* Canadian Urological Association recommendations on prostate cancer screening and early diagnosis. *Canadian Urological Association journal = Journal de l'Association des urologues du Canada*, v. 11, n. 10, p. 298–309, out. 2017.

REYNOLDS, W Stuart; FOWKE, Jay; DMOCHOWSKI, Roger. The Burden of Overactive Bladder on US Public Health. *Current bladder dysfunction reports*, v. 11, n. 1, p. 8–13, mar. 2016.

RIBEIRO, Maria do Carmo Oliveira. *USO DE DOCUMENTOS DE PATENTES COMO FONTE DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA PARA A PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO – P,D&I*. 2010. 106 f. UFBA, 2010.

RIGATTI, Lorenzo *et al.* The relationship between continence and perineal body tone before and after radical prostatectomy: A pilot study. *Neurourology and Urodynamics*, v. 31, n. 4, p. 513–516, 1 abr. 2012.

ROBINSON, Joanne P. *et al.* Systematic pelvic floor training for lower urinary tract symptoms post-prostatectomy: a randomized clinical trial. *International Journal of Urological Nursing*, v. 2, n. 1, p. 3–13, 1 mar. 2008.

RODRIGUES, Maria Helena Rezende. Fisioterapia no tratamento da incontinência urinária de esforço pós-prostatectomia radical: revisão da literatura. *Urologia Contemporânea*, v. 19, n. 4, p. 20–30, 2010.

RYU, Jae Hyun *et al.* Radical Prostatectomy in Korean Men Aged 75-Years or Older: Safety and Efficacy in Comparison with Patients Aged 65–69 Years. *Journal of Korean Medical Science*, v. 31, n. 6, p. 957, 2016.

SACCO, Emilio *et al.* Titanized Transobturator Sling Placement for Male Stress Urinary Incontinence Using an Inside-out Single-incision Technique: Minimum 12-Months Follow-up Study. *Urology*, v. 115, p. 144–150, maio 2018.

SACCO, EMILIO *et al.* Urinary incontinence after radical prostatectomy: incidence by definition, risk factors and temporal trend in a large series with a long-term follow-up. *BJU International*, v. 97, n. 6, p. 1234–1241, jun. 2006.

SANDHU, Jaspreet S. *Urinary dysfunction in prostate cancer : a management guide*. Springer, 2016. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=zRIpCwAAQBAJ&pg=PA27&lpg=PA27&dq=KUMAR+and+NITTI,+2010+urinary+incontinence&source=bl&ots=p486fUmL-5&sig=ACfU3U1qNn8pjkUMS5DkEfGQscv82bmyfg&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKEwj0usOHnoHgAhWyFbkGHdDZA5gQ6AEwBXoECAQQAQ#v=onepage&q=>. Acesso em: 22 jan. 2019.

SANDSTRÖ, Ulf; VAN DEN BESSELAAR, Peter. Quantity and/or Quality? The Importance of Publishing Many Papers. 2016.

SANTOS, Cristina Mamédio da Costa; PIMENTA, Cibele Andrucioli de Mattos; NOBRE, Moacyr Roberto Cuce. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, v. 15, n. 3, p. 508–511, jun. 2007.

SANTOS JUNIOR, Augusto Cesar Soares Dos *et al.* Artificial urinary sphincter for urinary incontinence

after radical prostatectomy: a historical cohort from 2004 to 2015. *International braz j urol*, v. 43, n. 1, p. 150–154, 2017.

SANTOS, Nivea Adriano de Santana *et al.* Assessment of Physical Therapy Strategies for Recovery of Urinary Continence after Prostatectomy. *Asian Pacific journal of cancer prevention : APJCP*, v. 18, n. 1, p. 81–86, 2017.

SATHIANATHEN, Niranjan Jude *et al. Translational andrology and urology.* v. 6, 2017. Disponível em: <http://tau.amegroups.com/article/view/14928/15686>. Acesso em: 29 nov. 2018.

SCHARDT, Connie *et al.* Utilization of the PICO framework to improve searching PubMed for clinical questions. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, v. 7, n. 1, p. 16, jun. 2007.

SCHIAFFINO, Stefano; REGGIANI, Carlo. Fiber Types in Mammalian Skeletal Muscles. *Physiological Reviews*, v. 91, n. 4, p. 1447–1531, out. 2011.

SCHRAIBER, Lilia Blima *et al.* Necessidades de saúde e masculinidades: atenção primária no cuidado aos homens. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 26, n. 5, p. 961–970, maio 2010.

SCHRÖDER, A *et al. Guidelines on Urinary Incontinence*. 2010. Disponível em: <https://uroweb.org/wp-content/uploads/EAU-Guidelines-Urinary-Incontinence-2010.pdf>.

SENIAM. *Project—Sensor placement*. Disponível em: <http://www.seniam.org/>. Acesso em: 2 dez. 2018.

SIEGEL, Rebecca L.; MILLER, Kimberly D.; JEMAL, Ahmedin. Cancer statistics, 2017. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, v. 67, n. 1, p. 7–30, 1 jan. 2017.

SINGLA, Nirmish; SINGLA, Ajay K. Post-prostatectomy incontinence: Etiology, evaluation, and management. *Turkish journal of urology*, v. 40, n. 1, p. 1–8, mar. 2014.

SLATER, Clarke R. The functional organization of motor nerve terminals. *Progress in Neurobiology*, v. 134, p. 55–103, 2015.

SOBH, Tarek M.; XIONG, Xingguo. *Prototyping of robotic systems : applications of design and implementation*. Information Science Reference, 2012. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=fo0Xw992WuoC&pg=PA324&lpg=PA324&dq=Lowery,+Strojny+e+Puleo+(1996&source=bl&ots=_iZraU4KAN&sig=ACfU3U0BWepHDV4HYb_N0_L68gK3PT_REA&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKEwiU8ti59v_fAhUqGrkGHcsCBhgQ6AEwA3oECAMQAQ#v=onepage&q=Lowery%252C%252>.

SOUNTOULIDES, Petros *et al.* Conservative management of post-radical prostatectomy incontinence. *Archivos espanoles de urologia*, v. 66, n. 8, p. 763–75, out. 2013.

SPRITZER, Ilda A.; DUPIN, Luiz Cláudio de O. A UTILIZAÇÃO DE DOCUMENTOS DE PATENTES COMO FONTE DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. 2004, Brasília: COBENGE - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, p.11, 2004.

TORRE, Lindsey A. *et al.* Global Cancer Incidence and Mortality Rates and Trends—An Update. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, v. 25, n. 1, p. 16–27, 1 jan. 2016.

TRONTELJ, J. V.; JABRE, J.; MIHELIN, M. Needle and Wire Detection Techniques. *Electromyography*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2005. p. 27–46.

UNESCO. *RELATÓRIO DE CIÊNCIA DA UNESCO - Rumo a 2030, Visão Geral e Cenário Brasileiro*. . Paris, France, 2015.

UNESCO. *Relatório UNESCO sobre ciência 2010: o atual status da ciência em torno do mundo,*

relatório executivo. . Paris, France. 2010.

VAN KAMPEN, M *et al.* Effect of pelvic-floor re-education on duration and degree of incontinence after radical prostatectomy: a randomised controlled trial. *The Lancet*, v. 355, n. 9198, p. 98–102, 8 jan. 2000.

WALKER, Simon *et al.* Neuromuscular fatigue during dynamic maximal strength and hypertrophic resistance loadings. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 22, n. 3, p. 356–362, jun. 2012.

WHITE, Alexandra J *et al.* Urinary incontinence and health-related quality of life among older Americans with and without cancer: a cross-sectional study. *BMC Cancer*, v. 13, n. 1, p. 377, 7 dez. 2013.

WOLIN, Kathleen Y; CARSON, Kenneth; COLDITZ, Graham A. Obesity and cancer. *The oncologist*, v. 15, n. 6, p. 556–65, 2010.

WOLPAW, Jonathan R *et al.* Brain-computer interfaces for communication and control. *Clinical Neurophysiology*, v. 113, n. 6, p. 767–791, 2002.

YAO, Wanxiang; FUGLEVAND, Rew J.; ENOKA, Roger M. Motor-Unit Synchronization Increases EMG Amplitude and Decreases Force Steadiness of Simulated Contractions. *Journal of Neurophysiology*, v. 83, n. 1, p. 441–452, jan. 2000.

ZAIDAN, Patrícia *et al.* Electrostimulation, response of the pelvic floor muscles, and urinary incontinence in elderly patients post prostatectomy. *Fisioterapia em Movimento*, v. 27, n. 1, p. 93–100, mar. 2014.

ZAIDAN, Patrícia; BEZERRA DA SILVA, Elirez. Pelvic floor muscle exercises with or without electric stimulation and post-prostectomy urinary incontinence: a systematic review Exercícios dos músculos do assoalho pélvico associados ou não à eletroestimulação e incontinência urinária em pós-prostatectomizados: uma revisão sistemática. *Fisioter. Mov*, v. 29, n. 3, p. 635–649, 2016.

ZAIDAN, Patricia; PEREIRA, Fabio Dutra; DA SILVA, Elirez Bezerra. Strength of pelvic floor in men: reliability intra examiners. *Fisioter. Mov*, v. 31, p. 1–7, 2018.

ZHANG, Amy Y. *et al.* Effects of Patient Centered Interventions on Persistent Urinary Incontinence after Prostate Cancer Treatment: A Randomized, Controlled Trial. *The Journal of Urology*, v. 194, n. 6, p. 1675–1681, 1 dez. 2015.

ZHANG, Ming; GOULD, Maree. Segmental Distribution of Myosin Heavy Chain Isoforms Within Single Muscle Fibers. *The Anatomical Record*, v. 300, n. 9, p. 1636–1642, 2017.

Apêndice A

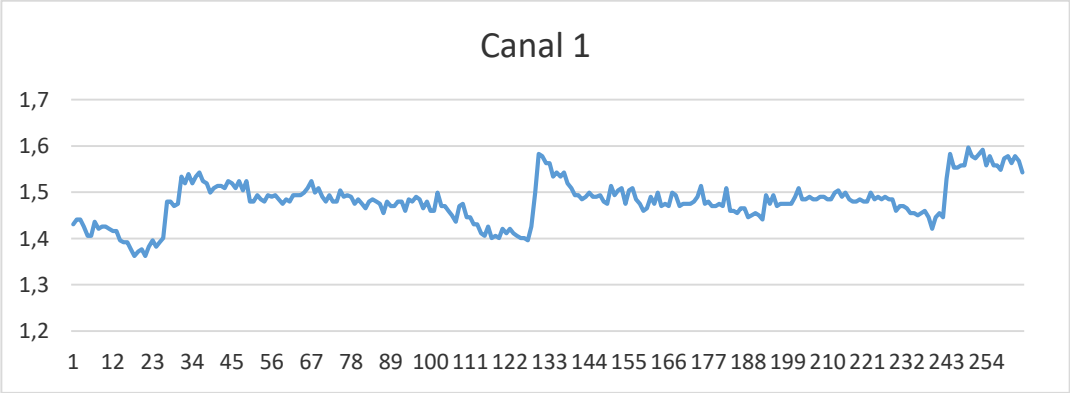
Relatório gerado pelo SUAPE.

Relatório de Treino AP

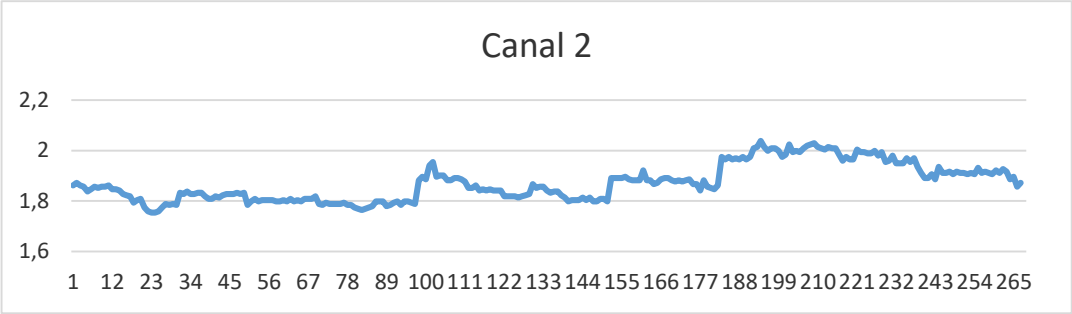
Nome:	MCS 17 f	Data de Nascimento:	06/12/1980	Idade:	38
CPF:	0	Tempo de Cirurgia:	1		

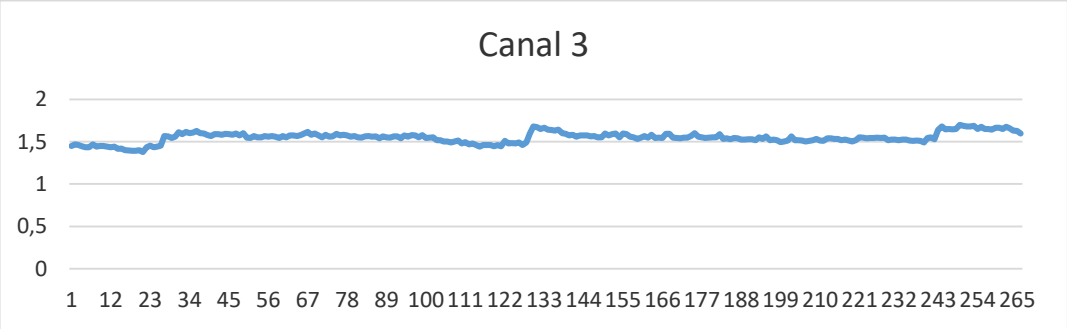
Observações:

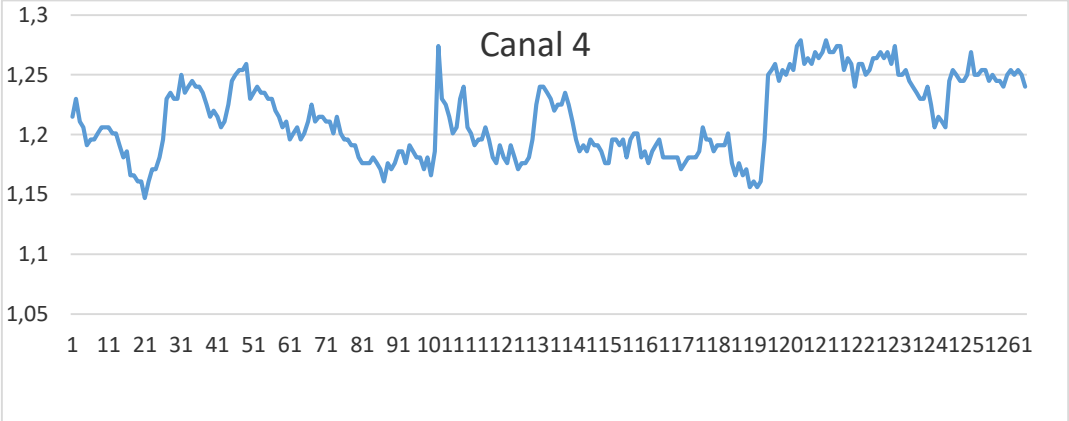
Canal 1	Canal 2	Canal 3	Canal 4	Canal 5	Inserto
1,431	1,862	1,45	1,215	1,543	0,995508982
1,441	1,872	1,47	1,23	1,578	0,995508982
1,441	1,862	1,46	1,211	1,539	0,995508982
1,426	1,857	1,446	1,206	1,519	0,995508982



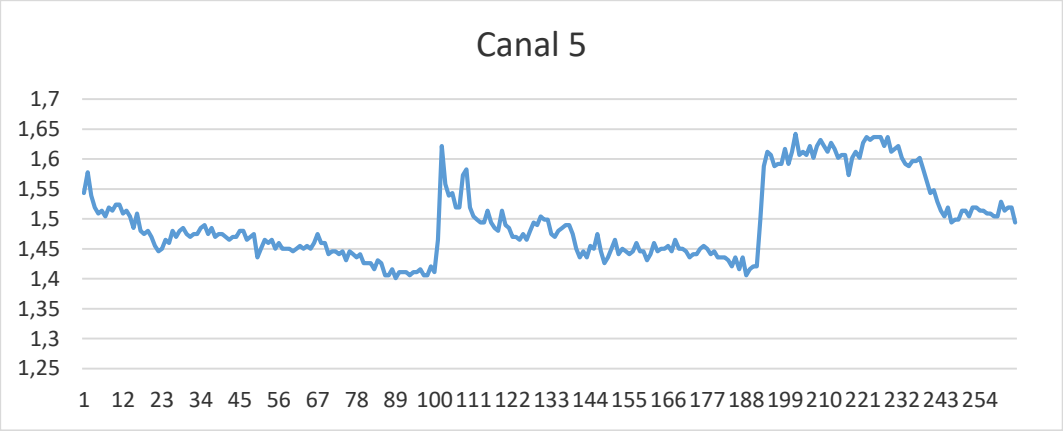
1,406	1,838	1,436	1,191	1,509	0,995508982
1,406	1,847	1,436	1,196	1,514	0,978667665
1,436	1,857	1,47	1,196	1,504	0,995508982
1,421	1,852	1,441	1,201	1,519	0,978667665
1,426	1,857	1,45	1,206	1,514	0,978667665
1,426	1,857	1,45	1,206	1,524	0,995508982
1,421	1,862	1,441	1,206	1,524	0,978667665
1,416	1,847	1,436	1,201	1,509	0,978667665
1,416	1,847	1,441	1,201	1,514	0,978667665
1,396	1,842	1,416	1,191	1,504	0,978667665
1,392	1,828	1,421	1,181	1,485	0,995508982
1,392	1,823	1,401	1,186	1,509	0,995508982
1,377	1,818	1,396	1,166	1,48	0,978667665
1,362	1,793	1,392	1,166	1,475	0,995508982
1,372	1,803	1,392	1,161	1,48	0,995508982
1,377	1,808	1,401	1,161	1,47	0,995508982
1,362	1,774	1,377	1,147	1,455	0,995508982
1,382	1,759	1,436	1,161	1,446	0,995508982
1,396	1,754	1,455	1,171	1,45	0,995508982
1,382	1,754	1,436	1,171	1,465	0,995508982
1,392	1,759	1,441	1,181	1,46	0,963697605
1,401	1,774	1,455	1,196	1,48	0,963697605
1,48	1,788	1,568	1,23	1,47	0,948727545
1,48	1,784	1,563	1,235	1,48	0,948727545
1,47	1,788	1,543	1,23	1,485	0,948727545
1,475	1,784	1,558	1,23	1,475	0,948727545
1,534	1,833	1,612	1,25	1,47	0,948727545
1,519	1,828	1,588	1,235	1,475	0,948727545
1,539	1,838	1,617	1,24	1,475	0,948727545
1,519	1,828	1,602	1,245	1,485	0,931886228





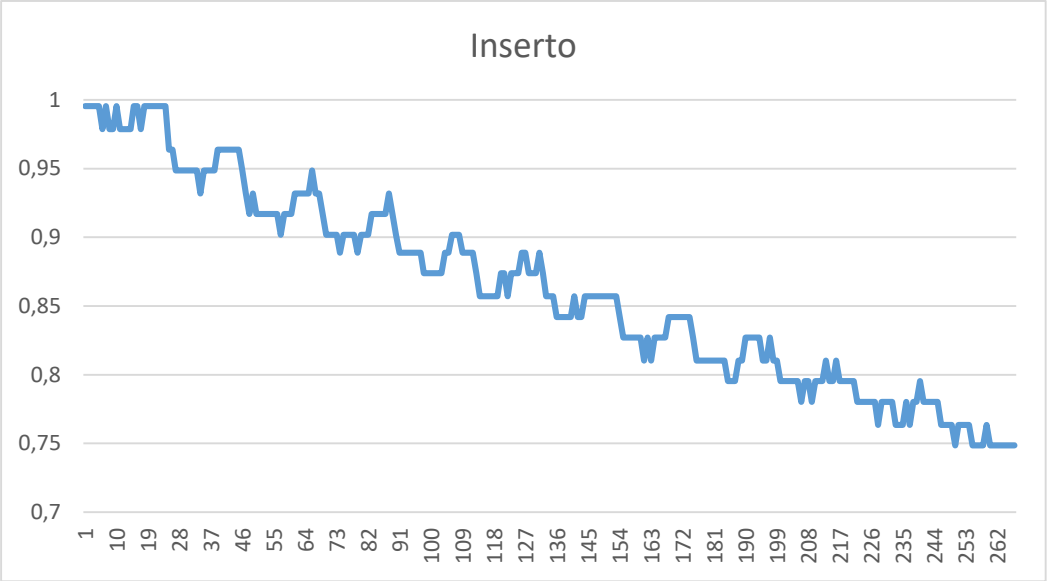


1,534	1,828	1,607	1,24	1,49	0,948727545
1,543	1,833	1,627	1,24	1,475	0,948727545
1,524	1,833	1,602	1,235	1,485	0,948727545
1,519	1,818	1,597	1,225	1,47	0,948727545
1,499	1,808	1,578	1,215	1,475	0,963697605
1,509	1,808	1,568	1,22	1,475	0,963697605
1,514	1,818	1,588	1,215	1,47	0,963697605
1,514	1,813	1,588	1,206	1,465	0,963697605
1,509	1,823	1,583	1,211	1,47	0,963697605
1,524	1,828	1,592	1,225	1,47	0,963697605
1,519	1,828	1,588	1,245	1,48	0,963697605
1,509	1,828	1,583	1,25	1,48	0,948727545
1,524	1,833	1,597	1,254	1,465	0,931886228
1,504	1,828	1,573	1,254	1,47	0,916916168
1,524	1,833	1,602	1,259	1,475	0,931886228
1,48	1,784	1,548	1,23	1,436	0,916916168
1,48	1,798	1,543	1,235	1,45	0,916916168
1,494	1,808	1,568	1,24	1,465	0,916916168
1,485	1,798	1,553	1,235	1,46	0,916916168
1,48	1,803	1,553	1,235	1,465	0,916916168
1,494	1,803	1,568	1,23	1,45	0,916916168
1,49	1,803	1,558	1,23	1,46	0,916916168
1,494	1,803	1,568	1,22	1,45	0,901946108
1,485	1,798	1,558	1,215	1,45	0,916916168
1,475	1,798	1,543	1,206	1,45	0,916916168
1,485	1,803	1,568	1,211	1,446	0,916916168
1,48	1,798	1,553	1,196	1,45	0,931886228
1,494	1,808	1,573	1,201	1,455	0,931886228
1,494	1,798	1,573	1,206	1,45	0,931886228
1,494	1,803	1,568	1,196	1,455	0,931886228



	Média	Var	Desv. Pad
Canal 1	1,480947566	0,04581424	0,002098945
Canal 2	1,871857678	0,073055201	0,005337062
Canal 3	1,548756554	0,062542051	0,003911508
Canal 4	1,213940075	0,032356278	0,001046929
Canal 5	1,495078652	0,063917044	0,004085389
Inserto	0,86278987	0,071176295	0,005066065

1,499	1,798	1,578	1,201	1,45	0,931886228
1,509	1,808	1,597	1,211	1,46	0,948727545
1,524	1,808	1,617	1,225	1,475	0,931886228
1,499	1,808	1,583	1,211	1,46	0,931886228
1,509	1,818	1,597	1,215	1,46	0,916916168
1,49	1,788	1,573	1,215	1,441	0,901946108
1,48	1,784	1,553	1,211	1,446	0,901946108
1,494	1,793	1,583	1,211	1,446	0,901946108
1,48	1,788	1,558	1,201	1,441	0,901946108
1,48	1,788	1,563	1,215	1,446	0,888847305
1,504	1,788	1,592	1,201	1,431	0,901946108
1,49	1,788	1,573	1,196	1,446	0,901946108
1,494	1,793	1,583	1,196	1,441	0,901946108
1,49	1,784	1,573	1,191	1,436	0,901946108
1,475	1,784	1,558	1,191	1,441	0,888847305
1,485	1,774	1,568	1,181	1,426	0,901946108
1,475	1,769	1,553	1,176	1,426	0,901946108
1,465	1,764	1,548	1,176	1,426	0,901946108
1,48	1,769	1,563	1,176	1,416	0,916916168
1,485	1,774	1,568	1,181	1,431	0,916916168
1,48	1,779	1,558	1,176	1,426	0,916916168
1,475	1,798	1,563	1,171	1,406	0,916916168
1,455	1,798	1,539	1,161	1,406	0,916916168
1,48	1,798	1,563	1,176	1,416	0,931886228
1,47	1,779	1,553	1,171	1,401	0,916916168
1,47	1,784	1,548	1,176	1,411	0,901946108
1,48	1,793	1,563	1,186	1,411	0,888847305
1,48	1,798	1,563	1,186	1,411	0,888847305
1,46	1,784	1,539	1,176	1,406	0,888847305
1,485	1,798	1,573	1,191	1,411	0,888847305



1,48	1,798	1,558	1,186	1,411	0,888847305
1,49	1,793	1,578	1,181	1,416	0,888847305
1,485	1,788	1,573	1,181	1,406	0,888847305
1,465	1,882	1,553	1,171	1,406	0,873877246
1,48	1,896	1,578	1,181	1,421	0,873877246
1,46	1,886	1,543	1,166	1,411	0,873877246
1,46	1,94	1,548	1,186	1,465	0,873877246
1,499	1,955	1,553	1,274	1,622	0,873877246
1,47	1,896	1,519	1,23	1,558	0,873877246
1,47	1,901	1,519	1,225	1,539	0,888847305
1,46	1,901	1,504	1,215	1,543	0,888847305
1,45	1,882	1,504	1,201	1,519	0,901946108
1,436	1,882	1,49	1,206	1,519	0,901946108
1,47	1,891	1,504	1,23	1,573	0,901946108
1,475	1,891	1,514	1,24	1,583	0,888847305
1,446	1,886	1,48	1,206	1,519	0,888847305
1,446	1,877	1,494	1,201	1,504	0,888847305
1,431	1,852	1,47	1,191	1,499	0,888847305
1,431	1,852	1,48	1,196	1,494	0,873877246
1,411	1,862	1,46	1,196	1,494	0,857035928
1,406	1,842	1,441	1,206	1,514	0,857035928
1,426	1,847	1,46	1,196	1,494	0,857035928
1,401	1,842	1,46	1,181	1,485	0,857035928
1,406	1,847	1,46	1,176	1,48	0,857035928
1,401	1,842	1,446	1,191	1,514	0,857035928
1,421	1,842	1,46	1,181	1,49	0,873877246
1,411	1,842	1,446	1,176	1,485	0,873877246
1,421	1,818	1,509	1,191	1,47	0,857035928
1,411	1,818	1,48	1,181	1,47	0,873877246
1,406	1,818	1,485	1,171	1,465	0,873877246

1,401	1,818	1,48	1,176	1,475	0,873877246
1,401	1,813	1,49	1,176	1,465	0,888847305
1,396	1,818	1,46	1,181	1,48	0,888847305
1,426	1,823	1,49	1,196	1,494	0,873877246
1,499	1,828	1,597	1,225	1,49	0,873877246
1,583	1,867	1,681	1,24	1,504	0,873877246
1,578	1,852	1,671	1,24	1,499	0,888847305
1,563	1,857	1,651	1,235	1,499	0,873877246
1,563	1,857	1,666	1,23	1,475	0,857035928
1,534	1,842	1,642	1,22	1,47	0,857035928
1,543	1,833	1,637	1,225	1,48	0,857035928
1,534	1,838	1,632	1,225	1,485	0,842065868
1,543	1,838	1,642	1,235	1,49	0,842065868
1,519	1,823	1,602	1,225	1,49	0,842065868
1,509	1,813	1,592	1,211	1,475	0,842065868
1,494	1,798	1,573	1,196	1,45	0,842065868
1,494	1,803	1,583	1,186	1,436	0,857035928
1,485	1,803	1,558	1,191	1,446	0,842065868
1,49	1,803	1,573	1,186	1,436	0,842065868
1,499	1,813	1,573	1,196	1,455	0,857035928
1,49	1,803	1,573	1,191	1,45	0,857035928
1,49	1,813	1,563	1,191	1,475	0,857035928
1,494	1,798	1,568	1,186	1,446	0,857035928
1,48	1,798	1,553	1,176	1,426	0,857035928
1,475	1,808	1,553	1,176	1,436	0,857035928
1,514	1,808	1,597	1,196	1,45	0,857035928
1,494	1,798	1,573	1,196	1,465	0,857035928
1,504	1,891	1,588	1,191	1,441	0,857035928
1,509	1,891	1,597	1,196	1,45	0,857035928
1,475	1,891	1,553	1,181	1,446	0,842065868

1,504	1,891	1,597	1,196	1,441	0,827095808
1,509	1,896	1,588	1,201	1,446	0,827095808
1,485	1,886	1,558	1,201	1,46	0,827095808
1,475	1,882	1,553	1,181	1,446	0,827095808
1,46	1,882	1,534	1,186	1,446	0,827095808
1,465	1,882	1,548	1,176	1,431	0,827095808
1,49	1,921	1,568	1,186	1,441	0,810254491
1,475	1,882	1,548	1,191	1,46	0,827095808
1,499	1,882	1,583	1,196	1,446	0,810254491
1,47	1,867	1,543	1,181	1,45	0,827095808
1,475	1,872	1,548	1,181	1,45	0,827095808
1,47	1,886	1,543	1,181	1,455	0,827095808
1,499	1,891	1,592	1,181	1,446	0,827095808
1,494	1,891	1,592	1,181	1,465	0,842065868
1,47	1,882	1,548	1,171	1,45	0,842065868
1,475	1,877	1,543	1,176	1,45	0,842065868
1,475	1,882	1,539	1,181	1,446	0,842065868
1,475	1,877	1,548	1,181	1,436	0,842065868
1,48	1,882	1,548	1,181	1,441	0,842065868
1,49	1,886	1,568	1,186	1,441	0,842065868
1,514	1,867	1,602	1,206	1,45	0,827095808
1,475	1,867	1,558	1,196	1,455	0,810254491
1,48	1,842	1,553	1,196	1,45	0,810254491
1,47	1,882	1,543	1,186	1,441	0,810254491
1,47	1,857	1,548	1,191	1,446	0,810254491
1,475	1,852	1,553	1,191	1,436	0,810254491
1,47	1,847	1,553	1,191	1,436	0,810254491
1,509	1,862	1,588	1,201	1,436	0,810254491
1,46	1,975	1,534	1,176	1,431	0,810254491
1,46	1,965	1,539	1,166	1,421	0,810254491

1,455	1,975	1,529	1,176	1,436	0,795284431
1,465	1,965	1,543	1,166	1,416	0,795284431
1,465	1,97	1,539	1,171	1,436	0,795284431
1,446	1,965	1,524	1,156	1,406	0,810254491
1,45	1,975	1,524	1,161	1,416	0,810254491
1,455	1,965	1,529	1,156	1,421	0,827095808
1,45	1,975	1,529	1,161	1,421	0,827095808
1,441	2,009	1,519	1,196	1,499	0,827095808
1,494	2,014	1,553	1,25	1,588	0,827095808
1,475	2,038	1,534	1,254	1,612	0,827095808
1,494	2,014	1,563	1,259	1,607	0,810254491
1,47	1,999	1,519	1,245	1,588	0,810254491
1,475	2,009	1,524	1,254	1,592	0,827095808
1,475	2,009	1,519	1,25	1,592	0,810254491
1,475	1,999	1,494	1,259	1,617	0,810254491
1,475	1,975	1,504	1,254	1,592	0,795284431
1,49	1,984	1,514	1,274	1,612	0,795284431
1,509	2,024	1,563	1,279	1,642	0,795284431
1,485	1,994	1,519	1,259	1,607	0,795284431
1,485	1,999	1,519	1,264	1,612	0,795284431
1,49	1,994	1,514	1,259	1,607	0,795284431
1,485	2,009	1,504	1,269	1,622	0,780314371
1,485	2,019	1,509	1,264	1,602	0,795284431
1,49	2,024	1,519	1,269	1,622	0,795284431
1,49	2,029	1,534	1,279	1,632	0,780314371
1,485	2,014	1,514	1,269	1,622	0,795284431
1,485	2,009	1,509	1,269	1,612	0,795284431
1,499	2,004	1,539	1,274	1,627	0,795284431
1,504	2,014	1,539	1,274	1,617	0,810254491
1,49	2,009	1,534	1,254	1,602	0,795284431

1,499	2,009	1,534	1,264	1,607	0,795284431
1,485	1,984	1,519	1,259	1,607	0,810254491
1,48	1,96	1,524	1,24	1,573	0,795284431
1,48	1,975	1,514	1,259	1,602	0,795284431
1,485	1,965	1,504	1,259	1,612	0,795284431
1,48	1,965	1,519	1,25	1,602	0,795284431
1,48	2,004	1,553	1,254	1,627	0,795284431
1,499	1,994	1,548	1,264	1,637	0,780314371
1,485	1,994	1,539	1,264	1,632	0,780314371
1,49	1,989	1,543	1,269	1,637	0,780314371
1,485	1,989	1,543	1,264	1,637	0,780314371
1,49	1,999	1,548	1,269	1,637	0,780314371
1,485	1,98	1,543	1,259	1,622	0,780314371
1,485	1,994	1,548	1,274	1,637	0,763473054
1,46	1,955	1,519	1,25	1,612	0,780314371
1,47	1,96	1,524	1,25	1,617	0,780314371
1,47	1,98	1,524	1,254	1,622	0,780314371
1,465	1,95	1,519	1,245	1,602	0,780314371
1,455	1,95	1,524	1,24	1,592	0,763473054
1,455	1,95	1,524	1,235	1,588	0,763473054
1,45	1,97	1,514	1,23	1,597	0,763473054
1,455	1,955	1,509	1,23	1,597	0,780314371
1,46	1,97	1,514	1,24	1,602	0,763473054
1,446	1,936	1,509	1,225	1,583	0,780314371
1,421	1,911	1,49	1,206	1,563	0,780314371
1,446	1,891	1,543	1,215	1,543	0,795284431
1,455	1,891	1,553	1,211	1,548	0,780314371
1,446	1,906	1,529	1,206	1,529	0,780314371
1,529	1,886	1,637	1,245	1,514	0,780314371
1,583	1,936	1,681	1,254	1,504	0,780314371

1,553	1,911	1,646	1,25	1,519	0,780314371
1,553	1,911	1,651	1,245	1,494	0,763473054
1,558	1,916	1,646	1,245	1,499	0,763473054
1,558	1,906	1,651	1,25	1,499	0,763473054
1,597	1,916	1,7	1,269	1,514	0,763473054
1,578	1,911	1,686	1,25	1,514	0,748502994
1,573	1,911	1,681	1,25	1,504	0,763473054
1,583	1,906	1,681	1,254	1,519	0,763473054
1,592	1,911	1,686	1,254	1,519	0,763473054
1,558	1,906	1,651	1,245	1,514	0,763473054
1,578	1,931	1,676	1,25	1,514	0,748502994
1,558	1,911	1,651	1,245	1,509	0,748502994
1,558	1,916	1,651	1,245	1,509	0,748502994
1,548	1,911	1,642	1,24	1,504	0,748502994
1,573	1,906	1,666	1,25	1,504	0,763473054
1,578	1,921	1,666	1,254	1,529	0,748502994
1,563	1,911	1,651	1,25	1,514	0,748502994
1,578	1,926	1,676	1,254	1,519	0,748502994
1,568	1,916	1,656	1,25	1,519	0,748502994
1,543	1,886	1,632	1,24	1,494	0,748502994
1,548	1,896	1,627	1,25	1,514	0,748502994
1,514	1,857	1,597	1,22	1,48	0,748502994
1,548	1,872	1,632	1,24	1,485	0,748502994

Apêndice B

Este apêndice refere-se ao artigo apresentado à Banca para exame de Qualificação fazendo parte dos requisitos e premissas do Programa conforme a resolução CP-PPGEL 002/2012 para ser submetido posteriormente a Defesa da Dissertação, sendo o discente aprovado na Qualificação.

Avaliação do Sistema de Monitoramento e Treinamento de Assoalho Pélvico

Március Cláudio da Silva, Márcio Falcão Santos Barroso, Luciana Regina Ferreira Pereira da Mata, Jim Jones da Silveira Marciano, Rafael Emílio Lopes, Talysson Manoel de Oliveira Santos, Gabriel Percínio Costa, Victor Hugo Soares Lopes, Mateus do Carmo de Oliveira Silva, Érick Martins de Oliveira, Mariana Ferreira Vaz Gontijo Bernardes

***Abstract*—OBJECTIVE: In light of the current shortcomings to confirm the efficacy of treatment of urinary incontinence (UI) after radical prostatectomy (PR) due to prostate cancer based on pelvic floor muscle training (TMAP), this study investigated the development of a system for the monitoring and training of the pelvic floor (SUAPE) to aid in TMAP without the need to introduce any type of probe or endo-anal electrode or use of electric current for neuromuscular stimulation. METHOD: In an experimental study for SUAPE validation and calibration, we compared the detection of voluntary muscle contraction of the pelvic floor to volumetric muscle contraction of the muscles: gracilis, gluteus and rectus abdominis in the intention of contracting the muscles of the pelvic floor muscles (MAP) in 36 trials in one volunteer, 18 trials were for the test group (GT) and 18 for the control group (CG). Results: The results indicate the viability of the system developed for TMAP since it was able to differentiate the voluntary muscular contraction of the pelvic floor of the muscular contraction associated with adjacent muscles (p < 0.05). Conclusion: Based on the results presented, the SUAPE system shows promise in TMAP aid since the results for the reproducibility and repeatability tests of the system were consistent. Therefore it may be of great assistance in the clinic for the treatment of men with urinary incontinence after radical prostatectomy**

Key words: combined modality therapy, exercise, prostate cancer, prostatectomy, prostatic neoplasms, therapeutics, treatment, urinary incontinence

***Resumo*—Objetivo: À luz das deficiências atuais para comprovar a eficácia de tratamento da incontinência urinária (IU) pós prostatectomia radical (PR) devido a cancer de próstata baseado em treinamento muscular do assoalho pélvico (TMAP), este estudo propôs o desenvolvimento de um equipamento externo, que fica localizado na região de períneo, que consiga monitorar o treinamento dos músculos do assoalho pélvico durante a recuperação de IU pós PR. Método: Em um estudo experimental para validação e calibragem do SUAPE comparamos a detecção de contração muscular voluntária do assoalho pélvico a contração muscular volúntrária dos músculos: grácil, glúteos e reto abdominal na intenção de contração da musculatura dos músculos do assoalho pélvico (MAP) em 36 ensaios em um voluntário, sendo que 18 ensaios foram para o grupo teste (GT) e 18 para o grupo controle (GC). Resultados: Os resultados indicam a viabilidade do sistema desenvolvido para TMAP uma vez que conseguiu diferenciar a contração muscular voluntária do assoalho pélvico da contração muscular associada com músculos adjacentes (p < 0,05). Conclusão: Pelos resultados apresentados o sistema SUAPE se mostra promissor no auxílio de TMAP uma vez que foram coerentes os resultados para os testes de reprodutibilidade e repetitividade do sistema. Portanto pode ser de grande auxílio na clínica para o tratamento de homens com incontinência urinária pós prostatectomia radical**

Palavras chave: prostatectomia, incontinência urinária, exercício físico, câncer de próstata, modalidades de tratamento combinado, tratamento, terapias
Re

I. Introdução

A sociedade contemporânea encontra-se cada vez mais dependente dos avanços científicos e tecnológicos que acarretam profundas mudanças em seu modo e estilo de vida, principalmente no que se refere ao conforto e comodidade [1], [2]. Especialmente, no que tange pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida esses avanços se mostram extremamente importantes, pois visa promover uma maior funcionalidade, autonomia, independência, qualidade de vida e/ou inclusão social (MITTLER, 2015; WOLPAW et al., 2002).

Da inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade surge pela primeira vez o termo *Assistive Technology*, traduzido no Brasil como Tecnologia Assistiva (TA), essa expressão tem

Esse trabalho foi apoiado em parte pela FAPEMIG e CAPES.

Március Cláudio da Silva, mestrando do curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica Associação Ampla UFSJ/CEFET-MG (e-mail: marcius@ufsj.edu.br).

Márcio Falcão Santos Barroso, professor doutor adjunto do Departamento de Engenharia Elétrica da UFSJ (e-mail: barroso@ufsj.edu.br).

Luciana Regina Ferreira Pereira da Mata, professor doutora adjunta do Departamento de Enfermagem da UFMG (lucianarfmata@gmail.com).

Jim Jones da Silveira Marciano, doutorando do curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFMG (eujimjones@gmail.com).

Rafael Emílio Lopes, professor doutor adjunto do Departamento de Engenharia Elétrica da UNIFEI/Itabira (rafaellopes@unifei.edu.br).

Talysson Manoel de Oliveira Santos, doutorando no programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da USP (talyssonsantos1@gmail.com)

Victor Hugo Soares Lopes, mestre em Engenharia Elétrica pela UFSJ (victorldw@gmail.com)

Gabriel Percínio Costa, aluno de graduação do curso de Engenharia Elétrica da UFSJ (gabrielpercinioc@gmail.com).

Mateus do Carmo Oliveira Silva, aluno de graduação do curso de Engenharia Elétrica da UFSJ (: ***mateus_ufsj@hotmail.com***)

Érick Martins de Oliveira, aluno de graduação do curso de Engenharia Mecânia da UFSJ (erick.oliveira.contato@hotmail.com)

Mariana Ferreira Vaz Gontijo Bernades, doutorando do Programa de ós-Graduação de Enfermagem da UFMG (marianagontijoufsj@gmail.com).

origem em 1988 pela *Americans with Disabilities Act* (ADA) [4]. De acordo com Cook e Polgar (2014) houve um aumento significativo de pesquisas em TA nas últimas décadas devido ao reconhecimento da multi-interdisciplinaridade e aos diferentes fatores sociais e ambientais considerados essenciais para a melhoria da saúde, funcionalidade e interação social do indivíduo ao meio em que está inserido.

O câncer se tornou um importante problema de saúde pública mundial sendo a segunda causa principal de morte em países desenvolvidos (SIEGEL; MILLER; JEMAL, 2017; TORRE et al., 2016). Dentre as mobi-mortalidades de neoplasia o câncer de próstata (CP) é o segundo tipo de câncer mais comum em homens no mundo, principalmente, em países desenvolvidos pela elevada expectativa de vida [8], [9].

Para o biênio 2018/2019, segundo estimativas do Instituto Nacional de Câncer – INCA (2017), são esperados 420 mil novos casos de câncer, todavia, com o cálculo global corrigido para os sub-registros, a ocorrência de novos casos pode chegar a 640 mil novos casos. Destes, 31,7% novos casos de CP são esperados, ou seja, mais de 120 mil novos casos. Assim, 1 (um) em cada 7 (sete) homens será diagnosticado com câncer de próstata durante a vida. Se considerarmos o aumento da expectativa de vida teremos 6 em cada 10 casos acometendo homens com mais de 65 anos. Dados recentes mostram que 64% de novos casos de CP foram diagnosticados em homens com mais de 65 anos de idade [11]. O CP tem no envelhecimento o principal fator de risco e a hereditariedade como um marcador de alta relevância.

A prostatectomia radical (PR) é o tratamento de primeira linha para o câncer de próstata localizado mais utilizado atualmente (51,6%) e possivelmente o mais eficaz, que consiste na excisão completa da próstata, vesículas seminais, ductos ejaculatórios, esfíncter proximal e parte proximal do esfíncter distal [9], [12].

II. Motivação

A SIC, desde 2005, indicou como tratamento conservador o tratamento fisioterapêutico como opção de primeira linha para incontinência urinária (IU), devido ao baixo custo, baixo risco, baixos efeitos colaterais e eficácia comprovada [13]. O treinamento muscular do assoalho pélvico (TMAP) para o tratamento da IU tem seus primeiros registros datados na década de 30 [14], [15].

A incontinência urinária pós prostatectomia radical (IUPPR) apresenta uma incidência que varia de 2 a 91%, sendo essa discrepância explicada pelo tipo de procedimento ou técnica cirúrgica adotado [16], e a existência de ressecção transuretral prévia, radioterapia e/ou quimioterapia associadas [17]. A diferença na definição e modo de avaliação de IU adotada também explicam a diferença da incidência [16], [18], [19], bem como o tempo pós cirúrgico que o paciente se encontra no momento da avaliação [20]. A IU é considerada uma das consequências mais aflitiva e com piora drástica e negativa na qualidade de vida dos indivíduos submetidos a PR (CHANG; LAM; PATEL, 2016; MATA, 2013; RIGATTI et al., 2012; ZAIDAN et al., 2014).

Segundo os estudos de Van Kampen et al. (2000) com 102 pacientes submetidos à PR, os pacientes apresentaram uma incidência de 91% de IU logo após a retirada da sonda vesical. Outros estudos apontam uma incidência de 30 a 40% de IU um ano após a cirurgia [24]. Para Rodrigues (2010) a porcentagem de continentes não atinge 40%, passado um ano da cirurgia. E segundo Haglind et al. (2015) um estudo controlado não randomizado em 14 centros de tratamento, 12 meses após a cirurgia 21,3% dos pacientes eram incontinentes.

Segundo Zaidan et al. (2014), o tratamento para IUPPR apresenta uma recuperação espontânea do controle urinário de 3 meses a 2 anos após a cirurgia, embora segundo Overgård et al. (2008) alguns pacientes podem se tornar incontinentes tardiamente. Essa recuperação espontânea é favorecida com a reabilitação da musculatura de assoalho pélvico (AP) viabilizando, mais precocemente, a continência urinária (CARVALHO; DA SILVA; SILVEIRA, 2018; ITHAMAR et al., 2018; SANTOS et al., 2017).

Sandhu (2016) corroboram com a ideia de restauração da continência por meio da reabilitação dos músculos do assoalho pélvico ao priorizar o início imediato do tratamento, logo após a retirada da sonda vesical. Outros estudos apontam o treinamento dos músculos do assoalho pélvico (TMAP) como um dos principais responsáveis pela continência urinária após a PR (CHADE et al., 2012; MANLEY et al., 2016; RIGATTI et al., 2012; ZAIDAN; BEZERRA DA SILVA, 2016).

Atualmente a reabilitação ou TMAP é realizada por meio da cinesioterapia, podendo fazer uso de *biofeedback*, eletroestimulação funcional com eletrodo endo-anal, estimulação elétrica transcutânea ou uma combinação desses métodos [32], [34], [35]. Nesse contexto, a conscientização do paciente da existência e função do AP possibilita o ganho de força e de motricidade voluntária do esfíncter externo da uretra com consequente aumento da pressão uretral favorecendo, assim, a continência urinária [19], [32].

Outros métodos utilizados para tratamento da IU são os tratamentos medicamentosos, cirúrgicos e comportamental.

Entretanto, o profissional de saúde se depara com uma questão desafiadora, a idade avançada das pessoas que sofrem de IU, a fraqueza natural dos tecidos musculares, associado a dificuldade cognitivo-muscular para contração voluntária dos músculos do AP (MAP) [36].

Culturalmente, no Brasil, o homem patriarcalista está associado à desvalorização do autocuidado, à pouca preocupação com a saúde e ao machismo, fatos estes, que fazem parte do imaginário da masculinidade e virilidade do brasileiro [37]–[39]. Associado a isso, existe o preconceito envolto ao exame de toque retal devido aos aspectos simbólicos relacionados a seu caráter invasivo do ponto de vista físico e emocional devido a visão da masculinidade ser ameaçada [38]–[40].

Portanto, propor um protocolo de tratamento conservador que tenha que utilizar eletrodo endo-anal é o principal impeditivo para a adesão de homens ao tratamento, bem como a utilização de eletrodo transcutâneo devido ao relato de desconforto e incomodo provocado pela a estimulação elétrica na região pélvica, mais precisamente, na região perianal. Outro fator que contribuiu para o desenvolvimento do sistema para

monitotamento e treinamento do assoalho pélvico - SUAPE, é a possibilidade de interferência sofrida pela técnica de utilização de perineômetro ou eletrodo endo-anal em influenciar os resultados devido ao aumento de pressão intra-abdominal, que consequentemente, provoca uma contração reflexa dos MAP [41], [42]

III. Objetivo

Avaliar se o desenvolvimento do SUAPE foi capaz de monitorar e auxiliar no treinamento muscular do assoalho pélvico nos testes de reprodutibilidade e repetitividade. Analisar os dados coletados durante a realização dos ensaios para verificar a calibragem do sistema desenvolvido.

IV. Método

Trata-se de um estudo experimental para o desenvolvimento, construção e validação do SUAPE voltado para o tratamento de homens com incontinência urinaria pós prostatectomia radical usando *feedback* tátil e visual por meio dos seus 6 canais de sensores (5 de eletromiografia – EMG e um de pressão) para monitoramento e treinamento dos MAP. O *feedback* tátil ocorre pela associação do componente inflável que fica em contato com a região do períneo, localizada entre o ânus e a bolsa escrotal. Esse componente inflável foi confeccionado em material elástico biocompatível que está acoplado a um sensor de pressão modelo MPX5700AP e a uma minibomba de ar modelo TYAP127.

Estes components estão associados a um microprocessador Arduino-Uno® que está acoplado a um eletromiográfo de 5 canais desenvolvido para o SUAPE que faz o monitoramento dos sinais de dos músculos abdominais, adutores da coxa e glúteos. Todo esse sistema de componentes comunicam-se com o *software LabVIEW®* de um computador que processa e armazena todos os dados gerados em uma planílha com extensão *.xls*. O layout do software desenvolvido exclusivamente para este trabalho, pode ser visualizado na Fig. 1.

Os ensaios foram realizados divididos em GT = 18 coletas em 4 dias consecutivos e GC = 18 coletas em 4 dias consecutivos

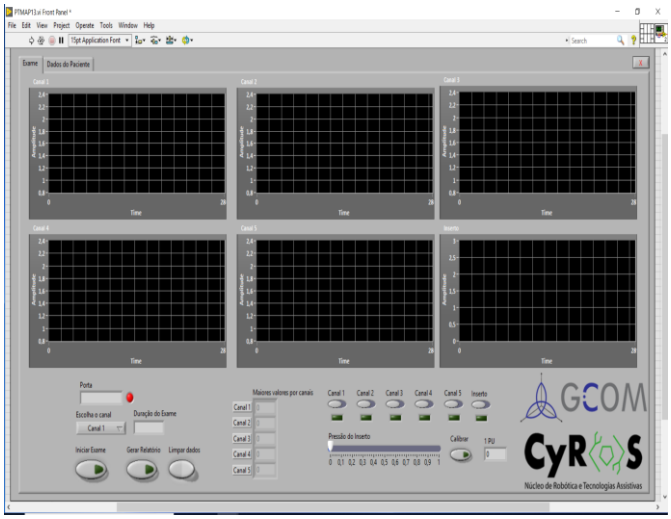


Fig 1: Layout do software para feedback visual dos 5 canais de EMG e o inserto componente inflável

também. Sendo que no primeiro dia foram realizados 9 coletas, divididas em 3 subgrupos de coletas com 7 horas de intervalo entre cada subgrupo. As outras 9 coletas foram realizadas em 3 subgrupos de coleta nos 3 dias restantes. Sendo que em cada coleta foram realizados 3 séries de 10 contrações máximas de MAP com intervalo de descanso de 2 minutos entre cada série para garantir a repetitividade e a reprodutividade dos teste segundo Barroso *et al.* (2009).

V. Resultados

A. Observados

Na prática clínica a avaliação da contração do MAP se dá de forma subjetiva por palpação digital anal e solicitação da contração dos músculos ou por eletrodos ou perineômetros endoanais na posição de decúbito lateral.

Pelo presente estudo essa avaliação da contração ocorre na posição assentada com os pés apoiados e o posicionamento do componente inflável na região de períneo sobre a roupa íntima. Como resultado da contração dos MAP o SUAPE gera o resultado em gráfico com unidade de medida em sistema por unidade (PU) conforme Fig 2 abaixo.

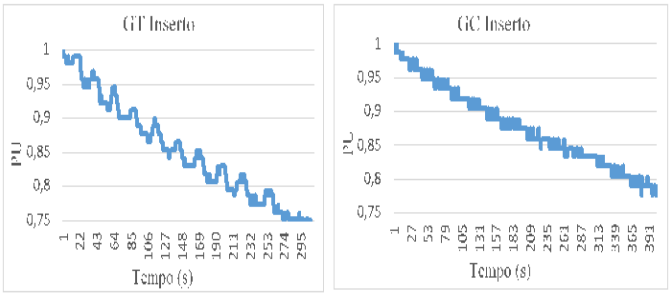


Fig 2: Contração do MAP para o GT a esquerda e GC a direita captad pelo inserto

Os dados da EMG dos músculos monitorados durante a contração do AP pelo SUAPE podem ser visualizados na Fig 3 abaixo, sendo que o canal 1 corresponde ao músculo reto abdominal, a canal 2 corresponde ao músculo grácil e o canal 3 ao músculo glúteo máximo para os 2 grupos. A esquerda está o GT e a direita o GC.

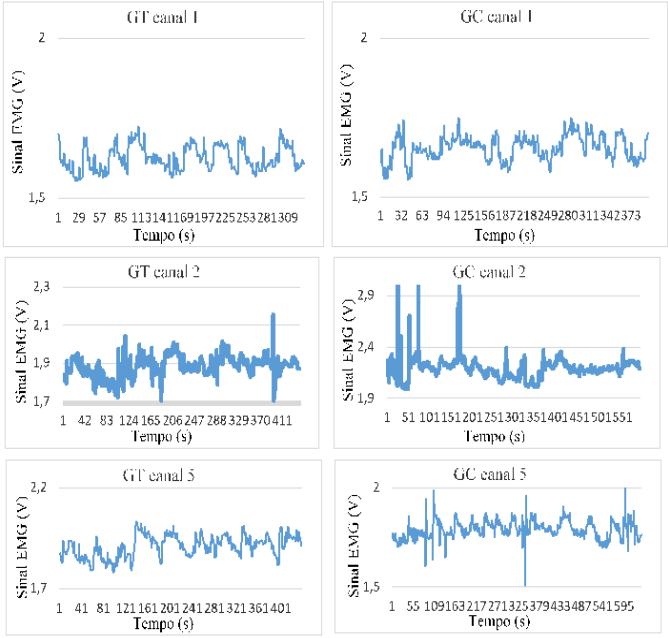


Fig 3: Comparação dos sinais de EMG para os canais 1 2 e 5 nos GT e GC, que correspondem, respectivamente, aos músculos reto abdominal, grácil e glúteo máximo.

A tabela I a seguir mostra os dados das coletas dos 5 canais de EMG e do inserto com as medias ($\bar{x}$), desvio padrão (σ) e a variância (σ^2).

TABELA I
Sumário dos dados dos ensaios contendo media, desvio padrão e variância dos 5 canais de EMG e dos dados do inserto (GT=grupo teste) e GC (grupo controle)

Grupos	Canais	μ	σ^2	σ
GT	Canal 1	1,500	0,002	0,039
	Canal 2	1,636	0,002	0,045
	Canal 3	1,700	0,003	0,050
	Canal 4	1,323	0,003	0,051
	Canal 5	1,573	0,002	0,044
	Inserto	0,896	0,003	0,052
Grupos	**Canais**	**μ**	**σ^2**	**σ**
GC	Canal 1	1,745	0,008	0,077
	Canal 2	1,929	0,009	0,089
	Canal 3	1,830	0,009	0,086
	Canal 4	1,577	0,010	0,087
	Canal 5	1,913	0,009	0,084
	Inserto	0,795	0,011	0,095

B. Analisados

Devido ao número de ensaios realizados ser considerado pequeno (n = 18) e não sabermos como seria a distribuição dos dados, associado ao interesse em testar as hipóteses nula (H_0) e a alternativa (H_a) considerando a média do GT e GC, optamos pelo teste T-*studant* devido as características do experiment ser pareado.

Primeiramente, foi analisada a normalidade dos dados para verificar se estes apresentavam uma distribuição normal. A curva de distribuição normal de dados foi realizada pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov* para podermos proseguir com a análise estatística dos dados. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi realizado para todos os dados. Para o resultado do teste de *Kolmogorov-Smirnov* apresentamos as curvas de normalidade dos canais 1 referente ao sinal de EMG do músculo reto abdominal porção inferior referente ao GT e ao GC representando todos os demais dados para uma melhor visualização e comportamento dos dados, conforme Fig 4 abaixo.

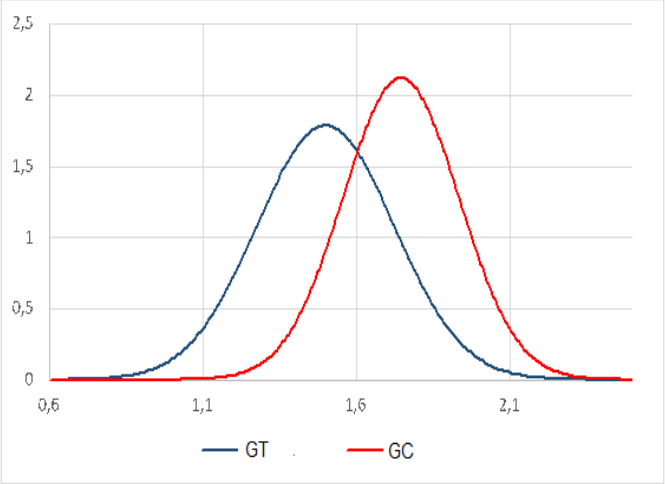


Fig 4: representação dos dados após o teste de Kolmogorov-Smirnov

Para a visualização dos dados de forma geral foi feito o *boxplot* dos dados referents aos 6 canais (5 sinais de EMG e um do inserto), lembrando que o canal 1 monitorou o reto abdominal, o 2 o gracil direito, o 3 grácil esquerdo, o 4 glúteo esquerdo, o 5 o glúteo direito e o inserto monitora o MAP dos 2 grupos, GT e GC, para uma comparação visual rápida representado na Fig 5 abaixo.

Os *outliers* representados no gráfico referente ao GC estão associados a uma contração mais intensa do grácil e glúteo do lado direito, podendo indicar a dominância muscular e o referente ao inserto sugere uma perda de contato devido a contração muscular que tende a elevar o corpo na posição assentada, diminuindo o contado da região do períneo com o componete inflável.

Os dados da EMG dos músculos: reto abdominal, grácil e glúteos para os GT e GC são observados na Fig 3 abaixo

Para o levantamento das hipóteses referentes a análise dos dados foi considerado como valores significativos um índice de significância de 5%.

Então, para a hipótese nula (H_0), temos H_0: $\mu_T = \mu_C$, ou seja, a média dos dados do GT são iguais as médias dos dados do GC, portanto, para a hipótese alternativa (H_a), temos H_a: $\mu_T \neq \mu_C$, ou seja, a média dos dados do GT são diferentes das médias do GC. Dessa forma temos a rejeição da H_0 se o valor-p for menor que o índice de significância, ou seja, $p \leq 0{,}05$, caso contrário a H_0 não é rejeitada.

O maior p encontrado no teste T –*studant* pareado foi de 0,03 para o componente inflável do SUAPE.

VI. CONCLUSÃO

Embasado nos testes estatísticos realizados podemos perceber que a H_0 foi rejeitada, portanto, as diferenças estatísticas são significantes, na identificação do TMAP. Mostrando, dessa forma, que o SUAPE apresentou boa repetitividade e reprodutividade para os testes realizados, podendo ser de grande auxílio no tratamento de homens com IU pós PR.

O inserto atendeu as expectativas do estudo relacionado as medidas metrológicas do componente inflável e do eletromiógrafo, porém sua validação com o grupo alvo - homens com IU pós PR- é necessária para verificar sua usabilidade e acurácia,

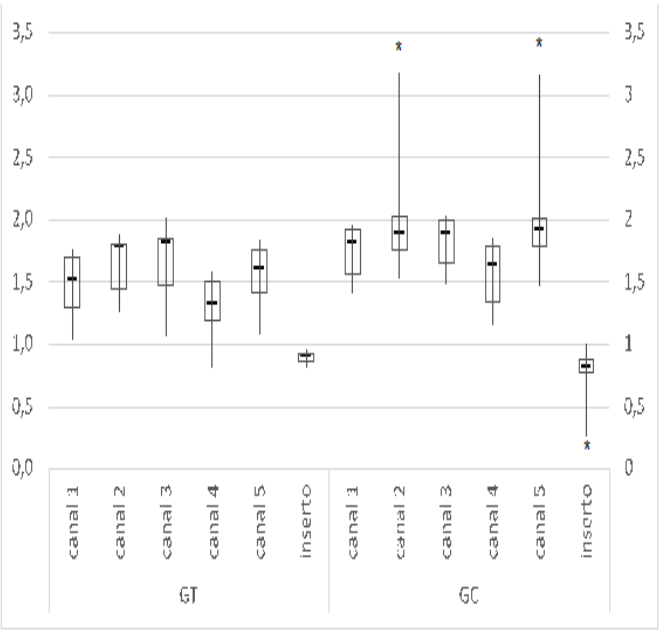


Fig 5: *Boxplot* do GT e GC

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG para a execu¸c˜ao deste trabalho

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] G. Alnahdi, "ASSISTIVE TECHNOLOGY IN SPECIAL EDUCATION AND THE UNIVERSAL DESIGN FOR LEARNING," *TOJET Turkish Online J. Educ. Technol.*, vol. 13, no. 2, pp. 18–23, 2014.

[2] P. Mittler, "The UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities: Implementing a Paradigm Shift," *J. Policy Pract. Intellect. Disabil.*, vol. 12, no. 2, pp. 79–89, Jun. 2015.

[3] J. R. Wolpaw, N. Birbaumer, D. J. Mcfarland, G. Pfurtscheller, and T. M. Vaughan, "Brain-computer interfaces for communication and control," 2002.

[4] B. F. Boyd, "Assistive Technology for Every Child," *Am. Montessori Soc.*, vol. 20, no. 1, pp. 30–35, 2008.

[5] A. M. Cook and J. M. Polgar, *Assistive technologies : principles and practice*. 2014.

[6] R. L. Siegel, K. D. Miller, and A. Jemal, "Cancer statistics, 2017," *CA. Cancer J. Clin.*, vol. 67, no. 1, pp. 7–30, Jan. 2017.

[7] L. A. Torre, R. L. Siegel, E. M. Ward, and A. Jemal, "Global Cancer Incidence and Mortality Rates and Trends—An Update," *Cancer Epidemiol. Prev. Biomarkers*, vol. 25, no. 1, pp. 16–27, Jan. 2016.

[8] M. Daniyal, Z. A. Siddiqui, M. Akram, H. M. Asif, S. Sultana, and A. Khan, "Epidemiology, etiology, diagnosis and treatment of prostate cancer.," *Asian Pac. J. Cancer Prev.*, vol. 15, no. 22, pp. 9575–8, 2014.

[9] N. Mottet *et al.*, "EAU-ESTRO-SIOG Guidelines on Prostate Cancer. Part 1: Screening, Diagnosis, and Local Treatment with Curative Intent," *Eur. Urol.*, vol. 71, no. 4, pp. 618–629, Apr. 2017.

[10] I. N. de C. J. A. G. da S. INCA, *Estimativa 2018: incidência de câncer no Brasil*. Rio de Janeiro, 2017.

[11] J. H. Ryu *et al.*, "Radical Prostatectomy in Korean Men Aged 75-Years or Older: Safety and Efficacy in Comparison with Patients Aged 65–69 Years," *J. Korean Med. Sci.*, vol. 31, no. 6, p. 957, 2016.

[12] R. A. Rendon *et al.*, "Canadian Urological Association recommendations on prostate cancer screening and early diagnosis," *Can. Urol. Assoc. J.*, vol. 11, no. 10, pp. 298–309, Oct. 2017.

[13] P. Abrams, L. Cardozo, A. Wagg, A. J. (Alan J. . Wein, and International Continence Society., *Incontinence : 6th International Consultation on Incontinence, Tokyo, September 2016*. Bistrol: International Continence Society, 2017.

[14] A. H. Kegel, "Kegel, Arnold H.: Active Exercise of the Pubococcygeus Muscle. Meigs, J.V., and Sturgis, S .H., editors: Progress in Gynecology, vol. II, New York: Grune & Stratton, 1930, pp. 778-792," *Prog. Gynecol.*, vol. 2, pp. 778–792, 1930.

[15] A. H. KEGEL, "Progressive resistance exercise in the functional restoration of the perineal muscles.," *Am. J. Obstet. Gynecol.*, vol. 56, no. 2, pp. 238–48, Aug. 1948.

[16] J. I. Chang, V. Lam, and M. I. Patel, "Preoperative Pelvic Floor Muscle Exercise and Postprostatectomy Incontinence: A Systematic Review and Meta-analysis," *Eur. Urol.*, vol. 69, no. 3, pp. 460–467, Mar. 2016.

[17] S. Faithfull *et al.*, "Integrative review on the non-invasive management of lower urinary tract symptoms in men following treatments for pelvic malignancies," *Int. J. Clin. Pract.*, vol. 69, no. 10, pp. 1184–1208, Oct. 2015.

[18] L. Bourke *et al.*, "Exercise for Men with Prostate Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis," *Eur. Urol.*, vol. 69, no. 4, pp. 693–703, Apr. 2016.

[19] B. J. Manley, J. A. Brockman, V. T. Raup, K. J. Fowler, and G. L. Andriole, "Prostate MRI: A national survey of urologist' s attitudes and perceptions," *Int. Brazilian J. Urol.*, vol. 42, no. 3, pp. 464–471, 2016.

[20] P. Zaidan, E. B. da Silva, P. Zaidan, and E. B. da Silva, "Electrostimulation, response of the pelvic floor muscles, and urinary incontinence in elderly patients post prostatectomy," *Fisioter. em Mov.*, vol. 27, no. 1, pp. 93–100, Mar. 2014.

[21] L. R. F. da Mata, "Efetividade de um programa de ensino para o cuidado domiciliar de pacientes submetidos à prostatectomia radical: ensaio clínico randomizado," Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

[22] L. Rigatti *et al.*, "The relationship between continence and perineal body tone before and after radical prostatectomy: A pilot study," *Neurourol. Urodyn.*, vol. 31, no. 4, pp. 513–516, Apr. 2012.

[23] M. Van Kampen, W. de Weerdt, H. Van Poppel, D. De Ridder, H. Feys, and L. Baert, "Effect of pelvic-floor re-education on duration and degree of incontinence after radical prostatectomy: a randomised controlled trial," *Lancet*, vol. 355, no. 9198, pp. 98–102, Jan. 2000.

[24] K. Bø, B. Berghmans, S. Mørkved, and M. Van Kampen, *Evidence-based Physical Therapy for the Pelvic Floor: Bridging Science and Clinical Practice*. Philadelphia: Elsevier, 2007.

[25] M. H. R. Rodrigues, "Fisioterapia no tratamento da incontinência urinária de esforço pós-prostatectomia radical: revisão da literatura," *Urol. Contemp.*, vol. 19, no. 4, pp. 20–30, 2010.

[26] E. Haglind *et al.*, "Urinary Incontinence and Erectile Dysfunction After Robotic Versus Open Radical Prostatectomy: A Prospective, Controlled, Nonrandomised Trial," *Eur. Urol.*, vol. 68, no. 2, pp. 216–225, Aug. 2015.

[27] M. Overgård, A. Angelsen, S. Lydersen, and S. Mørkved, "Does Physiotherapist-Guided Pelvic Floor Muscle Training Reduce Urinary Incontinence After Radical Prostatectomy? A Randomised Controlled Trial," *Eur. Urol.*, vol. 54, no. 2, pp. 438–448, 2008.

[28] N. A. de S. Santos, M. V. de L. Saintrain, R. P. Regadas, R. A. da Silveira, and F. J. C. de Menezes, "Assessment of Physical Therapy Strategies for Recovery of Urinary Continence after Prostatectomy," *Asian Pac. J. Cancer Prev.*, vol. 18, no. 1, pp. 81–86, 2017.

[29] L. Ithamar *et al.*, "Abdominal and pelvic floor electromyographic analysis during abdominal hypopressive gymnastics," *J. Bodyw. Mov. Ther.*, vol. 22, no. 1, pp. 159–165, Jan. 2018.

[30] M. R. de Carvalho, F. A. M. N. Da Silva, and I. A. Silveira, "Alternative therapies for early recovery of post-prostatectomy urinary continence: systematic review," *Enfermería Glob.*, vol. 17, no. 50, pp. 542–584, 2018.

[31] J. S. Sandhu, *Urinary dysfunction in prostate cancer : a management guide*. Springer, 2016.

[32] P. Zaidan and E. Bezerra Da Silva, "Pelvic floor muscle exercises with or without electric stimulation and post-prostectomy urinary incontinence: a systematic review Exercícios dos músculos do assoalho pélvico associados ou não à eletroestimulação e incontinência urinária em pós-prostatectomizados: uma revisão sistemática," *Fisioter. Mov*, vol. 29, no. 3, pp. 635–649, 2016.

[33] D. C. Chade *et al.*, "Cancer Control and Functional Outcomes of Salvage Radical Prostatectomy for Radiation-recurrent Prostate Cancer: A Systematic Review of the Literature," *Eur. Urol.*, vol. 61, no. 5, pp. 961–971, May 2012.

[34] B. Berghmans, E. Hendriks, A. Bernards, R. de Bie, and M. I. Omar, "Electrical stimulation with non-implanted electrodes for urinary incontinence in men," *Cochrane Database Syst. Rev.*, Jun. 2013.

[35] B. Chughtai, R. Lee, J. Sandhu, A. Te, and S. Kaplan, "Conservative treatment for postprostatectomy incontinence.," *Rev. Urol.*, vol. 15, no. 2, pp. 61–6, 2013.

[36] N. Singla and A. K. Singla, "Post-prostatectomy incontinence: Etiology, evaluation, and management.," *Turkish J. Urol.*, vol. 40, no. 1, pp. 1–8, Mar. 2014.

[37] R. Machin *et al.*, "Concepções de gênero, masculinidade e cuidados em saúde: estudo com profissionais de saúde da atenção primária," *Cien. Saude Colet.*, vol. 16, no. 11, pp. 4503–4512, Nov. 2011.

[38] L. B. Schraiber *et al.*, "Necessidades de saúde e masculinidades: atenção primária no cuidado aos homens," *Cad. Saude Publica*, vol. 26, no. 5, pp. 961–970, May 2010.

[39] C. M. Modena, A. M. Martins, A. P. Gazzinelli, S. S. L. Almeida, and V. T. Schall, "Câncer e masculinidades: sentidos atribuídos ao adoecimento e ao tratamento oncológico," *Temas em Psicol.*, vol. 22, no. 1, pp. 67–78, 2014.

[40] M. B. Cortez, Z. A. Trindade, and M. C. S. Menandro, "RACIONALIDADE E SOFRIMENTO: HOMENS E PRÁTICAS DE AUTOCUIDADO EM SAÚDE," *Psicol. DOENÇAS*, vol. 18, no. 2, pp. 556–566, 2017.

[41] H. C. Frawley, M. P. Galea, B. A. Phillips, M. Sherburn, and K. Bø, "Reliability of pelvic floor muscle strength assessment using different test positions and tools," *Neurourol. Urodyn.*, vol. 25, no. 3, pp. 236–242, 2006.

[42] K. Bø and M. Sherburn, "Evaluation of Female Pelvic-Floor Muscle Function and Strength," *Phys. Ther.*, vol. 85, no. 3, pp. 269–282, Mar. 2005.

[43] M. F. S. Barroso *et al.*, "Desenvolvimento de um sistema protótipo para medição objetiva das forças linguais em humanos," *Sba Control. Automação Soc. Bras. Autom.*, vol. 20, no. 2, pp. 156–163, Jun. 2009.