

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMEDICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

SANDRA MARIA OLIVEIRA DE SANTANA

**DESENVOLVIMENTO DE UM BIOFEEDBACK PRESSÓRICO *WIRELESS* PARA
USO NOS DISTÚRBIOS DO ASSOALHO PÉLVICO**

Recife

2018

SANDRA MARIA OLIVEIRA DE SANTANA

**DESENVOLVIMENTO DE UM BIOFEEDBACK PRESSÓRICO *WIRELESS* PARA
USO NOS DISTÚRBIOS DO ASSOALHO PÉLVICO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Área de concentração: Bioengenharia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Emmanuel de Souza.

Recife

2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB4/1469

S232d Santana, Sandra Maria Oliveira de.
Desenvolvimento de um *biofeedback* pressórico *wireless* para uso nos distúrbios do assoalho pélvico / Sandra Maria Oliveira de Santana. - 2019.
67 folhas, il. e abr.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Emmanuel de Souza.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, 2019.
Inclui Referências e Apêndices.

1. Engenharia Biomédica. 2. *Biofeedback*. 3. Fisioterapia uroginecológica. 4. Assoalho pélvico. I. Souza, Ricardo Emmanuel de (Orientador). II. Título.

UFPE

610.28 CDD (22. ed.)

BCTG/2019-145

SANDRA MARIA OLIVEIRA DE SANTANA

**DESENVOLVIMENTO DE UM BIOFEEDBACK PRESSÓRICO *WIRELESS* PARA
USO NOS DISTÚRBIOS DO ASSOALHO PÉLVICO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Aprovada em: 23 /05/ 2018.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr Ricardo Emmanuel de Souza (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Wellington Pinheiro dos Santos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profª. Drª Andrea Lemos Bezerra de Oliveira (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esta Dissertação a minha filha **Natacha Correia**, ao meu esposo **Edvaldo Correia**, a meu filho de coração **Juliano Cavalcante** e aos meus pais **Maria José** e **José Ladislau**, pelo amor incondicional e constante incentivo.

AGRADECIMENTOS

Inicio meus agradecimentos por DEUS, já que Ele colocou pessoas tão especiais ao meu lado, sem as quais certamente não teria dado conta!

A meus pais, **José Ladislau** e **Maria José**, meu infinito agradecimento. Sempre acreditaram em minha capacidade e me acharam A MELHOR de todas, mesmo não sendo. Isso só me fortaleceu e me fez tentar, não ser A MELHOR, mas a fazer o melhor de mim. Obrigada pelo amor incondicional!

Ao meu querido esposo, **Edvaldo Correia**, por ser tão importante na minha vida. Sempre ao meu lado, me pondo para cima e me fazendo acreditar que posso mais do que imagino. Devido ao seu companheirismo, amizade, paciência, compreensão, apoio, alegria e amor, este trabalho pôde ser concretizado. Obrigada por ter feito do meu sonho o nosso sonho!

À minha filha **Natacha Correia** que, durante o período do mestrado, esteve tão próxima (literalmente) de mim, que foi tão presente no desenvolvimento deste trabalho e que, agora, me inspira a querer ser mais do que fui até hoje!

À minha irmã, **Alessandra Santana**, meu agradecimento especial, pois, a seu modo, sempre se orgulha de mim e confia em meu trabalho. Obrigada pela confiança!

À minha amiga e companheira de trabalho **Mariana Durval** pela força ao atender meus pacientes durante o processo do mestrado além de me ajudar no projeto, por só querer o meu bem e me valorizar tanto como pessoa. Obrigada pela amizade!

Ao Prof. **Ricardo Emmanuel**, é claro, que acredita em meu potencial de uma forma a que eu não acreditava ser capaz de corresponder. Sempre disponível e disposto a ajudar, querendo que eu aproveitasse cada segundo dentro do mestrado para absorver algum tipo de conhecimento. Me fez enxergar que existe mais do que pesquisadores e resultados por trás de uma dissertação: existem vidas humanas. Você não foi somente orientador, mas, em alguns momentos, conselheiro, confidente pai e amigo. Você foi, e sempre será, referência profissional e pessoal para meu crescimento. Obrigada por estar ao meu lado e acreditar tanto em mim!

A todos os pacientes da **SS fisioterapia** que participaram espontaneamente deste trabalho. Por causa deles é que esta dissertação se concretizou. Vocês merecem meu eterno agradecimento!

Aos meus amigos do mestrado, pelos momentos divididos juntos, especialmente **Pedro Vitor**, **Poliana Paz** e **Bruna Rocha**, que se tornaram verdadeiros amigos e tornaram mais leve meu trabalho. Aos poucos nos tornamos mais que amigos. Obrigada por dividir comigo as angústias e alegrias e ouvirem minhas bobagens. Foi bom poder contar com vocês!

Finalmente, gostaria de agradecer à **Universidade Federal de Pernambuco - UFPE** por abrir as portas para que eu pudesse realizar este sonho que era a minha DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. Proporcionaram-me mais que a busca de conhecimento técnico e científico, mas uma LIÇÃO DE VIDA.

Ninguém vence sozinho... OBRIGADA A TODOS!

RESUMO

A fisioterapia uroginecológica vem conquistando espaço no tratamento dos distúrbios do Assoalho Pélvico (AP), comprovando ser uma terapêutica eficaz. Entre os novos recursos terapêuticos está o *Biofeedback* (BF) que surgiu em 1951 sob a influência de Arnold Kegel. O BF é um método de reeducação que utiliza retroalimentação externa como meio de aprendizagem. É definida como a conscientização perineal que irá proporcionar ao paciente a capacidade de manipular as respostas eletrofisiológicas dos Músculos do Assoalho Pélvico (MAP) baseada em sinais auditivos e visuais. Com o objetivo de proporcionar a facilitação das contrações voluntárias do AP, o BF tem sua aplicabilidade junto a outras técnicas reeducativas, sendo sugerido como uma ferramenta para ensinar o exercício corretamente, modificando respostas inadaptadas e proporcionando um treinamento cognitivo da musculatura perineal. O presente trabalho objetivou projetar e construir um *Biofeedback* pressórico *wireless*. A metodologia adotada: i) um estudo do BF *pressórico*, ii) o projeto de um BF *pressórico wireless*, iii) a prototipagem de laboratório, iv) os testes de laboratório, v) a calibração do BF *pressórico wireless*, usando como referência um BF *pressórico* e vi) os testes clínicos com voluntários. Os experimentos clínicos foram realizados em um estabelecimento de saúde (Clínica), na cidade do Recife, por amostra de conveniência. A população estudada fora paciente com diagnóstico de Incontinência urinária por esforço. O desempenho geral do sistema foi avaliado por meio de experimentos específicos para o Assoalho Pélvico. As pacientes realizaram testes com exercícios cinesioterápicos para o assoalho pélvico, pulando no *jump*, subindo e descendo no *step*, fazendo agachamento no *Bozur*, pulando corda e caminhando em pequena distância e todos os exercícios foram realizados com contração do assoalho pélvico. Contudo, deve-se ressaltar que tais experimentos tiveram como objetivo verificar o desempenho do sistema *hardware/software*, seu uso sem conexões físicas (*wireless*) e a comparação do *Biofeedback* *pressórico* com o *Biofeedback* *pressórico wireless*. Os diversos exercícios realizados permitiram concluir que o protótipo produzido o *Biofeedback* *pressórico wireless* apresentou desempenho conforme especificado, é de fácil operação e também mais seguro e confortável que o equipamento *pressórico*.

Palavras-chave: *Biofeedback*. Fisioterapia uroginecológica. Assoalho pélvico.

ABSTRACT

Urogynecological physiotherapy has been gaining ground in the treatment of pelvic floor (PK) disorders, proving to be an effective therapy. Among the new therapeutic resources is the Biofeedback (BF) that emerged in 1951 under the influence of Arnold Kegel. BF is a re-education method that uses external feedback as a means of learning. It is defined as perineal awareness that will provide the patient with the ability to manipulate the electrophysiological responses of Pelvic Floor Muscles (PAM) based on auditory and visual cues. In order to facilitate the facilitation of PA voluntary contractions, BF has its applicability with other reeducational techniques and is suggested as a tool to teach exercise correctly, modifying inappropriate responses and providing a cognitive training of the perineal musculature. The present work aimed at designing and constructing a Biofeedback *wireless* pressure device. The methodology adopted was: i) a study of BF pressor wire, ii) design of a *wireless* pressure BF, iii) laboratory prototyping, iv) laboratory tests, v) calibration of *wireless* BF using reference a BF wired and vi) clinical trials with volunteers. The clinical experiments were performed at a health care facility (Clinic), in the city of Recife, by convenience sample. The study population was a patient with a diagnosis of stress urinary incontinence. Overall performance of the system was assessed through specific experiments for the Pelvic Floor. Patients underwent kinesiotherapeutic exercises for the pelvic floor, jumping on the jump, up and down the step, squatting on the Bozur, jumping rope and walking a short distance, and all exercises were performed with pelvic floor contraction. However, it should be emphasized that such experiments had as objective to verify the performance of the hardware / software system, its use without physical connections (*wireless*) and the comparison of the traditional Biofeedback with the blood pressure biofeedback. The different exercises performed allowed us to conclude that the prototype produced the *Wireless* Pressure Biofeedback presented performance as specified, is easy to operate and also safer and more comfortable than traditional equipment.

Keywords: Biofeedback. Urogynecologic physiotherapy. Pelvic floor.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Comparação anatômica da pelve masculina e feminina.....	16
Figura 2-	Diferença dos ligamentos pélvico masculino e feminino.....	17
Figura 3 -	Função da musculatura do Assoalho Pélvico.....	18
Figura 4-	Músculos responsáveis por fechar os tratos urogenital e intestinal.....	19
Figura 5-	<i>Biofeedback</i> pressórico e seus acessórios.....	25
Figura 6-	Diagrama de bloco <i>Biofeedback</i> pressórico.....	26
Figura 7-	Imagem do programa de treinamento do AP com <i>Biofeedback</i> pressórico.....	28
Figura 8 -	Paciente em uma sessão com <i>Biofeedback</i> pressórico.....	29
Figura 9 -	Esquema ilustrando um <i>Biofeedback</i> pressórico <i>wireless</i> e seus acessórios.....	30
Figura 10-	Montagem do protótipo do módulo emissor de laboratório.....	37
Figura 11 -	Diagrama eletrônico do módulo emissor.....	38
Figura 12 -	Montagem do protótipo do módulo receptor de laboratório.....	40
Figura 13 -	Diagrama eletrônico do módulo receptor	41
Figura 14 -	Fluxograma do código do módulo emissor.....	42
Figura 15 -	Fluxograma referente ao código do módulo receptor.....	43
Figura 16 -	Fantoma de Cavidade Vaginal com a sonda pressórica	45
Figura 17 -	Fantoma de Cavidade Vaginal aberto com a sonda pressórica.....	45
Figura 18 -	Fantoma sem o apoio com a sonda.....	46
Gráfico 1 -	Comparação entre os valores de pressão obtidos no <i>Biofeedback</i> pressórico e no <i>wireless</i> , após calibração.....	47
Figura 20 -	<i>Biofeedback</i> pressórico <i>wireless</i>	50
Gráfico 2 -	Avaliação do protótipo pelas pacientes.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS

AP	Assoalho pélvico
UI	Incontinência Urinária
IF	Incontinência fecal
OMS	Organização Mundial de Saúde
MAP	Músculos do Assoalho Pélvico
BF	<i>Biofeedback</i>
DTUI	Disfunção do Trato Urinário Inferior
SDO	Síndrome da Defecação Obstrutiva
TV	Treinamento Vesical
IMC	Índice de Massa Corporal
IUE	Incontinência Urinária de Esforço
IUU	Incontinência Urinária de Urgência
IUM	Incontinência Urinária Mista
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
ICS	Sociedade Internacional de Continência
kPa	Kilo pascal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1	ANATOMIA E FISIOLOGIA DO ASSOALHO PÉLVICO	16
2.2	CAUSAS DA INCONTINÊNCIA URINÁRIA	21
2.3	TIPOS DE INCONTINÊNCIA URINÁRIA	21
2.4	CAUSAS DA INCONTINÊNCIA FECAL	22
2.5	PROCEDIMENTOS EXISTENTES PARA TRATAMENTO DA IU E IF	22
3	FISIOTERAPIA VIA BIOFEEDBACK PRESSÓRICO	24
4	DESCRIÇÃO DA TERAPÊUTICA COM O BIOFEEDBACK PRESSÓRICO	27
5	PROPOSTA DE UM BIOFEEDBACK PRESSÓRICO WIRELESS PARA TRATAMENTO NOS DISTÚRBIOS DO ASSOALHO PÉLVICO	29
6	OBJETIVOS	31
6.1	GERAL	31
6.2	ESPECÍFICOS	31
7	METODOLOGIA	32
7.1	PESQUISA DE CAMPO	32
7.2	POPULAÇÃO E AMOSTRA	32
7.2.1	Critérios de inclusão	32
7.2.2	Critérios de exclusão	33
7.3	PROCEDIMENTO E INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS	33
7.4	ANÁLISE DOS DADOS	33
8	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
8.1	DESENVOLVIMENTO DO DISPOSITIVO	34
8.1.1	Hardware	34
8.1.1.1	Módulo Emissor	35
8.1.1.2	Módulo Receptor	39
8.1.2	Software	42
8.1.2.1	Fluxograma do módulo Emissor	42
8.1.2.2	Fluxograma do módulo Receptor	43
8.1.3	Calibragem	44
8.2	DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO BIOFEEDBACK WIRELESS (PROTOCOLO DE ATENDIMENTO)	48
8.3	COMPARAÇÃO ENTRE BIOFEEDBACK PRESSÓRICO E PRESSÓRICO WIRELESS: RELATO DOS PACIENTES	51
9	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS	55
	APENDICE A CUSTO DO DESENVOLVIMENTO DOS PROTÓTIPOS	59
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO	60

APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO TCLE BASEADO NAS DIRETRIZES CONTIDAS NA RESOLUÇÃO CNSN° 466/2012, MS	61
APÊNDICE D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA	63
APÊNDICE E – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE	64
APÊNDICE F - CÓDIGO BIOFEEDBACK PRESSÓRICO WIRELEES EMISSOR	65
APÊNDICE G - CODIGO BIOFEEDBACK PRESSÓRICO WIRELEES RECEPTOR	66

1 INTRODUÇÃO

O ser humano está constantemente recebendo estímulos variados, sejam eles externos bioquímicos ou psicológicos. Para se adaptar a tais situações, o organismo humano possui um conjunto de estratégias para controlar o seu equilíbrio interno. Falhas nestes controles podem levar a distúrbios internos ou a importantes problemas de saúde (FULLER, 1977). Nas doenças do Assolho Pélvico (AP) feminino incluem-se os prolapso genitais, a incontinência urinária (IU), a incontinência fecal (IF), a obstipação intestinal e os distúrbios da defecação (BEZERRA et al., 2001). A IU no homem está relacionada com a idade e com alterações na próstata. A principal causa é a lesão iatrogênica dos esfíncteres urinários durante a cirurgia para tratamento do câncer da próstata (CARRERETTE; DAMIÃO, 2010).

De acordo, com a Organização Mundial de Saúde (2009), IU aflige mais de 200 milhões de pessoas em todo o mundo, sendo considerado um problema de saúde pública. A IU é uma condição extremamente desconfortável, chegando a afetar até 50% das mulheres em alguma fase de suas vidas. Essas mulheres tornam-se abatidas e irritadas, o que reduz sua confiança, ocasionando isolamento social e receio de se expor em ambientes públicos, podendo gerar situações indesejáveis e constrangedoras, devido à perda de urina. A incidência deste problema está sendo subestimada, uma vez que muitas mulheres não procuram tratamento e apenas 59% dos pacientes do sexo feminino que apresentam IU procuraram ajuda médica (BERLEZI et al., 2011; GUARISI et al., 2001; ZAIN DAN; SILVA, 2014; ZANETTI et al., 2007).

Para pacientes submetidos à prostatectomia radical, a IU pós-operatória pode ter um efeito significativo na qualidade de vida. No entanto, os pacientes que sofrem de IU persistente são mais difíceis de tratar. Embora a IU não apresente risco de vida, pode ter implicações médicas, sociais, psicológicas e econômicas graves, prejudicando assim a qualidade de vida dos pacientes (ZAIN DAN; SILVA, 2014).

Em números absolutos, o câncer de próstata é o sexto mais comum do mundo e o mais prevalente entre os homens, representando cerca de 10% de todos os cânceres. Sua incidência é aproximadamente seis vezes maior nos países desenvolvidos quando comparada aos países em desenvolvimento. De acordo com diversos autores, a prostatectomia radical é o mais antigo e eficaz procedimento cirúrgico para tratamento do câncer de próstata. No entanto, essa cirurgia apresenta várias consequências e complicações, entre as quais a IU, que é a que causa mais problemas e desconforto para o paciente. Os pacientes que realizam a cirurgia, podem ter uma

melhora em períodos curtos após o procedimento cirúrgico, porém alguns mantêm-se com os sintomas persistentes (KUBAGAWA et al., 2006; ZAIN DAN; SILVA, 2014).

Além da IU, a Incontinência Fecal (IF) é outro fator que resulta em deficiência física e psicológica significativa, envolvendo mecanismos complexos e multifatoriais. Geralmente é definida como a perda involuntária de fezes sólidas e líquidas, com ou sem emissão de flatos. É considerado um problema comum de saúde, que afeta mais de 1% dos adultos, sendo um sintoma particularmente embaraçoso e socialmente inaceitável, e muitas dessas pessoas não procuram ajuda profissional. Destaca-se que o sintoma individual de cada pessoa deve ser formalmente investigado, mas a experiência clínica sugere que a IF tem um grande impacto negativo na saúde e estilo de vida física e psicológica, com restrição social severa em muitos casos (SUELEN et al., 2014; WOODWARD; NORTON; CHIARELLI, 2010).

A função normal dos Músculos do Assoalho Pélvico (MAP) pode ser definida como a habilidade de realizar uma contração normal, forte e involuntária, resultando em um fechamento circular da vagina, uretra e ânus (PINHEIRO et al., 2012).

Quando as funções desses MAP estão comprometidas, sugere-se o tratamento cirúrgico ou conservador. Dentre as modalidades conservadoras estão a medicamentosa e a fisioterapêutica. Os recursos utilizados na Fisioterapia incluem exercícios para os MAP, *Biofeedback* (BF), eletroestimulação, cones vaginais e treinamento vesical. Na prática clínica, o tratamento dos MAP é o mais comum para IU, pois ele tem um custo baixo, não invasivo, eficaz e não apresenta efeitos colaterais (GUERRA et al. 2014; KNORST et al., 2012; JUNIOR et al., 2008).

Com o objetivo de auxiliar na facilitação das contrações voluntárias do AP, o BF tem sua aplicabilidade junto com outras técnicas reeducativas, sendo sugerido como uma ferramenta para ensinar o exercício corretamente, modificando respostas inadequadas e proporcionando um treinamento cognitivo da musculatura perineal (CHIARAPA; CACHO; ALVES, 2007).

Entretanto, a utilização do *Biofeedback* com os exercícios para o MAP na prática fisioterapêutica apresenta algumas dificuldades em sua realização. Exemplo disso são os exercícios antigravitacionais, como os realizados com o paciente em pé, sentado ou em marcha. Esses exercícios são importantes, visto que são executados em posições funcionais da vida diária, mas as conexões a fio entre a sonda e o aparelho muitas vezes impedem a mobilidade destes pacientes, prejudicando a efetividade da terapia.

Nesse contexto, este projeto teve o objetivo de construir um *Biofeedback* pressórico *wireless*, para facilitar os exercícios cinesioterápicos durante o tratamento das disfunções do Assoalho Pélvico, levando em consideração a necessidade de suprir os problemas gerados em

posições antigravitacionais. Desta forma, além da melhoria na eficácia no tratamento de pacientes acometidos de IU e IF, outro aspecto referente à relevância social do estudo será atingida, uma vez que seu resultado poderá contribuir consideravelmente para a melhoria no processo paciente/tratamento, especialmente nas relações fisioterapeuta/protocolo de tratamento.

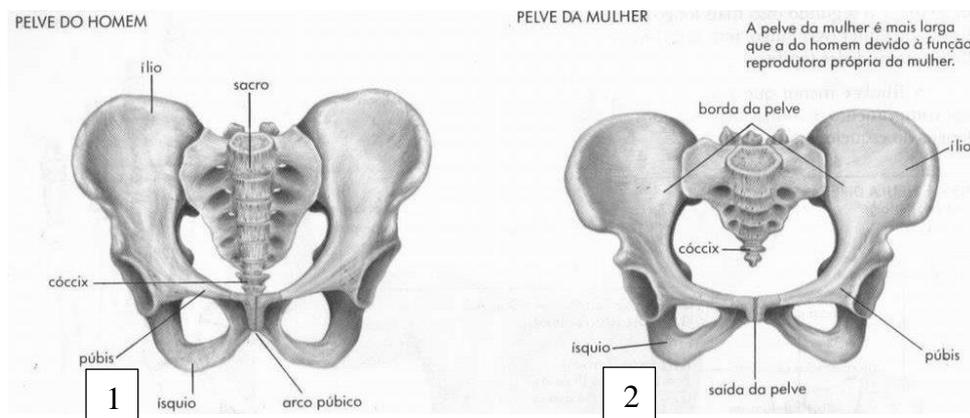
2 REVISÃO DA LITERATURA

O peso dos órgãos internos incide nos mamíferos quadrúpedes, principalmente sobre a musculatura abdominal, enquanto a função dos músculos do seu AP se resume essencialmente em “mover a cauda”. A marcha ereta do ser humano exigiu, ao longo da evolução, que ele se adaptasse à estática de um animal “bípede”, no qual a maioria da carga recai sobre a musculatura do AP. Essa musculatura é obrigada, além disso, a assegurar as demais funções, exigindo adaptações que podem dar origem a complicações (HENSCHER, 2007).

2.1 ANATOMIA E FISILOGIA DO ASSOALHO PÉLVICO

A pelve é uma estrutura em formato de bacia formada pelos ossos sacro, púbis, ílio, ísquio, os ligamentos que interconectam esses ossos e os músculos que recobrem suas superfícies internas. O conjunto desses ossos e músculos que ocupam a base desse anel tem o formato de uma bacia. A cavidade inferior da bacia liga-se ao Assoalho Pélvico, sendo que este se fixa às paredes pélvicas. A estrutura óssea é inalterada e o desenho dos ossos pélvicos forma duas cavidades: a superior, maior e mais rasa, correspondendo à falsa pelve, que contém os órgãos abdominais; e a inferior, menor e mais profunda, corresponde à pelve verdadeira, que abriga a bexiga, parte dos ureteres e o sistema genital, além da porção final do tubo digestivo a qual é limitada posteriormente pelo sacro e cóccix, lateralmente pelos ossos ilíacos e anteriormente pelo púbis (Figura 1) (BARACHO, 2007; STRANDING, 2008).

Figura 1 - Comparação anatômica da pelve masculina e feminina.



Fonte: Adaptado de radiologiapatologicablog.wordpress.com/2017.

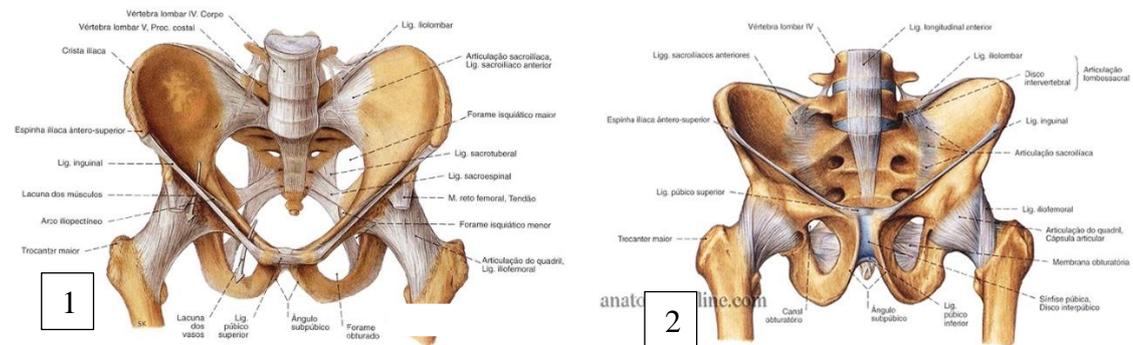
LEGENDA:

1 – Cóccix masculino maior e próximo do púbis.

2 – Cóccix feminino menor e distante do púbis.

A bexiga, o útero e o reto estão localizados na cavidade pélvica. Estão envolvidos por um tecido músculo-fibroso que os suporta e os conecta à parede da pelve. A forma dos órgãos pélvicos é definida pela ação sinérgica dos ossos, músculos, ligamentos e tecido conjuntivo que os sustentam. Os ligamentos e fâscias têm a função de estabilizar e suspender os órgãos pélvicos, mantendo-os em sua forma anatômica correta, sendo mais solicitados quando há o aumento da pressão intra-abdominal. Cabe aos músculos a função de sustentação destas estruturas ao repouso (Figura 2) (RAMOS, 2014).

Figura 2 - Diferença dos ligamentos pélvico masculino e feminino.



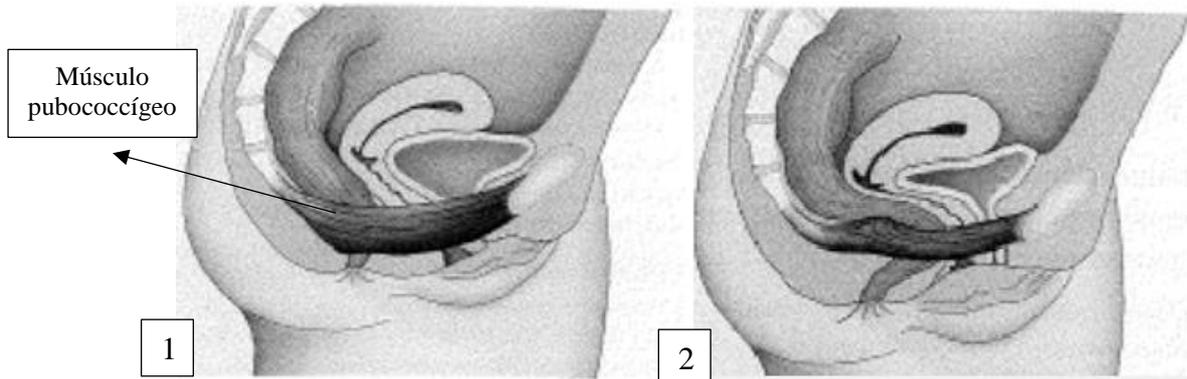
Fonte: Adaptado de www.anatomiaonline.com/articulacoes-membro-inferior/2015.

LEGENDA:

- 1 – Pelve Feminina.
- 2 – Pelve Masculina

As fibras musculares do elevador do ânus formam uma rede de sustentação importante para manter a continência urinária, que se conectam às fâscias endopélvicas e circulam a vagina e a porção distal da uretra, esticando-a em direção ao púbis e apertando-a contra a fâscia e contra a parede vaginal durante a contração muscular, mantendo, assim, a luz do canal uretral fechada (Figura 3) (OLIVEIRA; RODRIGUES; PAULA, 2007).

Figura 3 - Função da musculatura do Assoalho Pélvico.



Fonte: Adaptado de HENSCHER, 2007.

LEGENDA:

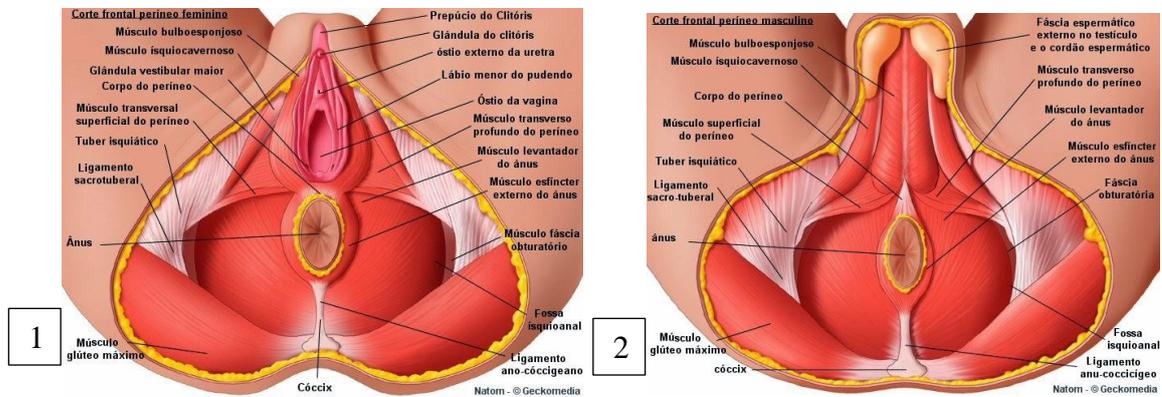
- 1 - Músculo pubococígeo em repouso.
- 2 - Músculo pubococígeo em contração.

O músculo elevador do ânus é o principal componente do diafragma principal pélvico a sua anatomia, se divide nos músculos coccígeo, iliococígeo, pubococígeo e puborretal. O músculo pubococígeo é denominado de músculo pubovisceral, pois se liga ao púbis e circunda em forma de arco os colos distais dos órgãos que se exteriorizam no períneo; ao circundar a bexiga, é denominado músculo puboversical; a uretra, de músculo pubouretral; a vagina músculo pubovaginal; e o reto, músculo puborretal. O músculo transverso profundo do períneo é caracterizado pelo diafragma urogenital (BEZERRA, 2001; OLIVEIRA; RODRIGUES; PAULA, 2007).

Os ligamentos mais importantes na fixação dos órgãos pélvicos são o pubocervical, o cardinal, o pubovesical, o uterosacral e o pubouretral. Entre esses músculos citados, os mais importantes são pubovesical e o pubouretral pois são responsáveis pela sustentação do colo vesical e uretra (BEZERRA, 2001).

Segundo Moreira e de Arruda (2010) o músculo levantador do ânus é adaptado para manter o tônus por períodos prolongados, assim como para resistir a ascensões repentinas em pressão intra-abdominal, como, por exemplo, ao tossir, espirrar ou correr. Isto se dá devido ao fato de possuir dois tipos de fibras musculares, tipo I (contração lenta) e tipo 2 (contração rápida).

Figura 4 - Músculos responsáveis por fechar os tratos urogenital e intestinal.



Fonte: Adaptado de uroginecologia.facafisioterapia.net/2017/06/cones-vaginais-no-fortalecimento-do.html

LEGENDA:

- 1 – Assoalho pélvico feminino.
- 2 – Assoalho pélvico masculino.

Por ser uma região pouco explorada principalmente entre as mulheres, que não tem o hábito de conhecer o próprio corpo, o períneo se torna flácido devido a inatividade muscular (RAMOS; OLIVEIRA, 2010).

A função urológica e intestinal tem sua fisiologia inter-relacionada, influenciando a manipulação dos distúrbios que podem afetar os sistemas de órgãos. Em um resumo simples, bexiga e cólon distal têm a mesma função fisiológica de armazenamento e eliminação de urina, respectivamente, estimuladas por volume e pressão (MALYKHINA et al., 2012).

A Disfunção do Trato Urinário Inferior (DTUI) apresenta-se por alteração na funcionalidade normal da micção. A fisiologia da micção é coordenada entre a bexiga, uretra e o complexo esfinteriano sob o controle do sistema nervoso autônomo, somático e central. A urina depois de produzida pelos rins é enviada para a bexiga onde é armazenada. O enchimento vesical ocorre sob baixa pressão, com o estímulo simpático, prevenindo a perda urinária através do colo vesical. Durante a fase de esvaziamento, há relaxamento do colo vesical e também do esfíncter uretral, ao mesmo tempo há uma contração do músculo detrusor e expulsão da urina da bexiga. Quando ocorre disfunção no ciclo normal da micção surge a DTUI (VASCONCELOS, 2013; MACHADO; FONSECA, 2017; OLIVEIRA; RODRIGUES; PAULA, 2007).

A Incontinência Urinária é um sintoma determinado como qualquer perda de urina involuntária. Não é considerada como um processo normal do envelhecimento, apesar, de sua prevalência aumentar com a idade atingindo de 15-30% dos idosos de comunidade e metade daqueles institucionalizados. A maior frequência é em mulheres (2:1) em relação aos homens, mas a partir dos 80 anos de idade essa porcentagem se torna igual em ambos os sexos. Apesar de sua alta prevalência na população idosa, somente metade procura tratamento. Sendo assim, uma condição depreciada na saúde do indivíduo idoso, acarretando um alto impacto econômico, social, psicológico e médico nessa população. Sob esse aspecto, a IU pode ser a causa da perda da autoestima, isolamento social, piora do status funcional, dependência de cuidadores, depressão e encaminhamento à instituição de longa permanência. Esses fatores estão relacionados com dermatite de contato, úlcera de pressão, infecção do trato urinário, quedas e fraturas. A importância do diagnóstico e tratamento precoce da IU, reduz o impacto negativo que gera nessa população, levando a uma melhor qualidade de vida (AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR, 2011).

Nos distúrbios fecais, o ciclo vicioso da constipação, desenvolvido após episódio de evacuação dolorosa com fezes endurecidas e retenção fecal voluntária é considerada por vários autores como fator desencadeante primordial da constipação (MOREIRA; DE ARRUDA, 2010).

Entre as principais causas da constipação, está a Síndrome da Defecação Obstruída (SDO) que é ocasionada por disfunção dos músculos responsáveis pela eliminação e pela anormalidade anatômica dos órgãos pélvicos. O principal motivo funcional proposto para SDO é o anismo. O anismo inclui cerca de 15-50% dos casos de constipação crônica com base em critérios diagnósticos. Alguns dos sintomas do anismo incluem esforço excessivo, defecação incompleta, defecação difícil e incompleta com grandes intervalos de tempo (ANARAKI et al. 2017).

Se os músculos do Assolho Pélvico estiverem fracos, seja por disfunções pós-operatório, pós-parto ou disfunções neuromusculares, exercícios e atividades que aumentam a pressão intra-abdominal podem ser prejudiciais para o períneo. O períneo faz parte do sistema de sustentação, é responsável pela transferência do peso do tronco para os membros inferiores. A maioria dos exercícios físicos leva à ação negativa da contração abdominal sobre o períneo. Dificilmente encontraremos um exercício que não tenha ação sobre esses músculos. Com o treino, podemos programar uma pré-contração da musculatura do períneo sempre que realizarmos uma ação que aumente a pressão intra-abdominal (RAMOS, 2014).

2.2 CAUSAS DA INCONTINÊNCIA URINÁRIA

O dano causado ao Assolho Pélvico pode ter inúmeros fatores (JUNIOR, 2008) ao pesquisar os principais riscos de desenvolvimento de IU, elegeu as principais causas listadas abaixo:

- ✓ Gravidez e parto: Episiotomia, extração a vácuo, peso do bebê e ruptura do esfíncter, aumentam o risco em 3,8 vezes de IU de esforço na primeira gestação, em 5 anos pós-parto e de 4,5 vezes em 6 semanas pós-parto.
- ✓ Histerectomia e outros fatores ginecológicos: Em mulheres acima de 60 anos a histerectomia está associada ao desenvolvimento de IU.
- ✓ Fatores urológicos e gastrointestinais, sendo a infecção urinária recorrente um fator independente para IU de urgência e mista.
- ✓ Fumo, álcool e cafeína.
- ✓ Medicções de comprovada relação com a IU são: Diuréticos, estrógeno, benzodiazepínicos, antidepressivos, hipnóticos, laxativos e antibióticos.
- ✓ Doenças associadas: Duas ou mais doenças aumentam em 4,38 vezes a chance de IU, assim como baixo status de saúde, principalmente com IU mista; sendo diabetes, hipertensão arterial, distúrbios cognitivos, Parkinson, artrite e doenças pulmonares obstrutivas crônicas as mais relacionadas.
- ✓ Raça: Mulheres brancas apresentam maiores taxas de IU moderada e severa, assim como altas taxas de IU de esforço e mista.
- ✓ Índice de massa corporal (IMC): Quanto maior o IMC maior a relação com a IU.
- ✓ Status funcional: Mulheres com restrições de movimento de tronco apresentam maior IU.

2.3 TIPOS DE INCONTINÊNCIA URINÁRIA

Existem diversos tipos de incontinência urinária. Abaixo estão listados os principais tipos, de acordo com Dos Reis et al. (2003), Oliveira, Rodrigues e Paula (2007) e Junior (2008)

- ✓ Incontinência Urinária de Esforço (IUE) é a perda involuntária de urina ao realizar esforço, tosse ou espirro.
- ✓ Incontinência Urinária de Urgência (IUU) é a perda involuntária de urina precedida por uma urgência urinária.

- ✓ Incontinência Urinária Mista (IUM) é a perda involuntária de urina associada ao esforço e à urgência.

2.4 CAUSAS DA INCONTINÊNCIA FECAL

Segundo Palma; Berghmans; Seleme (2014) a incontinência fecal, não surge decorrente de uma causa única, mas sim de diversas causas:

- ✓ Desordens colorretais: Flacidez esfínteriana devido a inúmeras causas, hemorroidas de alto impacto, prolapso de reto, tumores de reto ou canal anal.
- ✓ Desordens da mobilidade intestinal: Constipação, diarreia (doença inflamatória intestinal, drogas, etc.) e imobilidade (acamados).
- ✓ Desordens neurogênicas: Neurônio motor inferior, lesões medulares, cerebrais e arco reflexo alterado.
- ✓ Desordens congênitas.
- ✓ Desordens traumáticas: Obstétrica, acidente, cirúrgico e trauma ao nascimento.

2.5 PROCEDIMENTOS EXISTENTES PARA TRATAMENTO DA IU E IF

Atualmente, são conhecidos diversos procedimentos para o tratamento das incontinências urinária e fecal, dentre eles podemos destacar:

- ✓ **Cinesioterapia:** A maior vantagem da cinesioterapia é que não apresenta efeitos colaterais e não impede outros tratamentos simultâneos. O principal objetivo é restaurar, quando possível, a função do Assoalho Pélvico, melhorando os mecanismos de fechamento uretral, vesical e anal através de alterações musculares e ligamentares. Entretanto, a dificuldade desse tipo de tratamento ocorre, muitas vezes, devido à incapacidade das pacientes em diferenciar corretamente os músculos do Assoalho Pélvico. Durante os exercícios elas promovem contrações indesejáveis de musculaturas que não fazem parte do AP, tais como o reto abdominal, glúteo máximo e adutor da coxa (BARACHO, 2007, OLIVEIRA; RODRIGUES; PAULA, 2007).
- ✓ **Treinamento Vesical:** O objetivo do Treinamento Vesical (TV) é adquirir o controle da bexiga pela anulação das contrações detrusoras involuntárias. O treinamento ocorre através do aumento da inibição vesical por mecanismo de *feedback* (contração da musculatura pélvica e perineal), aumento do volume e dos intervalos do esvaziamento,

com conseqüente redução da frequência miccional, e melhoria do padrão de micção (TRUZZI; DAMBROS, 2009).

- ✓ **Eletroestimulação:** A eletroestimulação é uma modalidade de tratamento conservadora que vem sendo utilizada com resultados terapêuticos satisfatórios, como também indicada com objetivos analgésicos, em situações de dor pelvico-perineal. É um método simples, não oneroso, e o mais importante, sem efeitos colaterais. Porém, mulheres que utilizaram desse recurso apresentaram sintomas adversos, relatando dor, desconforto e apresentando infecções que foram caracterizadas como efeitos colaterais mínimos (CHIARAPA; CACHO; ALVES, 2007).
- ✓ **Cones Vaginais:** Quando os MAP estão enfraquecidos, a sensação de prazer pode diminuir, comprometendo o desejo sexual, a excitação e o orgasmo. Esse material, no entanto, é utilizado para fortalecimento muscular, tendo a possibilidade de sua rejeição pelas mulheres por acharem parecido com material de “*Sex shop*”, revelando questões profundas de repressão cultural. As poucas mulheres que, após insistência, aceitam usar os cones, expressam desaprovação ao constatar sua incapacidade em reter o objeto dentro da vagina, desestimulando-se com o tratamento (ETIENNE; WAITMAN, 2006).
- ✓ **Tratamento Farmacológico:** Embora o tratamento comportamental seja simples e barato, sua aceitabilidade é pequena. Sendo assim, o tratamento medicamentoso é o mais popular e o mais usado no mundo. Um grande número de drogas tem comprovada ação relaxante sobre a bexiga. O mecanismo de ação dessas drogas é produzir inibição da contratilidade do detrusor. Esses agentes podem ser divididos em anticolinérgicos, antiespasmódicos, antidepressivos, bloqueadores dos canais de cálcio e inibidores da síntese de prostaglandinas. Uma revisão sistemática demonstrou uma maior taxa de cura subjetiva ou de melhora, quando comparada com placebo, e uma melhora dos episódios de perda em 24 horas. O efeito adverso mais comum foi a boca seca (BARACHO, 2007; JUNIOR et al., 2008).
- ✓ **Tratamento Cirúrgico:** É reservado para os casos em que o tratamento conservador falhou em todas as suas formas (medicamentos, treinamento, eletroestimulação, etc.). Os índices de sucesso das modalidades de tratamento cirúrgico são pobres e incluem altos índices de complicação (BARACHO, 2007).

3 FISIOTERAPIA VIA BIOFEEDBACK PRESSÓRICO

Por meio de suas técnicas reeducativas, a fisioterapia vem conquistando espaço crescente no tratamento conservador dos distúrbios do AP, comprovando ser uma terapêutica eficaz. A fisioterapia uroginecológica faz uso de métodos e técnicas específicas não invasivas, valendo-se de resultados de pesquisas e de aperfeiçoamento de novos recursos, atuando diretamente na disfunção, com melhora significativa ou eliminação total do quadro, cujos efeitos colaterais conhecidos são poucos. Entre os recursos terapêuticos está o *Biofeedback* que surgiu em 1951 sob a influência de Arnold Kegel, sendo definido pela Sociedade Internacional de Continência (ICS – *International Continence Society*) como uma técnica que faz parte do processo de tratamento do paciente, e tem a capacidade de manipular a resposta de contração incorreta ou ausência de contração dos MAP, baseado em sinais auditivos, visuais e/ou verbais (ARRUDA et al., 2007; CHIARAPA; CACHO; ALVES, 2007).

O BF é um método de reeducação que utiliza retroinformação externa como meio de aprendizagem. Seu objetivo, por definição, é a conscientização perineal. Um sensor externo é utilizado para fornecer indicadores de processos corpóreos, normalmente com o propósito de mudar a qualidade da avaliação (BARBOSA et al., 2011; LOCKS et al., 2015; PINHEIRO, 2012).

A reabilitação do pavimento pélvico através de BF é uma técnica que usa sondas perianais associados a uma representação gráfica que mostra pronta e continuamente alguns dos seus eventos fisiológicos internos, normais e anormais, sob a forma de sinais visuais e/ou auditivos. Este é um dispositivo que mede, avalia e trata as disfunções neuromusculares. E avalia de forma eficiente os Músculos do Assoalho Pélvico monitorando a sua força muscular. Isso favorece principalmente o treinamento de relaxamento, conseqüentemente, melhorando a mobilidade, flexibilidade e coordenação muscular (LOCKS et al., 2015; SAGAE et al., 2012).

Segundo Pinheiro (2012), a dificuldade desse tipo de tratamento ocorre, muitas vezes, em função da incapacidade dos pacientes em distinguir corretamente os Músculos do Assoalho Pélvico, isto é, eles promovem contrações de outros músculos não relacionados tais como: o reto abdominal, o glúteo máximo e o adutor da coxa, mascarando ou inibindo a real contração dos MAP. O sucesso de um tratamento depende da motivação do paciente e da capacidade de compreender as instruções fornecidas pelo fisioterapeuta (SAGAE et al., 2012).

O BF pressórico capta a ativação pressórica dos MAP em milímetros de mercúrio. É um aparelho que apresenta um cabo que é conectado à sonda de pressão e introduzido no reto ou vagina para avaliar e tratar os MAP. Para o sucesso da terapia, é importante que os protocolos de tratamento apresentados sejam utilizados em todas as posturas, inclusive as antigravitacionais e que simulem situações de vida diária. Os testes de esforço e de relaxamento devem ser realizados nas diversas posturas durante a terapia, dando ao paciente, a noção exata do seu controle muscular e esfinteriano. Adicionalmente, no caso de aprendizado errôneo, não há melhora do controle vesical e o paciente perde o estímulo para realizar um tratamento potencialmente útil no futuro.

O BF pode melhorar os resultados por meio de processos de aprendizagem cognitiva, com seleção dos músculos pélvicos a serem fortalecidos. Por meio de registros obtidos a partir de sondas vaginais ou retais, o paciente observa em um monitor as reações musculares e sua intensidade. Dessa forma é estimulado a executar os exercícios corretamente (PALMA; BERGHMANS; SELEME, 2014).

Figura 5 - *Biofeedback* pressórico e seus acessórios.



Fonte: MAYER, 2012.

LEGENDA:

Console: que receberá as informações fornecidas pelo paciente através das contrações realizadas e, em seguida, reproduzirá numa tela de computador gráfico correspondente;

Sondas: que serão introduzidas no canal vaginal/anal para captação das contrações;

Eletrodos: para o trabalho de eletroestimulação;

Tubos: que são conectados entre a sonda e o console;

Cabos: utilizados para ligar o eletrodo e o console.

Figura 6- Diagrama de bloco *Biofeedback* pressórico.



Fonte: A autora, 2017.

4 DESCRIÇÃO DA TERAPÊUTICA COM O BIOFEEDBACK PRESSÓRICO

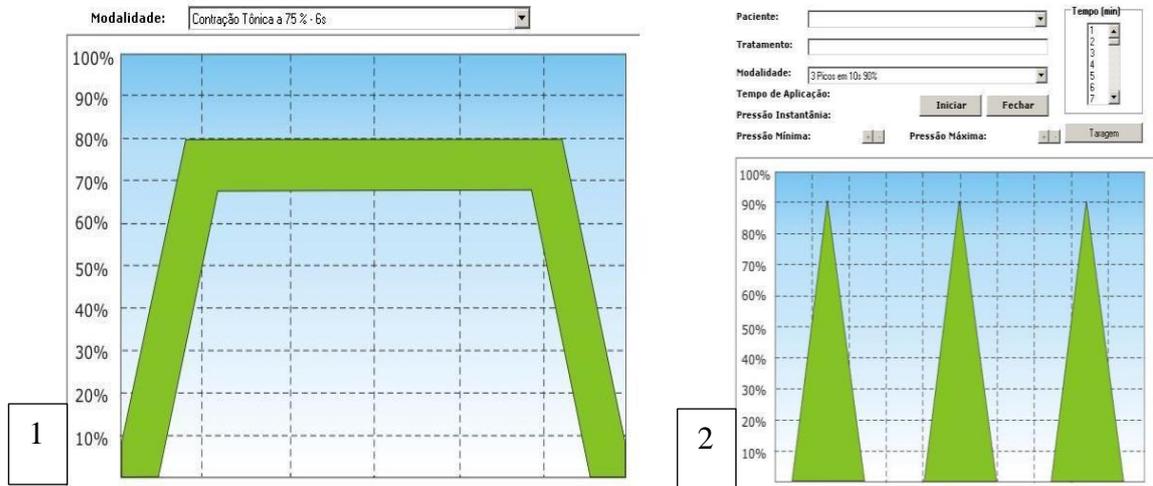
Sob orientação e supervisão do fisioterapeuta, o paciente é estimulado a realizar contração dos MAP como forma de tratamento das disfunções do AP e também aprendizagem. Essas contrações realizadas pelos MAP são representadas por um gráfico, o qual o profissional fisioterapeuta utiliza como base para entender o estado do controle e força da musculatura que o paciente possui, também estimulando e direcionando o paciente durante o exercício. Ao mesmo tempo que as contrações são apresentadas no computador através de gráficos, o paciente visualiza e controla sua força de contração para mais ou para menos de acordo com o protocolo de tratamento solicitado pelo fisioterapeuta.

O equipamento é composto por um console com vários componentes integrados, entre eles um sensor de pressão, no qual é acoplada uma sonda. Ao iniciar a sessão, o paciente é colocado numa maca em decúbito dorsal ou supina, com as pernas fletidas, auxiliado por um rolo abaixo dos joelhos. Logo em seguida, o fisioterapeuta recobre a sonda do BF com um preservativo não lubrificado, insere-a na região vaginal ou anal do paciente, depois a sonda é inflada em torno de 30mmHg com auxílio de uma seringa. Após a realização desse procedimento, é solicitado que o paciente fique em repouso por 2 min para que a sonda se adapte ao canal vaginal ou anal e à temperatura do ambiente. Em seguida ao procedimento, ajusta-se o aparelho de BF para fazer uma taragem (avaliar a contração máxima do paciente antes dos treinos para registro na memória do equipamento). O profissional pede para que o paciente realize contrações ao máximo, dessa forma gerando um valor da contração que poderá ser trabalhado com paciente sem que ele entre em fadiga precoce da musculatura.

Após a taragem realizada, será escolhido que tipo de fibra muscular será trabalhado e o tempo de duração da sessão. Geralmente, o tempo utilizado é de 20 minutos: 10 minutos para contração tônicas e 10 minutos para contração fásicas. Então, quando se trabalha contração tônica, é solicitado ao paciente que faça uma contração alcançando um pico de intensidade e sustentando-o por 10 segundos ou o máximo que conseguir, sem usar musculatura acessória. E logo em seguida 10 segundos de repouso para evitar a fadiga muscular, pois o objetivo é o fortalecimento e conscientização perineal. Após terminar o treino com as fibras tônicas, iniciará o treino das fibras fásicas, onde o paciente irá realizar contrações com pico de intensidade, e logo em seguida, relaxamento rápido (contração e relaxamento simultâneos). Na Figura 7 temos modelo de representação do programa instalado no aparelho do *Biofeedback* pressórico, no qual

a figura A mostra uma representação de terapia para contração tônica, e a Figura B mostra uma representação de terapia para contração fásicas.

Figura 7 - Imagem do programa de treinamento do AP com *Biofeedback* pressórico.



Fonte: Adaptado de LOIOL.

LEGENDA:

- 1 – Trabalho de contração tônica.
- 2 – Trabalho de contração fásica.

Após a realização do treino com *Biofeedback* são realizados exercícios antigravitacionais, como contrações enquanto sobe lances de escadas. Ao chegar no topo da escada o paciente a descerá também realizando contrações. Com o paciente sentado em uma cadeira (a cadeira tem que ter uma altura adequada para o paciente, permitindo que seus pés fiquem apoiados no chão), pede-se que ele se levante e fique de pé fazendo contrações do AP. Quando o paciente ficar de pé, deve realizar relaxamento perineal e, logo em seguida, será orientado a fazer a mesma coisa para sentar na cadeira. Um outro exercício importante é caminhar contraindo: pede-se ao paciente que caminhe pela sala fazendo contração do AP por 3 min; se ele perde o controle da contração, é orientado a parar, contrair e voltar a realizar caminhada com contrações. Todos esses exercícios, além de outros não mencionados, são realizados sem o BF pois as conexões do console com a sonda são curtas e atrapalham os exercícios, causando em alguns casos receio por risco de quedas, levando a exercícios e contrações incorretas, retardando o tratamento.

5 PROPOSTA DE UM BIOFEEDBACK PRESSÓRICO WIRELESS PARA TRATAMENTO NOS DISTÚRBIOS DO ASSOALHO PÉLVICO

Diante dos resultados satisfatórios do uso do BF pressórico para reabilitação no âmbito da fisioterapia, ressaltamos a importância de construir um *Biofeedback* pressórico *wireless*, para facilitar a conduta do fisioterapeuta e a comodidade do paciente durante as sessões de recrutamento dos MAP. Com o avanço tecnológico e a evolução do tratamento, o fisioterapeuta precisa adaptar protocolos que levem o paciente a realizar exercícios cinesioterápicos antigraavitacionais, que requerem mais mobilidade, tais como: subir e descer lances de escadas, sentar e levantar de uma cadeira, realizar caminhada, todos usando a sonda do BF introduzida na região do períneo.

Um outro aspecto refere-se à relevância social do estudo, uma vez que seu resultado poderá contribuir consideravelmente para a melhoria do processo paciente/tratamento, especialmente nas relações fisioterapeuta/protocolo de tratamento. Nesse contexto, este projeto descreve a importância do *Biofeedback* pressórico *wireless* para facilitar os exercícios cinesioterápicos durante o tratamento das disfunções do Assoalho Pélvico, melhorando a qualidade e o tempo do tratamento.

A Figura 8 mostra uma paciente durante uma sessão típica de fisioterapia na qual o equipamento de BF é utilizado. A paciente apresenta-se em posição supina, ou decúbito dorsal, numa maca, com as pernas fletidas, auxiliada por um rolo abaixo dos joelhos, pois a pelve tem que ficar em posição neutra.

Figura 8 - Paciente em uma sessão com *Biofeedback* pressórico.

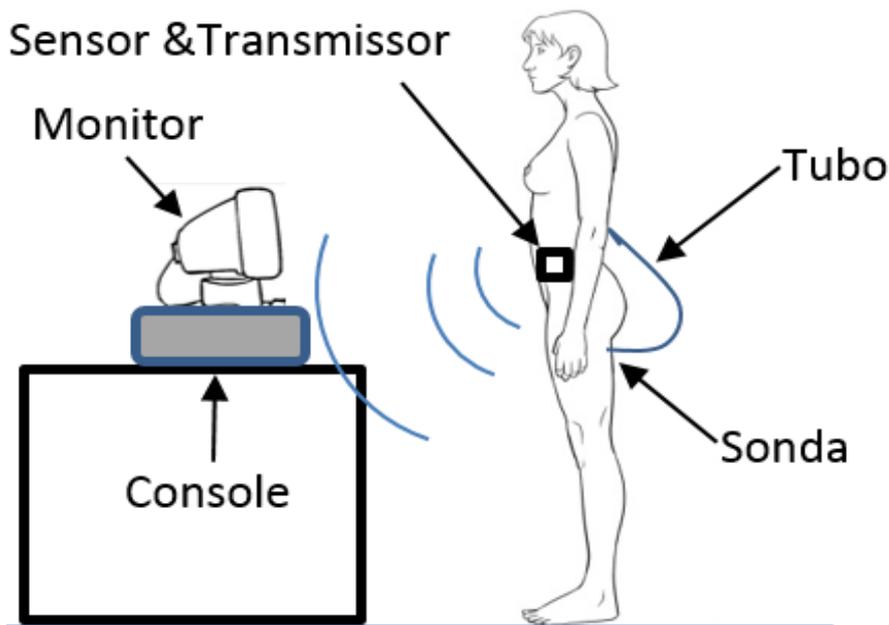


Fonte: A autora, 2017.

A Figura 9 mostra, de forma pictórica, como seria um *Biofeedback* pressórico *wireless*. O sistema é constituído por três partes: o módulo de medição, o módulo do console e o módulo de apresentação. O paciente carrega preso à cintura, utilizando um cinto, o módulo de medição,

que contém o sensor de pressão e o transmissor de dados. Dada a necessidade de transmissão de dados, entre este módulo e o console, a escolha mais conveniente é utilizar um microprocessador como núcleo desse módulo. Dessa forma, no módulo do console, a recepção dos dados, processamento e posterior envio para o módulo de apresentação das medições também requererá a utilização de um microprocessador.

Figura 9 - Esquema ilustrando um *Biofeedback* pressórico *wireless* e seus acessórios.



Fonte: A autora, 2017.

LEGENDA:

Sensor de transmissão: Enviará dados da contração para o console;

Console: que receberá as informações fornecidas pelo paciente através das contrações realizadas;

Monitor: reproduzirá um gráfico correspondente as contrações realizadas pelo paciente;

Sondas: que serão introduzidas no canal vaginal/anal para captação das contrações;

Tubos: que são conectados entre a sonda e o sensor de transmissão.

6 OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho será dividido em dois tópicos geral e específico, onde são descritos abaixo:

6.1 GERAL

Desenvolver um *Biofeedback* pressórico *wireless* para captação do sinal de pressão da musculatura do Assoalho pélvico.

6.2 ESPECÍFICOS

1. Desenvolver um sistema de *Biofeedback*, com conexão da sonda para o computador do tipo *wireless* através de um módulo emissor e receptor;
2. Desenvolver um protocolo de atendimento com um sistema *Biofeedback* pressórico *wireless*;
3. Comparar, através de questionário respondido pelos pacientes envolvidos, a utilização do *Biofeedback* pressórico com a utilização do sistema *wireless*.

7 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo experimental, descritivo e analítico, que se propôs a projetar e construir um *Biofeedback* pressórico *wireless*, para facilitar os exercícios cinesioterápicos durante o tratamento das disfunções do Assoalho Pélvico, levando em consideração a necessidade de solucionar problemas gerados por posições antigravitacionais.

7.1 PESQUISA DE CAMPO

Todo o estudo foi realizado em um estabelecimento de saúde de caráter ambulatorial (Clínica), a SS Fisioterapia, situada em Recife-PE, sendo de administração particular. A presente pesquisa foi submetida e aprovada pelo comitê de ética do Hospital Otávio de Freitas número CAAE 83390718.3.0000.5200.

7.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A coleta deste estudo foi realizada no período de janeiro a fevereiro de 2018. Participaram do estudo mulheres com idade entre 30 à 65 anos casadas que apresentavam Incontinência Urinária atendidas na SS Fisioterapia, sendo a amostragem do tipo Por Conveniência. A população estudada realizou testes com exercícios antigravitacionais selecionados pelo fisioterapeuta como: subir e descer do *step*, sentar e levantar de uma cadeira e caminhar. Todos os exercícios foram realizados fazendo contração do assoalho pélvico primeiro com o *Biofeedback* pressórico e logo em seguida com o *Biofeedback* pressórico *wireless* com objetivo de avaliar a diferença nos exercícios com diferentes *Biofeedback*.

7.2.1 Critérios de inclusão

Foram incluídos na pesquisa pacientes que apresentaram exames cujos resultados comprovaram sintomas de incontinência urinária de esforço, ter idade superior aos 18 anos, do sexo feminino e voluntárias a fim de contribuir com o estudo descrito. Todos os participantes receberam orientações prévias, aceitando e assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C).

7.2.2 Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão foram: mulheres com menstruação presente no período de coleta de dados; pacientes com alguma doença que os impedisse de realizar os exercícios como por exemplo doenças neurológicas (cadeirantes). Os participantes foram preservados quanto a sua exposição, resguardando de possíveis constrangimentos e comparação entre os mesmos. Os exercícios foram realizados de forma individual, em ambiente reservado, adequado e confortável, em temperatura agradável e ideal para realização dos testes.

7.3 PROCEDIMENTO E INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Após o experimento também foi aplicado aos participantes um questionário qualitativo contendo 06 questões elaborado com o intuito de avaliar o melhor aparelho para realizar os exercícios (Apêndice B).

7.4 ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados foi realizada de forma descritiva, com o auxílio de gráficos informando os resultados da análise do questionário aplicado. Gráfico feito no Word.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como descrito anteriormente, os experimentos foram realizados com o objetivo de verificar o desempenho e comparação do *Biofeedback* pressórico com o *Biofeedback* pressórico *wireless* na realização dos exercícios para o assoalho pélvico, por esse motivo os resultados foram divididos em tópicos.

8.1 DESENVOLVIMENTO DO DISPOSITIVO

O Arduino é uma plataforma eletrônica livre de fácil utilização, tanto em termos de *hardware* quanto de *software*. Por ser uma plataforma simples, é largamente utilizada no mundo, tanto por iniciantes quanto por usuários com mais conhecimentos na área. As placas Arduino conseguem ler dados recebidos na entrada, tais como sensores e botões pressionados, e transformar em uma saída, que pode estar relacionada a acender LEDs, acionar motores, etc. (SOUZA *et al*, 2011).

O sensor MPX5050-DP (Freescale, 2009) é um sensor que capta pressões no intervalo de 0 a 50 kPa, através da diferença de pressão entre a pressão atmosférica e a pressão exercida pelo paciente na realização da contração. Dos seis terminais que possui, apenas 3 são utilizados: a alimentação, o terra e a saída. A saída é analógica e proporcional ao valor da alimentação, então para que o valor seja mostrado em unidade de pressão, é necessário que seja feita uma conversão. Esse sensor não precisa de calibração, porém não se pode inferir que o equipamento que o utiliza também não precisa.

Para a comunicação *wireless*, foram utilizados os módulos NRF24L01. São compactos, com velocidade de comunicação chegando a 2 Mbps. Devido a sua interface, eles podem ser utilizados com diversos microcontroladores, como por exemplo o Arduino. Uma grande vantagem é que o mesmo módulo pode ser usado como receptor ou emissor de dados, precisando-se apenas alterar uma configuração no *software*. Para cada módulo é necessária uma ligação com o Arduino. Em ambientes fechados, os NRFs conseguem se comunicar a uma distância de até 10 metros e, em ambientes abertos, seu alcance chega a ser de 50 metros valores mais que suficientes para o uso desejado.

8.1.1 Hardware

O módulo emissor recebe informações relacionadas aos estímulos musculares do paciente e envia-as para outro módulo de forma que não utiliza a conexão via fios, ou seja, ele é *wireless*.

8.1.1.1 Módulo Emissor

Para a montagem do módulo foram utilizados a placa Arduino, um resistor de 220 Ω , Display LCD, um potenciômetro, o sensor de pressão MXP5050-DP, o módulo de comunicação à distância NRF24L01 e um capacitor de 100 μF .

A sonda utilizada foi a mesma do *Biofeedback* pressórico, ela foi introduzida na vagina ou no ânus do paciente. A sonda é ligada ao sensor de pressão MXP5050-DP por um tubo também flexível e resistente, por onde é estabelecida a comunicação entre o paciente e o aparelho. O fisioterapeuta infla a sonda e deixa-a por dois minutos para que ela se adapta ao canal da vagina ou reto do paciente, de forma que, durante o procedimento, o sensor de pressão já receba os valores relacionados à pressão exercida naturalmente pelos músculos no balão, de forma que esse valor será tomado como base para a avaliação do fisioterapeuta e para gráficos que serão reproduzidos posteriormente.

É recomendável ao fisioterapeuta que preencha o balão com 30 mmHg, pois essa quantidade de ar é a ideal para que a sensibilidade do sensor seja potencializada. Com isso é possível cobrir desde variações pequenas de pressão até grandes variações que chegam ao limite de leitura do sensor.

O sensor MXP5050-DP irá converter a pressão exercida sobre a sua entrada em valores de tensão correspondentes, os quais serão enviados ao Arduino. O sensor é alimentado pela fonte interna de 5V do próprio Arduino. O terra do sensor também é conectado ao terra do Arduino de forma que a referência de todo o circuito seja a mesma. Depois de alimentado, o pino de saída do sensor deve ser conectado a uma das entradas analógicas do microcontrolador, que foi definida pelo código, pois através dela serão enviados os valores de tensão, que vão de 0,3 V a 4,7 V, cada valor possuindo um correspondente em kPa, 0 a 375.

Os valores de tensão são tratados e convertidos pelo Arduino para valores numéricos em mmHg, medida de pressão utilizada pelo profissional em suas análises.

O Arduino não possui um botão de desligar, permanecendo ligado enquanto é alimentado, tanto por uma bateria externa quanto via USB. Para ligar e desligar o aparelho foi feito um simples circuito liga/desliga utilizando uma bateria de 9 V, uma chave normalmente aberta de estado permanente e um adaptador de bateria para Arduino Uno. Ao fechar a chave o terminal positivo da bateria entra em contato com o adaptador, fechando o circuito e permitindo a passagem de corrente, fazendo com o que o Arduino seja alimentado pela bateria. Se não desejar mais utilizar o módulo deve-se apenas abrir a chave do contato, desligando-o e economizando sua bateria.

Para facilitar o trabalho com o equipamento, o módulo emissor vem acompanhado de um Display LCD. Através dele o fisioterapeuta tem acesso aos valores numéricos de pressão lidos, possibilitando que o profissional faça a sua análise sem a utilização de um segundo módulo para criar os gráficos, caso haja algum imprevisto onde ele não possa utilizar o segundo módulo. O Display foi ligado ao Arduino, de forma que possa receber os valores de pressão que foram tratados e exibi-los em sua tela. Para ajuste de brilho e luminosidade do Display, foi conectado a ele um potenciômetro, que ao girar seu terminal, com a variação da sua resistência, aumenta ou diminui o brilho dependendo da preferência do usuário.

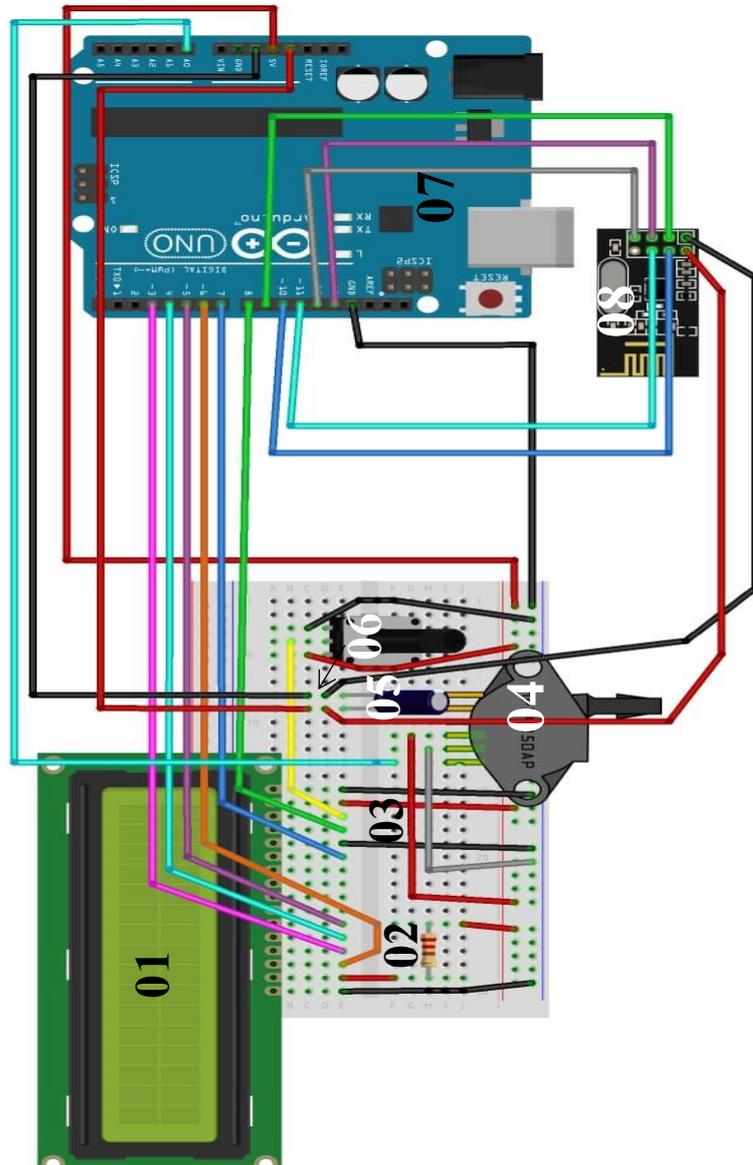
O Arduino Uno não consegue estabelecer comunicação com outros módulos, então precisa de um periférico que realize esse tipo de conexão. Para isso, foi utilizado o módulo de comunicação à distância NRF24L01. Este módulo utiliza intercomunicação via rádio frequência para estabelecer comunicação com outros equipamentos em até 10 metros de distância, o que é suficiente para dar liberdade ao paciente de caminhar por um ambiente relativamente grande sem problemas de perda de conexão entre o console receptor, garantindo assim a confiabilidade nos gráficos exibidos no computador.

O NRF24L01 é conectado ao Arduino e é configurado através de *software* como um módulo emissor. Também através do código é determinado para quais outros módulos ele pode enviar seus dados. A comunicação feita pelo Arduino envia os dados para o NRF24L01 através de suas portas digitais 0 e 1 (TX, RX), por comunicação serial através do protocolo SPI.

Para estabilizar a comunicação, evitando que dados errôneos sejam enviados para o emissor, um capacitor deve ser colocado entre a saída de 3,3 V e a entrada VCC do NRF24L01, trazendo precisão ao gráfico exibido. Caso isso não seja feito, mesmo que haja comunicação, o gráfico não será confiável, o que poderá causar a invalidade dos dados representados, levando o fisioterapeuta a uma análise incorreta do prognóstico do paciente.

Estabelecidas as comunicações dos periféricos com o Arduino, o circuito do emissor foi completamente montado. O protótipo do módulo emissor do *Biofeedback* pressórico *wireless*, o esquemático e o circuito elétrico são mostrados nas Figuras 10, e 11, respectivamente.

Figura 10 - Montagem do protótipo do módulo emissor de laboratório.



LEGENDA:

- 1 – Display LCD;
- 2 – Resistor de 220 Ω ;
- 3 – Protoboard;
- 4 – Sensor pressão MXP5050-DP;
- 5 – Capacitor de 100 μ F;
- 6 – Potenciômetro;
- 7 – Placa Arduino;
- 8 - Módulo de comunicação a distância NRF24L01.

Fonte: A autora, 2017.

8.1.1.2 Módulo Receptor

Para o circuito receptor foram utilizados uma placa Arduino, um módulo NRF24L01, dois resistores de 220 Ω , um capacitor de 100 μF , um LED da cor vermelha e um LED da cor verde.

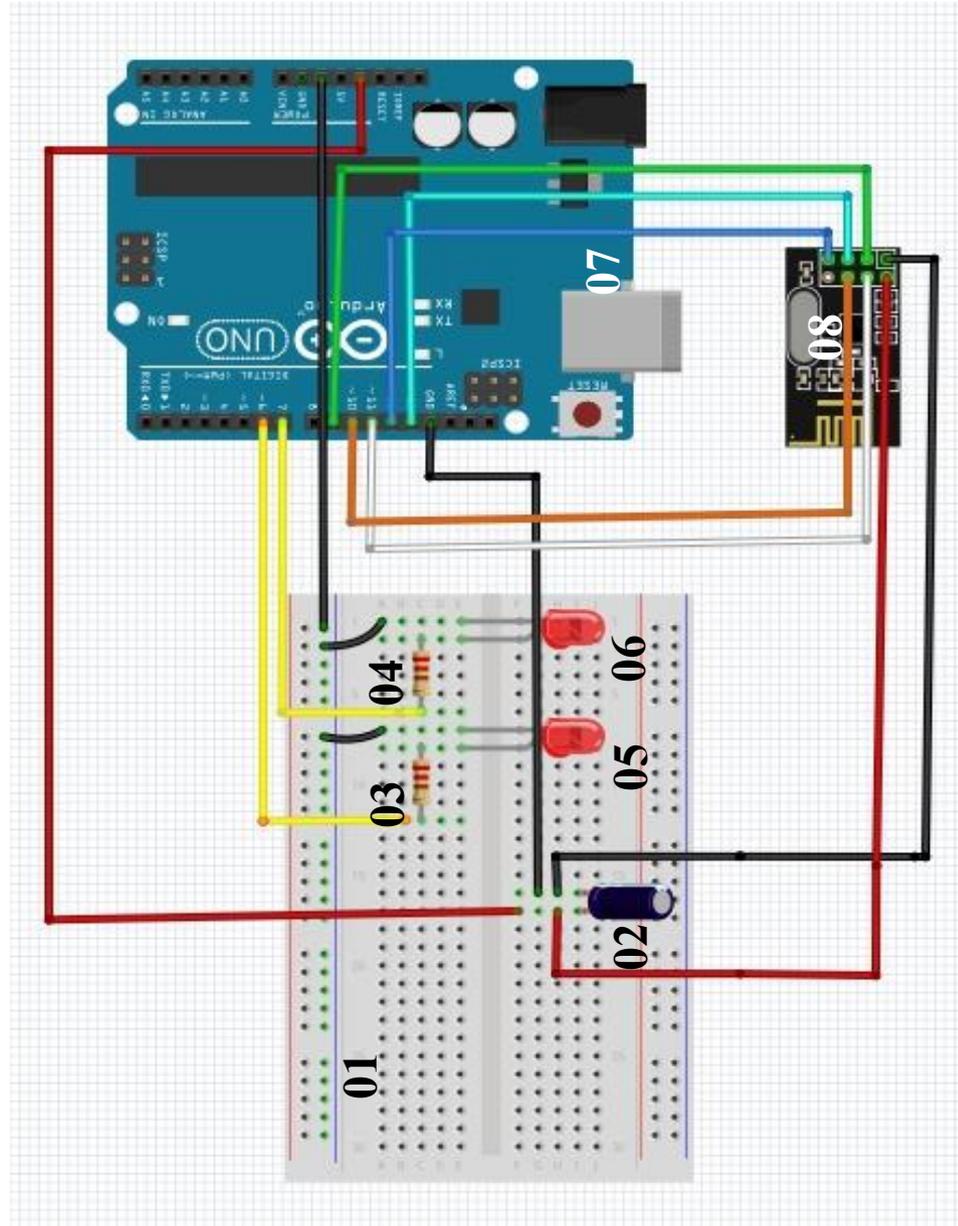
O módulo receptor funciona de forma semelhante ao módulo emissor. Sendo que o módulo receptor deve ser configurado para o seu modo de recepção de dados.

Um LED de cor verde é utilizado para sinalizar sempre que a comunicação é ativada. Caso o aparelho esteja ligado e a comunicação não está sendo estabelecida, um LED de cor vermelha é acionado, sinalizando ao profissional que há um problema na conexão, podendo haver vários motivos. O paciente pode ter se distanciado demais, ou existe um problema no circuito do emissor. Para este último caso, é recomendado que um técnico em eletrônica seja acionado para resolver o problema.

Os dados são enviados ao computador do profissional através de comunicação serial pelo cabo USB. Por utilizar a comunicação serial enquanto está recebendo os dados, e o Arduino também aceitar como alimentação principal a entrada USB, não é necessária a utilização de uma bateria no console receptor.

A montagem dos módulos receptor e emissor está completa, mas o Arduino precisa ser programado para que o circuito funcione da forma esperada. Na programação serão definidos as portas utilizadas e o modo de funcionamento dos periféricos. O protótipo do módulo receptor do *Biofeedback* pressórico *wireless*, o esquemático e o circuito elétrico são mostrados nas Figuras 12, e 13, respectivamente.

Figura 12 - Montagem do protótipo do módulo receptor de laboratório.

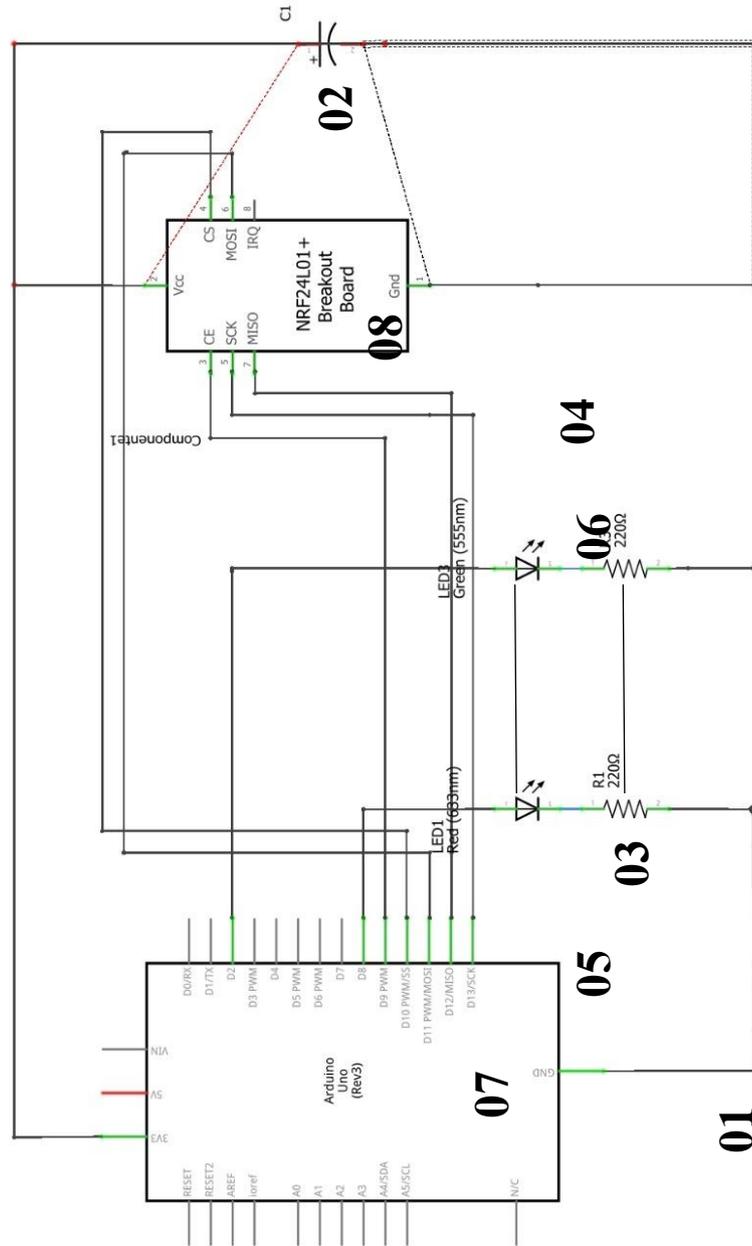


LEGENDA

- 1 – Protoboard
- 2 – Capacitor de 100µF
- 3 – Resistor de 220Ω
- 4 – Resistor de 220Ω
- 5 – Led cor verde
- 6 – Led cor vermelha
- 7 – Placa Arduino
- 8 – Módulo de comunicação a distância NRF24L01

Fonte: A autora, 2017.

Figura 13 - Diagrama eletrônico do módulo receptor



LEGENDA:

- 1 – Protoboard
- 2 - Capacitor de 100 μ F
- 3 - Resistor de 220 Ω
- 4 - Resistor de 220 Ω
- 5 – Led cor verde
- 6 – Led cor vermelha
- 7 – Placa Arduino
- 8 - Módulo de comunicação a distância NRF24L01

Fonte: A autora, 2017.

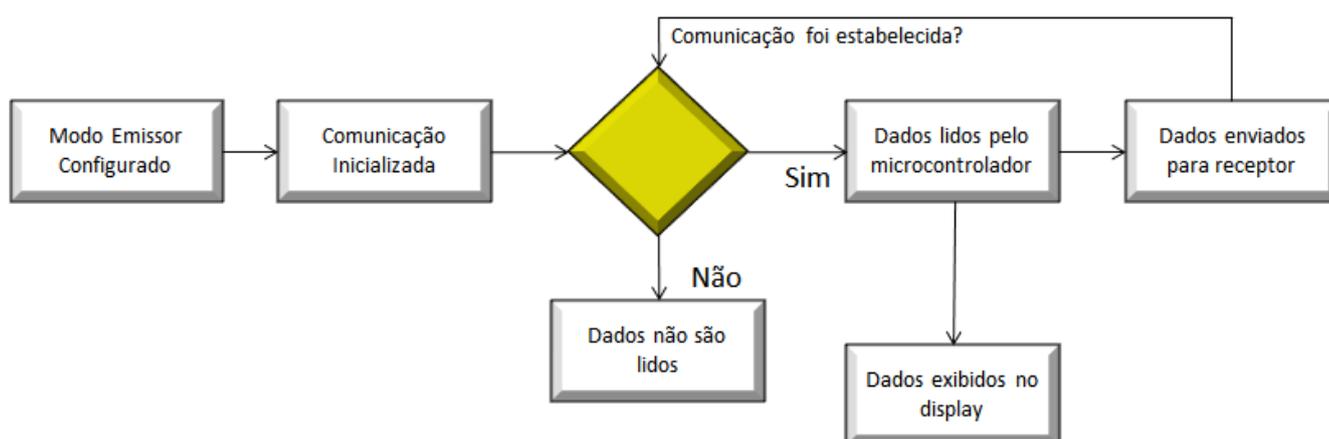
8.1.2 Software

Como dois circuitos foram montados, foi preciso que dois códigos fossem escritos, um para o módulo emissor e um para o módulo receptor. Eles serão explicados separadamente a seguir para facilitar o entendimento.

8.1.2.1 Fluxograma do módulo Emissor

O fluxograma abaixo refere-se ao conjunto Arduino - NRF24L01 que foi utilizado como dispositivo emissor dos dados da atividade muscular dos pacientes, dados esses obtidos através do sensor de pressão.

Figura 14 - Fluxograma do código do módulo emissor.



Fonte: A autora, 2017.

Inicialmente, as bibliotecas necessárias ao funcionamento do programa são incluídas no código. A biblioteca SPI, que é um protocolo para distâncias curtas, contém os comandos que estabelecem a comunicação entre o módulo NRF e a placa Arduino. As bibliotecas NRF24L01 e RF24 referem-se ao módulo NRF, e são elas que carregam as funções que serão utilizadas para definir como, o quê e para onde os dados serão enviados ou recebidos. As bibliotecas

LiquidCrystal.h e Wire.h são referentes ao funcionamento do display LCD integrado ao módulo emissor.

Logo após, são inicializados o display e a comunicação serial do Arduino, permitindo que agora a comunicação seja possível, em seguida, o NRF24L01 é inicializado. Nesse momento, é preciso definir se ele será utilizado como um emissor ou receptor de dados, e para isso, é utilizada uma função específica da biblioteca referente ao módulo. A próxima etapa do

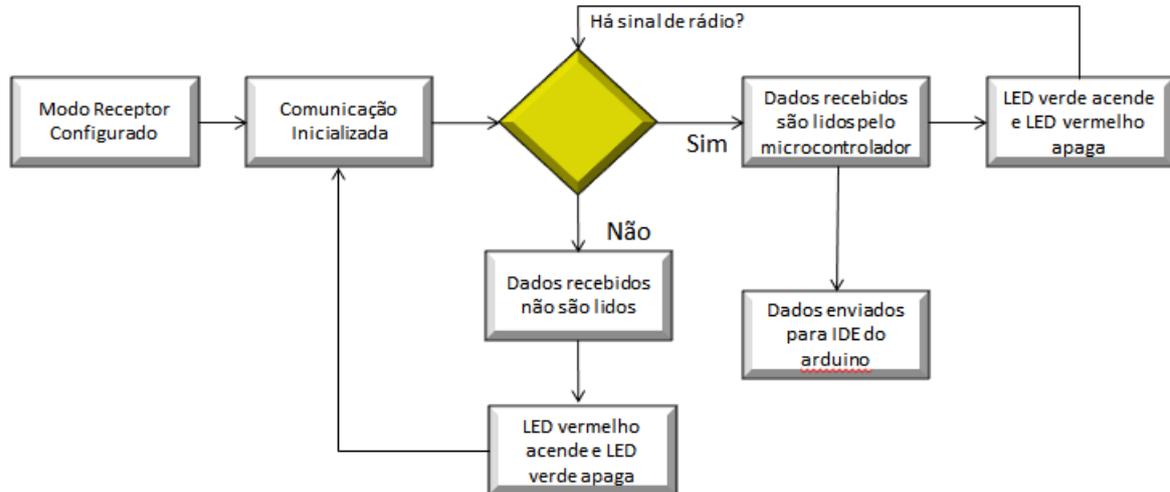
código foi a função *void loop*, que foi a responsável pela forma como o projeto deveria se comportar. Ela é lida infinitas vezes enquanto o Arduino permanecer alimentado, de forma que toda a lógica do programa deverá se encontrar nela.

A lógica do programa baseia-se na captação e envio de dados para o módulo receptor. O Arduino, após ter a comunicação estabelecida, irá receber os valores de tensão captados pelo sensor. Esses valores são convertidos para os seus correspondentes de pressão (em mmHg) e enviados para o módulo receptor. Os dados convertidos também são mostrados no display do módulo. Após o envio dos dados, o programa é lido novamente e as informações são atualizadas.

8.1.2.2 Fluxograma do módulo Receptor

Para explicar o código referente ao conjunto Arduino - NRF24L01, que será utilizado como dispositivo receptor dos dados da atividade muscular dos pacientes, foi feito o fluxograma mostrado abaixo.

Figura 15 - Fluxograma referente ao código do módulo receptor.



Fonte: A autora, 2017.

Assim como no código do módulo emissor, as bibliotecas necessárias ao funcionamento do programa estão incluídas. Para o módulo do receptor, apenas a biblioteca referente ao Display não será utilizada, visto que esse componente não é necessário, pois a comunicação é feita diretamente pelo computador através do cabo USB. As bibliotecas SPI, nRF24L01.h e RF24.h permanecem em ambos os módulos.

Posteriormente, o NRF deve ser configurado como receptor de dados para que a comunicação seja inicializada, permitindo que o Arduino possa se comunicar com o computador, para conseguir enviar os dados recebidos via USB. Antes de inserir a lógica do programa dentro da função *void loop*, que seria a próxima etapa do código, foi necessário inserir uma condicional, a fim de garantir o recebimento dos dados.

O restante do código só será realizado se a condicional for verdadeira, ou seja, se o módulo realmente estiver recebendo dados. Após essa checagem, os dados recebidos são enviados para o computador através da porta serial e exibidos pela própria interface do Arduino. Enquanto o módulo estiver recebendo os dados, um LED verde irá acender, indicando o bom funcionamento do circuito.

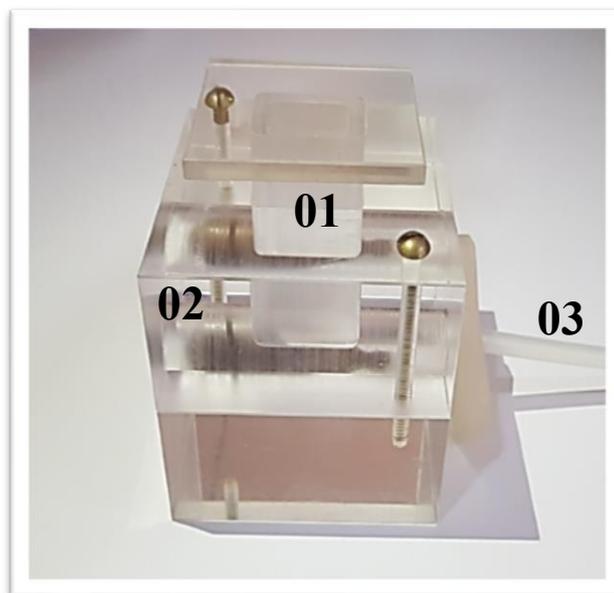
Os gráficos são exibidos em tempo real, o que é ideal para o que foi requerido no projeto. Foi julgado apropriado para o protótipo que os gráficos feitos pela IDE do Arduino fossem suficientes para mostrar o funcionamento do projeto.

Caso os dados não sejam recebidos, o dispositivo exibe uma mensagem indicativa na tela. O LED vermelho acende, enquanto o LED verde se apaga, indicando que algo deu errado ou os dados enviados não estão sendo recebidos corretamente.

8.1.3 Calibragem

A calibragem do *Biofeedback* pressórico *wireless* foi realizada através de uma comparação com o *Biofeedback* pressórico, com a utilização de um fantoma de cavidade vaginal. O fantoma foi construído com material acrílico, onde foi feita uma cavidade cilíndrica que simula o canal vaginal pelo qual a sonda é introduzida. Através de uma abertura na parte superior do fantoma, na qual é introduzido uma peça de apoio que possui formato complementar ao da abertura. A função dessa segunda peça é servir de apoio para os pesos que foram utilizados para simular a contração do Assolho Pélvico. As Figuras 16, 17 e 18, a seguir, apresentam o calibrador.

Figura 16 - Fantoma de Cavidade Vaginal com a sonda pressórica.



Fonte: A autora, 2017.

LEGENDA:

- 1 - Apoio para exercer pressão sobre a sonda;
- 2 - Cavidade vaginal;
- 3 - Sonda pressórica vaginal.

Figura 17 - Fantoma de Cavidade Vaginal aberto com a sonda pressórica.



Fonte: A autora, 2017.

LEGENDA:

- 1 - Apoio para exercer pressão sobre a sonda;
- 2 - Cavidade vaginal;
- 3 - Sonda pressórica vaginal;
- 4 - Parafuso

Figura 18 - Fantoma sem o apoio com a sonda.



Fonte: A autora, 2017.

LEGENDA:

- 1- Cavidade de apoio;
- 2 - Cavidade vaginal;
- 3 - Sonda pressórica vaginal.

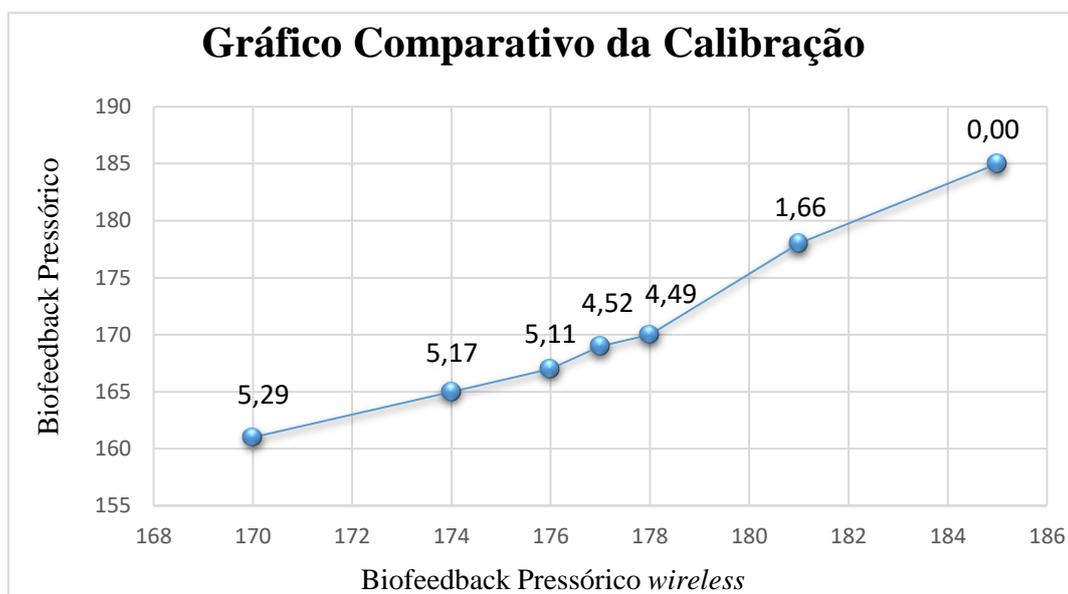
Para realização dos testes foram escolhidos pesos com massa em torno de 300 g, 500 g, 700 g, 1 kg, 1,5 kg e 2 kg. Contudo, quando a massa dos pesos escolhidos foi medida, foram encontrados os seguintes valores: 286 g, 500 g, 696 g, 1040 g, 1462 g e 1965 g. Vale ressaltar que as massas dos pesos foram medidas em duas balanças diferentes, a fim de evitar erros sistemáticos.

Inicialmente, a sonda foi esvaziada e colocada na cavidade do calibrador. Em seguida, ela foi inflada até apresentar, no computador que está ligado ao *Biofeedback* pressórico, um valor de pressão igual a 170 mmHg, referente a 30ml de ar na seringa utilizada no processo de taragem. A partir do valor inicial da sonda em repouso (sem estar submetida a qualquer peso externo por 2 minutos), foram observados os valores de pressão correspondentes a cada peso, através do monitor do computador. Feito isso, o processo foi repetido para o *Biofeedback* pressórico *wireless*, inflando a sonda com a mesma quantidade de ar do primeiro processo.

Realizada a comparação entre os resultados obtidos para cada aparelho, foi observada uma diferença de aproximadamente 47 mmHg entre o valor apresentado pelo *Biofeedback* pressórico e o pressórico *wireless*. Portanto, o código foi modificado de forma a corrigir essa

diferença antes de exibir o valor para o usuário, acrescentando o valor 47 à medida numérica de pressão obtida. O Gráfico 1 apresenta um comparativo gerado após as modificações no código.

Gráfico 1 - Comparação entre os valores de pressão obtidos no *Biofeedback* pressórico e no *wireless*, após calibração.



Fonte: A autora, 2017.

LEGENDA

A diferença do Biofeedback pressórico e Biofeedback pressórico *wireless* sem massa foi de 5,29%;

A diferença do Biofeedback pressórico e Biofeedback pressórico *wireless* com massa de 286 g foi de 5,17%;

A diferença do Biofeedback pressórico e Biofeedback pressórico *wireless* com massa de 500 g foi de 5,11%;

A diferença do Biofeedback pressórico e Biofeedback pressórico *wireless* com massa de 696 g foi de 4,52%;

A diferença do Biofeedback pressórico e Biofeedback pressórico *wireless* com massa de 1040 kg foi de 4,49%;

A diferença do Biofeedback pressórico e Biofeedback pressórico *wireless* com massa de 1462 kg foi de 1,66%;

A diferença do Biofeedback pressórico e Biofeedback pressórico *wireless* com massa de 1965 kg foi de 0%.

A Tabela 1, a seguir, apresenta os resultados de todas as medidas realizadas e o erro percentual entre o resultado do *Biofeedback* pressórico e do *Biofeedback* pressórico *wireless* com o aparelho já calibrado.

Supondo que o BF pressórico *wireless* está calibrado, o erro máximo admissível será de 10% pois o equipamento não se destina a fazer medições absolutas. Comparando as porcentagens do erro calibrado, obtivemos uma média percentual de 3,75%, valor esperado e considerado aceitável, se comparado à calibragem do *Biofeedback* pressórico. Verificou-se também que, ao aumentar o valor das massas, reduziu-se o valor percentual relativo de erro. E com altas massas (1965 g), esse erro foi igual a zero.

Tabela 1 - Comparação entre os valores de pressão obtidos no *Biofeedback* pressórico e no pressórico *wireless*

Massa (g)	<i>Biofeedback</i> Pressórico (mmHg)	<i>Biofeedback</i> Pressórico <i>Wireless</i> (mmHg)	Margem de Erro da Calibração (3.75%)
0	170	161	5,29
286	174	165	5,17
500	176	167	5,11
696	177	169	4,52
1040	178	170	4,49
1462	181	178	1,66
1965	185	185	0

Fonte: A autora, 2017.

LEGENDA

Primeira coluna refere-se à massa utilizada na calibração;

Segunda coluna refere-se à valores obtidos nos testes com o *Biofeedback* pressórico;

Terceira coluna refere-se à valores obtidos nos testes com o *Biofeedback* pressórico *wireless*;

Quarta coluna refere-se ao percentual de erros depois de calibrado *Biofeedback* pressórico *wireless* comparado ao *Biofeedback* pressórico.

8.2 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO BIOFEEDBACK WIRELESS (PROTOCOLO DE ATENDIMENTO)

Ao iniciar a sessão, o próprio paciente colocou a sonda na vagina ou ânus, o que lhe proporcionou certa privacidade.

Com o BF pressórico *wireless*, além de realizar o treino do AP em posição supina e os exercícios antigravitacionais tais como: subir e descer lances de escadas, sentar e levantar de

uma cadeira e caminhar, exercícios já citados anteriormente, foi mais fácil e seguro de realizá-los, pois não havia conexões que atrapalhassem ou incomodassem os pacientes, proporcionando-lhes segurança em realizar os exercícios.

O desempenho geral do sistema foi avaliado por meio de experimentos específicos para o Assoalho Pélvico. Contudo, deve-se ressaltar que tais experimentos tiveram como objetivo verificar o desempenho do sistema *hardware/software* e seu uso sem conexões (*wireless*) e a facilidade de realizar exercícios antigravitacionais. A seguir, são descritos os resultados da sessão experimental. Os testes com os *Biofeedback* foram realizados no mesmo dia. Foram selecionados 6 pacientes com diagnóstico de Incontinência Urinária de Esforço. Três primeiras pacientes fizeram os testes com o *Biofeedback* pressórico, logo em seguida com BF pressórico *wireless*. E três fizeram primeiro com o *Biofeedback* pressórico *wireless* e depois com o BF pressórico.

As pacientes foram submetidas a exercícios tipo circuito na seguinte ordem: na sonda foi colocado um preservativo não lubrificado, e em sua ponta um pouco de gel. Nos exercícios com *Biofeedback* pressórico, as pacientes precisaram de ajuda para introduzir a sonda por causa das conexões entre o *Biofeedback* e o console. Já no *Biofeedback* pressórico *wireless*, as pacientes não necessitaram de ajuda, introduzindo sozinhas a sonda e realizando os seguintes exercícios:

Primeiro exercício foi sentar e levantar de uma cadeira realizando contração do períneo ao levantar e sentar por 1 minuto,

Segundo exercício foi pular no *Jump*, realizando contração do períneo por 1 minuto, 2 pacientes necessitaram que a segurássemos enquanto pulava. A idade influenciou nesse exercício, por se tratar de pacientes acima de 60 anos, e apresentar insegurança ao realizar o exercício e medo de cair, porém não interferiu no propósito da pesquisa,

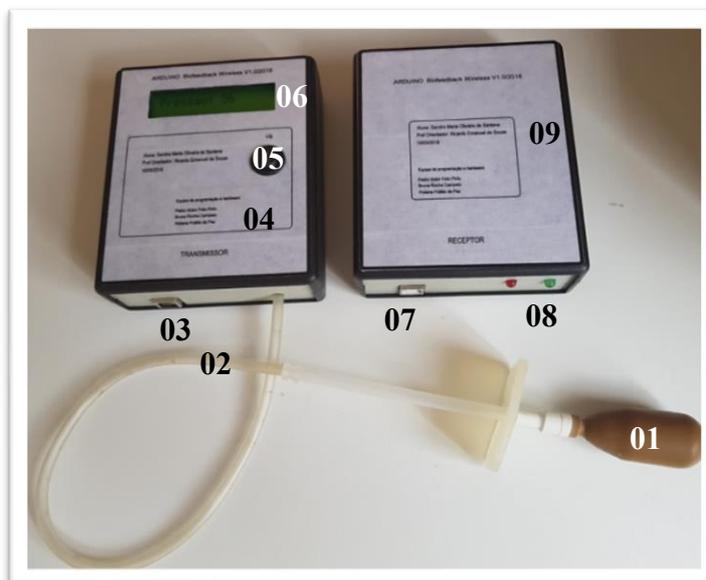
Terceiro exercício foi subir e descer do *Step* realizando contração do assoalho pélvico por 1 minuto,

Quarto exercício foi fazer agachamento realizando contração da musculatura perineal por 1 minuto no *Bozur*,

Quinto exercício foi pular corda contraindo a musculatura do assoalho pélvico por 1 minuto,

Sexto exercício realizar uma caminhada no consultório fazendo contração do assoalho pélvico por 1 minuto.

Figura 20 - Biofeedback pressórico *wireless*.



Fonte: A autora, 2017.

LEGENDA

- 1 – Sonda vaginal
- 2 – Conexões da sonda com o módulo emissor
- 3 – Entrada de alimentação
- 4 – Módulo emissor
- 5 – Botão liga / desliga
- 6 – Visor LCD
- 7 – Entrada para o computador
- 8 – Led verde e vermelho
- 9 – Módulo receptor

Todos os exercícios foram realizados com auxílio da contração do Assoalho Pélvico, supervisão e comando do fisioterapeuta de frente para a tela do computador. Entre um exercício e outro foi solicitado à paciente que descansasse por 5 minutos. O cabo da sonda é de material resistente, flexível, porém, não dobrável, por esse motivo os exercícios de sentar e levantar de uma cadeira foram cancelados após a primeira paciente realizá-lo, pois incomodou de forma a machuca-la. O exercício diferencial de pular corda, só foi realizado com o *Biofeedback* pressórico *wireless*. Devido à grande conexão entre a sonda e o console do *Biofeedback* pressórico, não foi possível realizá-lo. Nesse exercício duas pacientes que tem idade acima de

60 anos o tempo de pular corda foi de 5 minutos. No final, foi solicitado aos participantes que respondesse um questionário contendo informações a respeito do aparelho que está sendo desenvolvido e sua comparação com o aparelho pressórico (Apêndice C).

8.3 COMPARAÇÃO ENTRE BIOFEEDBACK PRESSÓRICO E PRESSÓRICO

WIRELESS: RELATO DOS PACIENTES

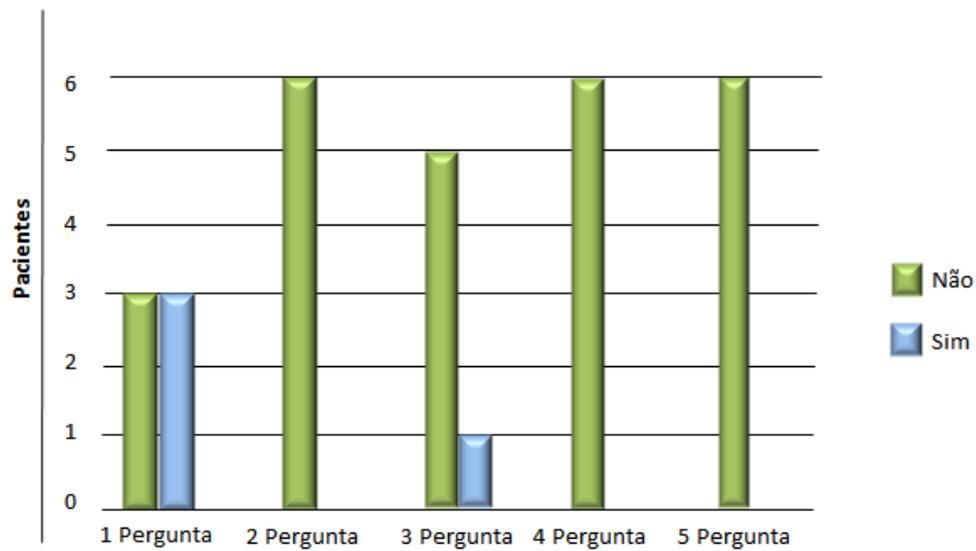
Todos os pacientes foram classificados de acordo com seus sintomas. O sintoma escolhido foram perdas de urina aos esforços. Neste sentido, o exercício realizado pelas pacientes foi avaliado através do questionário construído pelo fisioterapeuta. A primeira pergunta do questionário foi relacionada ao medo de perder a sonda durante os exercícios. Três pacientes relataram que sim, porém o seu medo de perder foi na realização dos exercícios com o BF pressórico. As outras participantes não relataram medo em nenhum dos testes.

A segunda pergunta foi em relação ao módulo emissor que foi fixado na cintura do paciente preso no cinto. Para fazer o cinto usamos uma faixa elástica com largura de 10 cm, com 1 m de comprimento, e ajustado com broches de acordo com a cintura da paciente, onde também ficou preso o transmissor. Foi preso ao cinto outro elástico que passava entre as pernas até chegar próximo a vagina e nela foi feito um orifício para colocar a sonda presa. Todas as pacientes relataram não sentir pesado ou incomodo o módulo emissor durante a execução dos exercícios.

A terceira pergunta foi relacionado ao cinto utilizado na hora dos testes. Cinco das pacientes não relataram desconforto, pois, o cinto foi adaptado na hora para elas. Só uma relatou algum tipo de desconforto, sendo que essa paciente estava acima do peso, e não conseguimos adaptar o cinto corretamente. A quarta pergunta foi relacionado ao desconforto da sonda durante os exercícios realizados. Nenhuma paciente relatou desconforto. A quinta pergunta foi em relação ao melhor aparelho. Todas responderam que o *Biofeedback* pressórico *wireless* foi o melhor aparelho para se fazer os exercícios.

A sexta pergunta foi para explicar com poucas palavras o porquê da escolha na penúltima pergunta. Todas disseram que se sentiram mais leves para realizar os exercícios, mais confortáveis, e que conseguiram realizar os exercícios com mais segurança. A imagem a seguir apresenta um gráfico relacionado às perguntas do questionário onde a descrição vertical (1, 2, 3, 4, 5, 6) a direita representa a quantidade de pacientes, e a descrição horizontal (P1, P2, P3, P4, P5) são relacionadas a sequência de perguntas elaboradas para o questionário que é apresentado em seguida.

Gráfico 2 - Avaliação do protótipo pelas pacientes.



Fonte: A autora, 2017.

LEGENDAS

- P1. Ao realizar os exercícios com a sonda, você sentiu medo de perdê-la em algum momento.
- P2. A caixinha acoplada em sua cintura te causou desconforto em relação ao peso?
- P3. O cinto para ajudar na posição da sonda te causou algum incomodo?
- P4. Ao realizar os exercícios com a sonda você sentiu desconforto?
- P5. Qual dos aparelhos de *Biofeedback* você se sentiu mais à vontade?
- P6. Em poucas palavras descreva o porquê da sua escolha na resposta anterior.

9 CONCLUSÃO

Os diversos exercícios realizados permitiram concluir que o *Biofeedback* pressórico *wireless* apresentou desempenho conforme especificado, é de fácil compreensão, mais seguro e confortável. De forma geral, o aparelho de BF pressórico *wireless* para uso nos distúrbios do Assoalho Pélvico foi desenvolvido com sucesso para a realização dos objetivos propostos, porém, *hardware/software* precisam de alguns ajustes.

O *hardware* apresentou problemas durante os testes, como ainda é um protótipo, está montado em *protoboard*, durante a execução dos movimentos (exercícios) pelos pacientes, alguns fios perdiam a conexão, pois uma *protoboard*, não oferece estabilidade de forma que, os fios não podem se manter fixos no local, sendo muito fácil a desconexão através de movimentos bruscos. Quanto ao *software*, o *Biofeedback* pressórico *wireless* ainda não armazena informações dos pacientes, nem realiza o processo de taragem semelhante ao BF pressórico. Esses contextos podem ser aprimorados em modelos futuros. Uma das dificuldades do projeto foi a utilização do sensor. No início foi utilizado o de 10 kPa, porém, ao realizar os testes de calibragem, observou-se que não era compatível com o intervalo de pressão necessário para o bom funcionamento, visto que durante os exercícios com o BF pressórico *wireless*, observou-se que os pacientes exerciam uma pressão maior que o valor suportado pelo sensor escolhido, por isso, foi necessária a troca por um de 50 kPa. Outra dificuldade foi fazer uma cinta que se adaptasse a todos os pacientes sem necessitar de modificações de um para o outro, pois as medidas não são as mesmas em todos os pacientes.

Os distúrbios do Assoalho Pélvico, continuam sendo objetos de estudo e são várias as técnicas fisioterapêuticas para o tratamento conservador. O *Biofeedback* pressórico *wireless*, melhorou a qualidade e perfeição dos exercícios realizados pelo paciente, proporcionando o desenvolvimento de uma nova série de exercícios que ajuda na recuperação de pacientes com distúrbios do AP.

O custo para montar o aparelho foi muito pequeno comparado aos *Biofeedback* já existentes no mercado que são muitos caros. (Apêndice A)

Além da contribuição para a sociedade, ao paciente ele proporciona maior conforto na hora de fazer os exercícios, segurança, privacidade, pois o mesmo poderá colocar a sonda sem o auxílio do profissional de saúde, que lhe causa constrangimento e desconforto.

O risco de quedas foi zero durante os testes com ambos os aparelhos, porém, na utilização do BF pressórico foi relatado pelas pacientes um receio na hora dos testes por conta das conexões existentes, situação que não aconteceu com o BF pressórico *wireless*, já que não

houve fios conectados entre o paciente e o console. Os exercícios antigravitacionais mais complexos, que não seriam possíveis de realiza-los com o BF pressórico, com BF pressórico *wireless* foi melhor compreendido e de fácil execução. O profissional terá mais domínio sobre o protocolo de tratamento como: ao solicitar os exercícios ao paciente a resposta do mesmo será imediata, com maior precisão no seu desenvolvimento, passando resultados mais confiáveis na tela do computador, além da elaboração de exercícios mais complexos. O profissional não precisará ficar o tempo todo acompanhando o paciente com medo que ele caísse ou algo assim, ele poderá ficar na frente do computador dando os comandos verbais enquanto o paciente realiza os exercícios.

Como as perdas de urina ou fezes apresentam-se principalmente em posições antigravitacionais e aos esforços, vale ressaltar que os exercícios realizados nessas posições são de grande importância, tornando o tratamento mais eficaz e de fácil compreensão. Com isso, surgirão novos protocolos de tratamento, variedade de exercícios realizados e o paciente não ficará na monotonia que é uma das causas da desistência do tratamento. Além disso, outros exercícios que, com o *Biofeedback* pressórico é impossível realizar, com o BF pressórico *wireless* será possível. Um exemplo claro é a caminhada ou simulação de uma corrida, com o paciente em uma esteira, ou pular corda e correr onde os pacientes que realizam exercícios físicos relatam suas perdas com mais frequência.

Sugere-se estudos futuros que: 1) analisem a adequação do aparelho apresentado para desenvolver armazenamento de dados dos pacientes; 2) busquem identificar a possibilidade de outras alternativas que diminua o tamanho do aparelho; 3) analisem a possibilidade de fabricação de uma sonda *Wireless*; 4) destacarem a importância de uma sonda menor, sem cabo, sem conexão com a seringa.

A patente do aparelho será realizada com o intuito de fabricação do *Biofeedback* pressórico *wireless* pós ajustes necessários.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR. Manual técnico: promoção da saúde e prevenção de riscos e doenças na saúde suplementar. Brasília, DF, 2011.

ANARAKI, F. et al. Biofeedback therapy combined with diet to treating ODS (Anismus): 2 years outcome. **Journal of Coloproctology**, 2017. 37(2), p.109-115.

ARRUDA, R. M. et al . Hiperatividade do detrusor: comparação entre oxibutinina, eletroestimulação funcional do assoalho pélvico e exercícios perineais. Estudo randomizado. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, Rio de Janeiro , v. 29, n. 9, p. 452-458, Sept. 2007 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-72032007000900003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 mai 2018.

BARACHO E. **Fisioterapia aplicada à obstetrícia, uroginecologia e aspectos de mastologia**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

BARBOSA, L. M. A. et al . The effectiveness of biofeedback in treatment of women with stress urinary incontinence: a systematic review. **Rev. Bras. Saude Mater. Infant.**, Recife , v. 11, n. 3, p. 217-225, Sept. 2011 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-38292011000300002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 09 mai 2018.

BERLEZI, E. M. et al . Programa de atenção ao idoso: relato de um modelo assistencial. **Texto contexto - enferm.**, Florianópolis , v. 20, n. 2, p. 368-370, June 2011 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072011000200020&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 mai 2018.

BEZERRA, M. R. L. et al . Identificação das estruturas músculo-ligamentares do assoalho pélvico feminino na ressonância magnética. **Radiol Bras**, São Paulo , v. 34, n. 6, p. 323-326, Dec. 2001 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842001000600004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 mai 2018.

CARRERETTE, F.B.; DAMIÃO, R. Incontinência urinária no homem. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**. 2010;9 (Supl. 1):28-33

CHIARAPA TR; CACHO DP; Alves AFD. **Incontinência urinária feminina: assistência fisioterapêutica e multidisciplinar**. São Paulo: Livraria Médica Paulista Editora, 2007.

VASCONCELOS, M. M. A. et al . Disfunção do trato urinário inferior: um diagnóstico comum na prática pediátrica. **J. Bras. Nefrol.**, São Paulo , v. 35, n. 1, p. 57-64, Mar. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-28002013000100009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 mai 2018.

REIS, R. B. et al . Incontinência urinária no idoso. **Acta Cir. Bras.**, São Paulo , v. 18, supl. 5, p. 47-51, 2003 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-86502003001200018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 mai 2018.

ETIENNE, M. de A.; WAITMAN, Michelle C. **Disfunções sexuais femininas: a fisioterapia como recurso terapêutico**. São Paulo: LMP, 2006.

FULLER, GD. **Methods and procedures in clinical practice**. San Francisco: Biofeedback Press. 1977.

GUARISI, T. et al . Procura de Serviço Médico por Mulheres com Incontinência Urinária. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, Rio de Janeiro , v. 23, n. 7, p. 439-443, Aug. 2001 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-72032001000700005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 mai 2018.

GUERRA, T. E. C. et al. Atuação da fisioterapia no tratamento de incontinência urinária de esforço. **Femina** 42, p.251–254, 2014.

HENSCHER, U. **Fisioterapia em ginecologia**. São Paulo: Editora Santos, 2007.

JUNIOR, J.A.D.R. et al. Incontinência urinária feminina: da medicina baseada em evidências para clínica diária. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**. 2008;7(1): p.108-115.

KNORST, M. R. et al . Intervenção fisioterapêutica em mulheres com incontinência urinária associada ao prolapso de órgão pélvico. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos , v. 16, n. 2, p. 102-107, Apr. 2012 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-35552012000200004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 mai 2018.

KUBAGAWA, L.M. et al. A eficácia do tratamento fisioterapêutico da incontinência urinária masculina após prostatectomia. **Rev Bras Cancerol** 2006, 52(2), 179-83.

LOCKS, F. et al. Neural adaptations in isometric contractions with EMG and force **Biofeedback. Motriz: Revista de Educação Física**, 2015. 21(1), 15-22.

LOIOLA, Graziela. **Exercícios com a fisioterapeuta**. IN: Grazi X Vaginismo. 2010. Disponível em < <http://grazielav.blogspot.com.br /2010/09 /exercicios-com-fisioterapeuta.html>>. Acesso em: 8 mai. 2018.

MACHADO, V.Q.A.; DA FONSECA, E.M.G.O. Disfunção vesical e intestinal em crianças e adolescentes. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE)**, 2017, 15(2).

MALYKHINA A.P. et al. Do the urinary bladder and large bowel interact, in sickness or in health?: ICI-RS 2011. **Neurourology and urodynamics**, 2012 31(3), 352-358.

MAYER, M. **Biofeedback**. IN: Fisioterapia urinogenecológica & dermato-funcional. 2012. Disponível em < <http://fisioterapiatapera.blogspot.com.br/2012/03/biofeedback.html>. >. Acesso em: 8 mai. 2018.

MISODOR. **Trajetos obstétricos**. 2011. Disponível em < <http://misodor.com/TRAJETOS OBSTETRICOS> >. Acesso em: 8 mai. 2018.

MOREIRA, E.C.H., DE ARRUDA P.B. Força muscular do assoalho pélvico entre mulheres continentemente jovens e climatéricas. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**. 2010. 31(1), 53-61.

OLIVEIRA, K.A.C.; RODRIGUES, A.B.C.; PAULA, A.D. Técnicas fisioterapêuticas no tratamento e prevenção da incontinência urinária de esforço na mulher. **Revista eletrônica F@pciência**, 2007. 1(1), 31-40. Disponível em <http://www.cesuap.edu.br/fap-ciencia/edicao_2007/004.pdf>. Acesso em: 8 mai 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). **Mulheres e saúde: evidência de hoje, agenda de amanhã**. Brasília: Organização Pan-Americana de Saúde, 2009

PALMA; P.C.R.; BERGHMANS, B; SELEME, M.R. Urofisioterapia: aplicações clínicas da técnicas fisioterapêuticas nas disfunções miccionais e do assoalho pélvico. In: **Urofisioterapia: aplicações clínicas da técnicas fisioterapêuticas nas disfunções miccionais e do assoalho pélvico**. 2 ed. São Paulo: Andreoli, 2014.

PATOLOGIA VS DIAGNÓSTICO, 201-. Disponível em <radiologiapatologicablog.wordpress.com>. Acesso em: 8 mai. 2018.

PINHEIRO, B.F. et al . Fisioterapia para consciência perineal: uma comparação entre as cinesioterapias com toque digital e com auxílio do biofeedback. **Fisioter. mov.**, Curitiba , v. 25, n. 3, p. 639-648, Sept. 2012 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-51502012000300019&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 mai 2018.

RAMOS AL, OLIVEIRA AADC. Incontinência urinária em mulheres no climatério: efeitos dos exercícios de Kegel. **HÓRUS**, 2010. 5(2), 264-275.

RAMOS, L. Reabilitação Perineal Ativa. Edição do autor, 2014

SA, A. A. R.; SOARES, A. B. Interface computacional 3D para biofeedback multimodal em tempo real. **Rev. Bras. Eng. Bioméd.**, Rio de Janeiro , v. 28, n. 4, p. 387-397, Dec. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-31512012000400010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 mai 2018.

SAGAE, U.E. et al. Effectiveness of Biofeedback therapy in patients with chronic constipation. **Journal of Coloproctology**. 2012. Rio de Janeiro, 32(1), 65-71.

STRANDING, S. **Gray's anatomy: a base anatômica da Prática clínica**. 40 ed. São Paulo: Elsevier, 2008.

SUELEN, M. et al. ES. Effectiveness of treatment using fecal incontinence *Biofeedback* isolated or associated with electrical stimulation. *Journal of Coloproctology* 2014, 34(4), 240-244.

TRUZZI, J.C.; DAMBROS M. **Bexiga hiperativa: aspectos práticos**. São Paulo: Nome da Rosa, 2009.

WOODWARD, S., NORTON, C.S., CHIARELLI, P. Biofeedback for treatment of chronic idiopathic constipation in adults. **Cochrane Database Syst**. 2010. Rev, 3. Disponível em <<http://cochranelibrary-wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD008486.pub2/abstract;jsessionid=855AF54A1C3D9F7356D49691AAB68CCA.f01t02>> . Acesso em: 08 mai 2018.

Z Aidan, P.; SILVA, E. B. Electrostimulation, response of the pelvic floor muscles, and urinary incontinence in elderly patients post prostatectomy. **Fisioter. mov.**, Curitiba , v. 27, n. 1, p. 93-100, Mar. 2014 . Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?>

script=sci_arttext&pid=S0103-51502014000100093&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 mai 2018.

ZANETTI, M. R. D. et al . Impact of supervised physiotherapeutic pelvic floor exercises for treating female stress urinary incontinence. **Sao Paulo Med. J.**, São Paulo , v. 125, n. 5, p. 265-269, Sept. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-31802007000500003 &lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 mai 2018.

APÊNDICE A- CUSTO DO DESENVOLVIMENTO DOS PROTÓTIPOS

Item	Descrição	Quantidade (Unidade)	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
1	Placa Arduino Uno	2 Unidades	39	78
2	Sensor de pressão MPX5050DP	1 Unidades	85,8	85,8
3	Módulo wireless NRF24L01.	6 Unidades	14,99	89,94
4	Display LCD 16 x 2	1 Unidades	26	26
5	Potenciômetro 10k Ω	1 Unidade	3,5	3,5
6	Barramento de pinos	1 Unidade	3	3
7	Capacitor eletrolítico 100 μ F x 35v	2 Unidades	0,8	1,6
8	Kit 10 resistores 10k Ω	1 Unidade	1	1
9	Jumper macho-fêmea para Arduino (kit com 8)	2 Unidades	8	16
10	Bateria 9v	1 Unidade	20	20
11	Plug para bateria	1 Unidade	8	8
12	Engenheiros	3 Pessoas	180 h x R\$ 50,00/h	27.000,00
	Total (R\$)			R\$ 27.332,84

APÊNDICE B- QUESTIONÁRIO

Por favor, responda esse questionário. Ele foi desenvolvido para dar-nos informações sobre o equipamento que está usando durante os exercícios solicitados pelo fisioterapeuta, por favor, responda a todas as seções.

1. Ao realizar os exercícios com a sonda você sentiu medo de perde-la em algum momento?

Sim () Não ()

2. A caixinha acoplada em sua cintura te causou desconforto em relação ao peso?

Sim () Não ()

3. O cinto para ajudar na posição da sonda te causou algum incomodo?

Sim () Não ()

4. Ao realizar os exercícios com a sonda você sentiu desconforto?

Sim () Não ()

5. Qual dos aparelhos de *Biofeedback* você se sentiu mais à vontade?

Biofeedback pressórico () Biofeedback *wireless* ()

6. Em poucas palavras descreva o porquê da sua escolha na resposta anterior.

Obrigada!

**APÊNDICE C- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE
BASEADO NAS DIRETRIZES CONTIDAS NA RESOLUÇÃO CNS Nº466/2012, MS.**

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa sobre **DESENVOLVIMENTO DE UM BIOFEEDBACK PRESSÓRICO WIRELESS PARA USO NOS DISTÚRBIOS DO ASSOALHO PÉLVICO** está sendo desenvolvida por Sandra Maria Oliveira de Santana, fisioterapeuta na área de uroginecologia. Objetivos: Projetar e construir um *Biofeedback* com sondas *wireless*, para facilitar os exercícios cinesioterápicos durante o tratamento das disfunções do assoalho pélvico, levando em consideração a necessidade de suprir os problemas gerados em posições antigravitacionais. Desta forma, avaliar a melhoria na eficácia no tratamento de pacientes acometidos de IU e IF como também, avaliar qual dos aparelhos lhe passou mais conforto durante os exercícios. Solicitamos a sua colaboração para o desenvolvimento desse projeto, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica nacional e/ou internacional. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto. Serão realizados exercícios com o *Biofeedback* pressórico e logo em seguida os mesmos exercícios serão realizados com o *Biofeedback* via *wireless*. Informamos que essa pesquisa poderá trazer algum desconforto em relação a introdução das sondas que será ligada ao aparelho. As sondas serão cobertas com preservativos (camisinha) sem lubrificação para evitar risco de contaminação. Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição (**CENTRO INTEGRADO DE FISIOTERAPIA**). Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Sandra Maria Oliveira de Santana
E-mail: ss.oliveira10@hotmail.com
Fone: (81) 99926 9908

Considerando, que fui informado (a) dos objetivos e da relevância do estudo proposto, de como será minha participação, dos procedimentos e riscos decorrentes deste estudo, declaro o meu consentimento em participar da pesquisa, como também concordo que os dados obtidos na

investigação sejam utilizados para fins científicos (divulgação em eventos e publicações). Estou ciente que receberei uma via desse documento.

Recife ____ de _____ de _____

Nome do participante da pesquisa

APÊNDICE D- TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Eu, Sandra Maria Oliveira de Santana, proprietária, RG Nº 3932990 SSP/PE, CPF Nº 858.924.324-91, AUTORIZO Sandra Maria Oliveira de Santana, RG Nº 3932990 SSP/PE , CPF 858.924.324-91, e Ricardo Emmanuel de Souza RG 1325303 SDS, CPF 149.214.994-20 pesquisadores, a realizarem exercícios com o *Biofeedback* pressórico e com *Biofeedback wireless* como também um questionário para avaliar a diferença entre os dois aparelhos com os nossos pacientes, serão formados dois grupos: um grupo com 3 pessoas que irá realizar exercícios selecionados pelo fisioterapeuta **DESENVOLVIMENTO DE UM BIOFEEDBACK PRESSÓRICO WIRELESS PARA USO NOS DISTÚRBIOS DO ASSOALHO PÉLVICO**, que tem por objetivo primário construir um *Biofeedback* com sondas *wireless*, para facilitar os exercícios cinesioterápicos durante o tratamento das disfunções do assoalho pélvico, levando em consideração a necessidade de suprir os problemas gerados em posições antigravitacionais..

Os pesquisadores acima qualificados se comprometem a:

- 1- Iniciarem a coleta de dados somente após o Projeto de Pesquisa ser aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.
- 2- Obedecerem às disposições éticas de proteger os participantes da pesquisa, garantindo-lhes o máximo de benefícios e o mínimo de riscos.
- 3- Assegurarem a privacidade das pessoas citadas nos documentos institucionais e/ou contatadas diretamente, de modo a proteger suas imagens, bem como garantem que não utilizarão as informações coletadas em prejuízo dessas pessoas e/ou da instituição, respeitando deste modo as Diretrizes Éticas da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, nos termos estabelecidos na Resolução CNS Nº 466/2012, e obedecendo as disposições legais estabelecidas na Constituição Federal Brasileira, artigo 5º, incisos X e XIV e no Novo Código Civil, artigo 20.

Recife, 05 de fevereiro de 2018.

Centro Integrado de Fisioterapia LTDA
Sandra Maria Oliveira de Santana
Diretora

APÊNDICE E- TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

TÍTULO DO PROJETO: DESENVOLVIMENTO DE UM BIOFEEDBACK PRESSÓRICO WIRELESS PARA USO NOS DISTÚRBIOS DO ASSOALHO PÉLVICO.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Sandra Maria Oliveira de Santana / Ricardo Emmanuel de Souza

INSTITUIÇÃO/DEPARTAMENTO DE ORIGEM DO PESQUISADOR: Centro Integrado de Fisioterapia

TELEFONE PARA CONTATO: (81) 99926 9908

EMAIL: ss.oliveira10@hotmail.com

O(s) pesquisador(es) do projeto(s) acima identificado(s) assume(m) o compromisso de:

- Preservar o sigilo e a privacidade dos voluntários cujos dados de registros eletromiográficos do Biofeedback serão estudados;
- Assegurar que as informações serão utilizadas, única e exclusivamente, para a execução do projeto em questão;
- Assegurar que os resultados da pesquisa somente serão divulgados de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificar o voluntário da pesquisa;

O(s) pesquisadores(es) declara(m) que os dados coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em (pastas de arquivo), sob a responsabilidade da (pesquisadora Sandra Maria Oliveira de Santana, no endereço: Centro Integrado de Fisioterapia – Rua: Viscondessa do Livramento – nº 54 sala D - Derby, Recife – PE, 52010-060), pelo período de mínimo 5 anos.

O(s) Pesquisador(es) declara(m), ainda que a pesquisa só será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética Envolvendo Seres Humanos – Hospital Otávio de Freitas.

Recife, 05 de fevereiro de 2018.

Assinatura do Pesquisador Responsável

Participante do projeto

APÊNDICES F – CODIGO BIOFEEDBACK PRESSÓRICO WIRELEES EMISSOR

```

//Codigo : Biofeedback Wireless - Emissor
#include <SPI.h>
#include "nRF24L01.h"
#include "RF24.h"
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>

//Armazena os dados enviados
int dados[1];
const int SENSOR = A1;
int ValorLido = 0;
int pressao = 0;
int pressao2 = 0;

//Inicializa a placa nos pinos 9 (CE) e 10 (CS) do Arduino
RF24 radio(9,10);

//Define o endereco para comunicacao entre os modulos
const uint64_t pipe = 0xE14BC8F482LL;
LiquidCrystal lcd (8, 7, 5, 4, 3, 6);

void setup()
{
    //Inicializa a serial
    lcd.begin (16,2);
    Serial.begin(57600);

    //Inicializa a comunicacao
    radio.begin();
    //Entra em modo de transmissao
    radio.openWritingPipe(pipe);
}

void loop()
{
    lcd.clear();
    ValorLido = analogRead(SENSOR);
    Serial.print("Pressão aplicada = ");
    pressao = map (ValorLido, 10, 1000, 0, 10000);
    pressao2 = map (pressao, 0, 10000, 0, 350);
    Serial.println(pressao);
    pressao2=pressao2+47;
    lcd.print ("Pressao: ");
    lcd.println (pressao2);
    dados[0]=pressao2;
    radio.write(&dados, sizeof(int));
}

```

APENDICE G - CODIGO BIOFEEDBACK PRESSÓRICO WIRELEES RECEPTOR

```
//Codigo: Biofeedback Wireless - Receptor

#include <SPI.h>
#include "nRF24L01.h"
#include "RF24.h"

//Armazena os dados recebidos
int recebidos[1];

//Inicializa a placa nos pinos 9 (CE) e 10 (CS) do Arduino
RF24 radio(9,10);

//Define o endereco para comunicacao entre os modulos
const uint64_t pipe = 0xE14BC8F482LL;

int LED1 = 8;
int LED2 = 2;

void setup()
{
    pinMode(LED1, OUTPUT);
    pinMode(LED2, OUTPUT);

    //Inicializa a serial
    Serial.begin(57600);

    //Inicializa a comunicacao
    radio.begin();
    //Entra em modo de recepcao
    radio.openReadingPipe(1,pipe);
    radio.startListening();
}

void loop()
{
    //Verifica se ha sinal de radio
    if (radio.available())
    {
        bool done = false;
        while (!done)
        {
            done = radio.read(recebidos, sizeof(int));
            Serial.print("Dados recebidos : ");
            Serial.println(recebidos[0]);
            delay(7);
        }
    }
}
```

```
        digitalWrite(LED2, HIGH);
        digitalWrite(LED1, LOW);
    }
}
else
{
    Serial.println("Aguardando datos...");
    digitalWrite(LED2, LOW);
    digitalWrite(LED1, HIGH);
}
}
```