

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS DA SAÚDE

Margarete Maia Lazarini

ESTUDO DA FREQUÊNCIA DE OSCILAÇÃO DA
MUSCULATURA DO ASSOALHO PÉLVICO
DURANTE A CONTRAÇÃO POR MEIO DE
DISPOSITIVO VAGINAL MULTIDIRECIONAL

Belo Horizonte

2010

Margarete Maia Lazarini

**ESTUDO DA FREQUÊNCIA DE OSCILAÇÃO DA
MUSCULATURA DO ASSOALHO PÉLVICO
DURANTE A CONTRAÇÃO POR MEIO DE
DISPOSITIVO VAGINAL MULTIDIRECIONAL**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Saúde da Mulher

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo Lopes da Silva Filho

Departamento de Ginecologia e Obstetrícia – UFMG

Belo Horizonte

Faculdade de Medicina da UFMG

2010

Aos meus pais, Líbero e Maria Ângela, por terem me presenteado com o maior dos tesouros: “a vida”.

A meu querido filho Bruno, fonte de inspiração eterna.

Ao meu irmão Marco Túlio, ao meu sobrinho Victor e a minha cunhada Eloísa pelo carinho e apoio.

Ao Sérgio pela cumplicidade, carinho e amor.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Agnaldo Lopes da Silva Filho pela confiança creditada na realização desta pesquisa e pela oportunidade de integrar a equipe deste departamento.

A Dra. Cristina Said Saleme pela amizade, carinho e confiança; pelas discussões que tornaram este trabalho realidade; pela oportunidade de integrar ao seu projeto de doutorado.

Ao engenheiro Adriano Amâncio pela sua dedicação, por compartilhar seu conhecimento e por toda ajuda ao longo deste trabalho.

Às fisioterapeutas e amigas: Mariana Maia e Vitória Alípio na coleta de dados adquiridos para este estudo.

Às estatísticas: Danielle Aparecida Gomes e Giane Amorim pela ajuda no processamento estatístico dos dados.

Aos professores e funcionários do Departamento de Ginecologia e Obstetrícia da UFMG.

Aos meus pacientes por me aguçar e despertar constantemente o saber.

A todos os meus amigos que sempre estiveram em minha vida nos melhores e também nos piores momentos, sempre me apoiando e me acolhendo.

*“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei, não fosse por elas, eu não teria saído
do lugar...”*

As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”

Chico Xavier

RESUMO

As desordens uroginecológicas são inúmeras, mas a incontinência urinária e o prolapso genital são os de maior repercussão, sendo a incontinência urinária a mais prevalente. Os sintomas da incontinência urinária interferem na saúde física e mental do paciente, levando o indivíduo ao isolamento, depressão e perda da autoestima, o que compromete negativamente sua qualidade de vida. Quantificar objetivamente os distúrbios relatados pelo indivíduo e identificados ao exame clínico é o primeiro passo para uma avaliação e programa de tratamento fisioterápico adequado. Métodos para avaliar a função e a força do assoalho pélvico podem ser classificados em duas categorias: métodos para medir a capacidade de contração (observação clínica, palpação vaginal, ultrassonografia e eletromiografia); e métodos para quantificar a força (palpação vaginal, perineômetros, dinamômetro, cones vaginais e sonda vaginal multidirecional). Embora todos os métodos citados acima sejam imprescindíveis para o diagnóstico clínico e intervenção fisioterápica, ainda assim, tornam-se necessárias análises mais complexas do comportamento da musculatura durante sua ativação. O presente estudo teve como objetivo avaliar a frequência de oscilação da musculatura do assoalho pélvico advinda do sinal obtido pela Sonda Vaginal Multidirecional (SVM). Foram avaliadas 29 mulheres híginas através da SVM durante três ciclos de contrações musculares máximas. A análise da Transformada Rápida de Fourier (FFT) foi utilizada para separar a frequência com maior amplitude. Para a análise da distribuição dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk e para a avaliação da reprodutibilidade intra e inter-examinadores foi usado o Coeficiente de Correlação Intraclassa (CCI). Os dados de frequência foram representados como moda e foi considerado $\alpha = 5\%$ para significância estatística. A frequência mais presente em todas as paredes foi 0,07937 Hz. Os dados apresentaram uma distribuição não normal e não foi encontrada reprodutibilidade intra-examinador para ambos os examinadores. A análise do sinal no domínio da frequência pela FFT apresentou uma frequência de oscilação para cada parede do assoalho pélvico de 0,07937 Hz na população de mulheres estudadas, porém não se pode afirmar que este valor é correto, pois a metodologia utilizada para coleta do sinal não se mostrou adequada para análise da FFT.

Palavras-chaves: Músculos do Assoalho Pélvico, Sonda Vaginal Multidirecional, Transformada Rápida de Fourier, Frequência de Oscilação e vibração do Assoalho Pélvico.

ABSTRACT

Urogynecological disorders are countless, but urinary incontinence and genital prolapse have greater repercussion, with urinary incontinence as the most prevalent. Urinary incontinence symptoms interfere with the patient physical and mental health, taking him/her to isolation, depression and loss of self-esteem, which affects negatively his/her life quality. To objectively quantify the disorders reported by the individual and identified in the clinical examination is the first step to assessment and adequate physiotherapy program. Methods to assess pelvic floor function and strength can be classified into two categories: methods that measure contraction capacity (clinical observation, vaginal palpation, ultrasound and electromiography); and methods to quantify strength (vaginal palpation, perineometers, dynamometers, vaginal cones and multi-directional vaginal probes). Although all methods referred above are important to clinical diagnosis and physiotherapy intervention, more complex analyses of musculature behavior during its activation are necessary. The present study attempted to assess the pelvic floor musculature oscillation frequency during its contraction through the multi-directional vaginal probe. 29 healthy women were evaluated with of the multi-directional vaginal probe during three maximum muscles contractions. Fast Fourier Transform (FFT) was used to separate the frequency with more amplitude. Data distribution analysis used Shapiro-Wilk test and intra and inter rates reproducibility used Intraclass Correlation Coefficient (ICC). Frequency data were represented as mode and a $\alpha=5\%$ alpha was considered for statistical significance. The most present frequency in all walls was 0,07937 Hz. The data displayed a not-normal distribution and an intra-rates reliability for both examiners was not found. The analysis of the frequency dominion signal by FFT showed an oscillation frequency of 0,07937 Hz for each pelvic floor wall in women studied, but one cannot confirm that this is a precise value, because the methodology used for the signal collection was not adequate considering FFT analysis.

Key-words: Pelvic Floor Muscles, Multi-directional Vaginal Probe, Fast Fourier Transform, Pelvic Floor Oscillation Frequency and vibration.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Considerações iniciais.....	13
1.2. Considerações sobre anatomia e fisiologia	15
1.3. Disfunções do assoalho pélvico feminino.....	18
1.4. Avaliação dos músculos do assoalho pélvico.....	20
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	23
2.1. Observação clínica da musculatura do assoalho pélvico.....	24
2.2. Palpação vaginal da musculatura do assoalho pélvico	24
2.3. Ultrassonografia	25
2.4. Eletromiografia dos músculos do assoalho pélvico	26
2.5. Perineômetro	27
2.6. Dinamômetro estático	28
2.7. Cones vaginais	29
2.8. Sonda Vaginal Multidirecional	30
2.9. Domínio da frequência: uma breve explanação das bases matemáticas	32
3. OBJETIVOS	34
3.1. Objetivo geral.....	34
3.2. Objetivos específicos.....	34
4. MATERIAL E MÉTODO.....	35
4.1. Sistema de medição.....	35
4.1.1. A sonda.....	35
4.1.2. Sistema de aquisição de dados e software de captura	37
4.2. Protocolo Clínico	39
4.3. Medidas de avaliação e procedimento.....	39
4.3.1. Medidas pela observação visual	40
4.3.2. Medidas pelo toque vaginal bidigital	40

4.3.3. Medidas utilizando a sonda vaginal multidirecional.....	41
4.3.4. Protocolo para coleta de dados.....	43
4.3.5. Processamento dos dados coletados.....	44
4.4. Análise estatística.....	47
5. RESULTADOS	48
5.1. Características demográficas das participantes.....	48
5.2. Resultado da análise da frequência fundamental	48
5.3. Resultado da análise de reprodutibilidade	51
6. DISCUSSÃO.....	53
7. CONCLUSÕES.....	60
8. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	61
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXO I - Termo de consentimento livre e esclarecido.....	72
ANEXO II - Aprovação pelo comitê de ética	74
ANEXO III - Ata da defesa.....	75
ANEXO IV - Declaração de aprovação da banca examinadora.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA1- Corte sagital do sistema reprodutor feminino: Relação entre órgãos abdominais e reprodutivos.....	16
FIGURA 2 - Vista do plano profundo da musculatura do assoalho pélvico.....	17
FIGURA 3 - Músculos perineais e corpo cavernoso feminino	17
FIGURA 4 - Perineômetro da marca Periton®	28
FIGURA 5 - Dinamômetro estático.....	29
FIGURA 6 - Cones Vaginais.	30
FIGURA 7 - Sonda Vaginal Multidirecional.	31
FIGURA 8 - Sonda multidirecional.....	36
FIGURA 9 - Referência de Diferença de Potencial.	37
FIGURA 10 - Software Sistaquisic.	38
FIGURA 11 - Corte Coronal da Ressonância Magnética com a sonda vaginal multidirecional inserida no canal vaginal de participante voluntária da pesquisa.	43
FIGURA 12 - Perfil do protocolo de contração dos MAP com a SVM.....	44
FIGURA 13 - Fluxograma do processamento do sinal em MATLAB® 7.3.0.	45
FIGURA 14 - Histograma de todas as frequências encontradas na parede anterior.....	48
FIGURA 15 - Histograma de todas as frequências encontradas na parede lateral direita.	49
FIGURA 16 - Histograma de todas as frequências encontradas na parede posterior.....	49
FIGURA 17 - Histograma de todas as frequências encontradas na parede lateral esquerda.....	50
FIGURA 18 - Zoom do gráfico da Transformada de Fourier do sinal separado por paredes.....	51
FIGURA 19 - Registro sequencial da força nas paredes anterior e posterior da vagina durante contrações voluntárias dos músculos do assoalho pélvico (VPFMC) e contrações dos músculos do assoalho pélvico durante a tosse (CPFMC). Os sinais durante as três VPFMC e CPMC são mostrados.....	54

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - Escala Modificada de Oxford.....	41
TABELA 2 - Características demográficas das participantes da pesquisa.....	52

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

FT	Transformada de Fourier
FFT	Transformada rápida de Fourier
MAP	Músculos do Assoalho Pélvico
S	Raiz do nervo sacral
EMG	Eletromiografia
SVM	Sonda Vaginal Multidirecional
SFR	Sensor de Força Resistivo
CETEC	Centro Tecnológico
COEP	Comitê de Ética e Pesquisa
IMC	Índice de Massa Corpórea
K Ω	Quilo ohms
RS 232	Porta serial
g	Gramas
N	Newton
s	Segundo
PC	Personal computer
Vss	Varição de tensão no sensor
Amp. Op.	Amplificador Operacional
A/D	Conversor Analógico/Digital
INMETRO	Instituto nacional de metrologia
®	Marca registrada

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

As desordens uroginecológicas são inúmeras, mas a incontinência urinária e o prolapso genital são os de maior repercussão. A incontinência urinária comumente coexiste com o prolapso genital e a relação inversa é verdadeira (HUNSKAAR, 2004; MOSTWIN, 2004). Também são incluídas nesta gama de disfunções a incontinência fecal e outras anormalidades do trato gastrointestinal e trato urinário inferior (WEBER, 2004).

Incontinência urinária é a disfunção mais comum do assoalho pélvico (OLSEN, 1997). A Sociedade Internacional de Continência define a incontinência urinária como qualquer queixa de perda involuntária de urina (ABRAHANS, 2002). O tipo mais comum de incontinência em mulheres é a incontinência urinária por estresse, definida como queixa de perda involuntária de urina ao esforço físico, espirro ou tosse (BØ *et al.*, 2005). Pode afetar mulheres de todas as idades, sendo que sua prevalência tem um nível médio na vida adulta jovem (20 a 30%), com um largo pico por volta da idade adulta média (30 a 40%) e tem um constante aumento nas mais velhas (30 a 50%) (WILSON, 2004). A prevalência desta condição de saúde varia de 9% a 72% em mulheres na faixa etária de 17 a 79 anos (ABRAHAMS *et al.*, 2002). Essa condição de saúde não representa um risco eminente de mortalidade, mas é uma condição desconfortável, embaraçosa e estressante (ABRAHAMS *et al.*, 2002; MORENO, 2004). Os sintomas da incontinência urinária interferem na saúde física e mental do paciente, pois o odor e os danos que ela causa vão de encontro à integração social, levando o indivíduo ao isolamento, depressão, perda da autoestima; em suma, comprometendo negativamente sua qualidade de vida (FELDNER, 2002).

Prolapso genital refere-se à perda do suporte da uretra, bexiga, cólon ou reto, levando ao prolapso (queda ou saída do órgão de sua posição normal) de um ou mais de um destes órgãos dentro da vagina (SMITH, 2009). A Sociedade Internacional de Continência para avaliar mais objetivamente o prolapso urogenital, criou um sistema de quantificação do prolapso em estádios, chamado de POP-Q (BALMFORTH & ROBISON, 2007). Segundo este sistema ausência de prolapso é definida como estágio 0, e o prolapso pode ser classificado em estadiamento I- IV (HAYLEN *et al.*, 2010).

Esta condição pode ocorrer em repouso e é frequentemente agravada pelo aumento da pressão intra-abdominal em atividades diárias (MOSTWIN, 2004). A prevalência de prolapso em mulheres entre 20 e 59 anos é estimada em torno de 30,8% (SAMUELSSON *et al.*, 1999).

Cirurgias, medicamentos e tratamentos conservadores são técnicas utilizadas para a abordagem de tais disfunções. A fisioterapia em uroginecologia é uma área de atuação que consiste em prevenir e tratar clinicamente, por meio de recursos e técnicas fisioterapêuticas, as disfunções miccionais, fecais e sexuais femininas, bem como a dor pélvica (BARACHO, 2007). Tem como objetivo conscientizar a paciente sobre a existência da musculatura do assoalho pélvico bem como ensiná-la a fortalecer esses músculos que com frequência são negligenciados e esquecidos (WILSON, 2004).

Medidas reais e objetivas do fortalecimento muscular são necessárias para acessar os efeitos do tratamento fisioterapêutico, tendo em vista a necessidade da fundamentação científica para a prática das profissões da área de reabilitação. Na prática clínica, testes padronizados são usados para documentar o progresso das pacientes antes, durante e depois da intervenção. Estes testes são métodos de avaliação que se baseiam em procedimentos uniformes de administração e de escore que passam por rigoroso processo de desenvolvimento e validação, o que resultou no estabelecimento de normas de desempenho baseadas numa amostra comparativa e representativa. Portanto, esse tipo de procedimento sistematizado direciona os fisioterapeutas a introduzirem em seu dia-a-dia o conceito de escalas de medidas, abandonando as avaliações consideradas subjetivas, que muitas vezes estão sujeitas aos parâmetros individuais de julgamento (SAMPAIO, 2002). Quantificar objetivamente os distúrbios relatados pelo indivíduo e identificados ao exame clínico é o primeiro passo para uma avaliação e programa de tratamento fisioterápico adequado (MORENO, 2004).

Diante deste cenário, a demanda por sistemas de medições fidedignos, de baixo custo, de fácil aplicação clínica e que forneçam dados que simulem verdadeiramente o comportamento da contração dos músculos do assoalho pélvico, foi o fator motivador do presente estudo.

1.2. Considerações sobre anatomia e fisiologia

A cintura pélvica forma a base do tronco, constitui o suporte do abdome, conforma a união entre os membros inferiores e o tronco. Trata-se de um anel osteoarticular fechado, composto por três peças ósseas: os dois ossos ilíacos e o sacro. A união entre o sacro e cada um dos ossos ilíacos forma as duas articulações sacrilíacas posteriormente; a união anterior entre os dois ossos ilíacos forma a sínfise púbica. Em conjunto apresenta a forma de um funil com uma grande base superior que conecta a cavidade abdominal com a pelve através da abertura superior (KAPANDJI, 2000). A abertura inferior abriga parte da bexiga e sistema genital, além da porção final do tubo digestivo. A cavidade inferior da pelve liga-se ao assoalho pélvico (estrutura formada por músculos, ligamentos e fáscias) que se fixa nas paredes pélvicas e fecha a cavidade inferior da pelve (REIS *et al.*, 2002). Esta última tem interesse sob o ponto de vista obstétrico, porque o feto passa por ela no seu trajeto até os genitais da parturiente. (CORRÊA & JÚNIOR, 2007).

O assoalho pélvico é formado por várias estruturas (FIG. 1) que vão desde o peritônio parietal posterior até a pele da vulva. No sentido proximal para o distal temos: peritônio, fáscia visceral e endopélvica, músculo elevador do ânus, membrana perineal e musculatura da genitália externa. O suporte destas estruturas é dado pela fixação aos ossos pélvicos (GÉO *et al.*, 2007).

Os músculos do assoalho pélvico (MAP) estão intimamente envolvidos na função do trato urinário inferior (micção), função anorretal (defecação) e função sexual (ENCK & VODUSEK, 2006). Estes músculos (FIG. 2-3) formam a base do assoalho pélvico e ajudam a manter a continência por suportar ativamente os órgãos pélvicos e fechar a abertura pélvica com suas ações anteriores e cefálicas quando se contraem. Os músculos do assoalho pélvico ou camada profunda incluem os músculos do diafragma pélvico (pubococcígeo, puborretal e iliococcígeo), também conhecido como elevador do ânus.

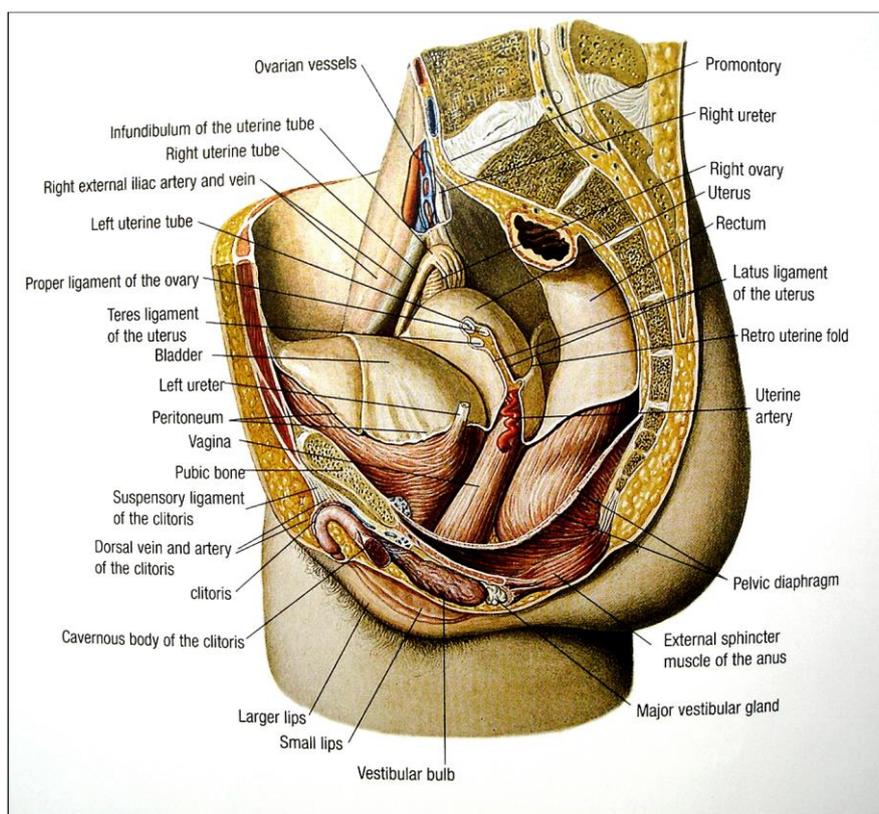


FIGURA 1- Corte sagital do sistema reprodutor feminino: Relação entre órgãos abdominais e reprodutivos.

FONTE: LAZZETTI & RIGUTTI (2006).

Os músculos do diafragma urogenital ou camada superficial incluem: isquiocavernoso, bulboesponjoso e transverso superficial do períneo, conhecidos como músculos perineais; e o músculo uretral e esfíncter anal (BØ & SHERBURN, 2005). A inervação destes músculos é proveniente dos nervos sacral (S3-S4) e pudendo (S2-S4) (MORENO, 2004).

A morfometria e a histoquímica do esfíncter anal externo, do levantador do ânus e do músculo puborretal nos sujeitos humanos normais mostrou que os três músculos apresentam uma predominância marcada de fibras tipo I, um traço de músculos tônicos. Comparações com outros músculos tônicos não pélvicos mostram que o diâmetro médio das fibras tipo I é menor nos MPAS (ENCK & VODUSEK, 2006).

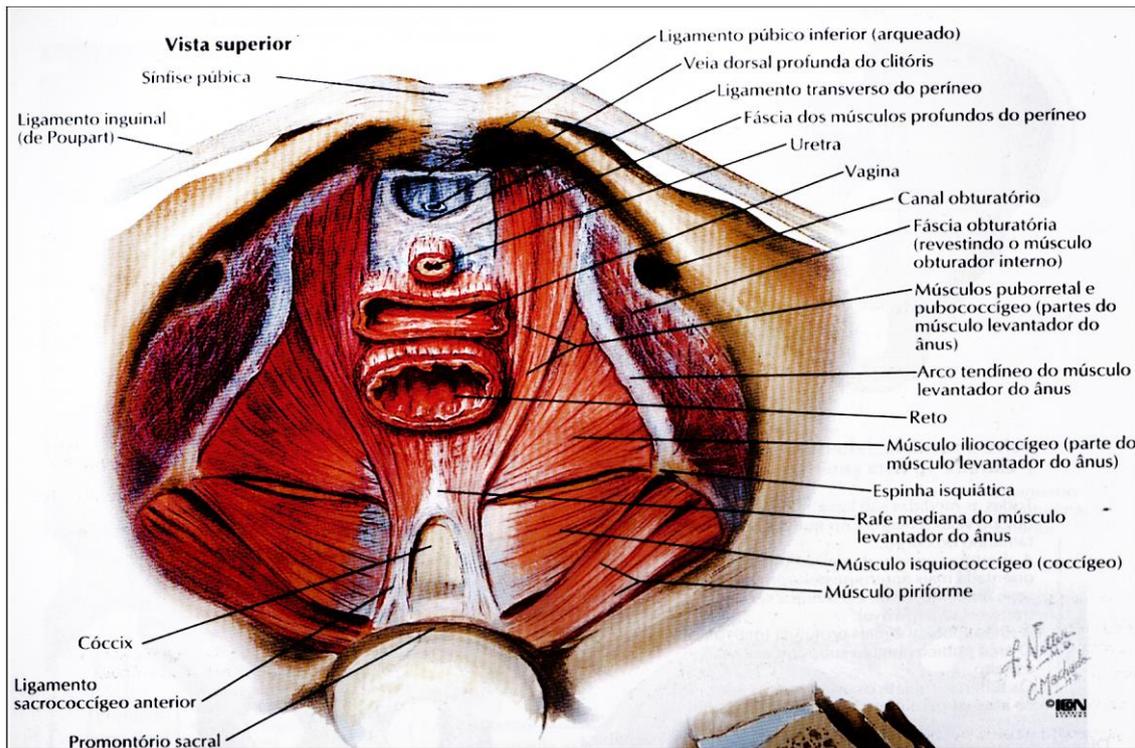


FIGURA 2 - Vista do plano profundo da musculatura do assoalho pélvico.
 FONTE: NETTER (2001).

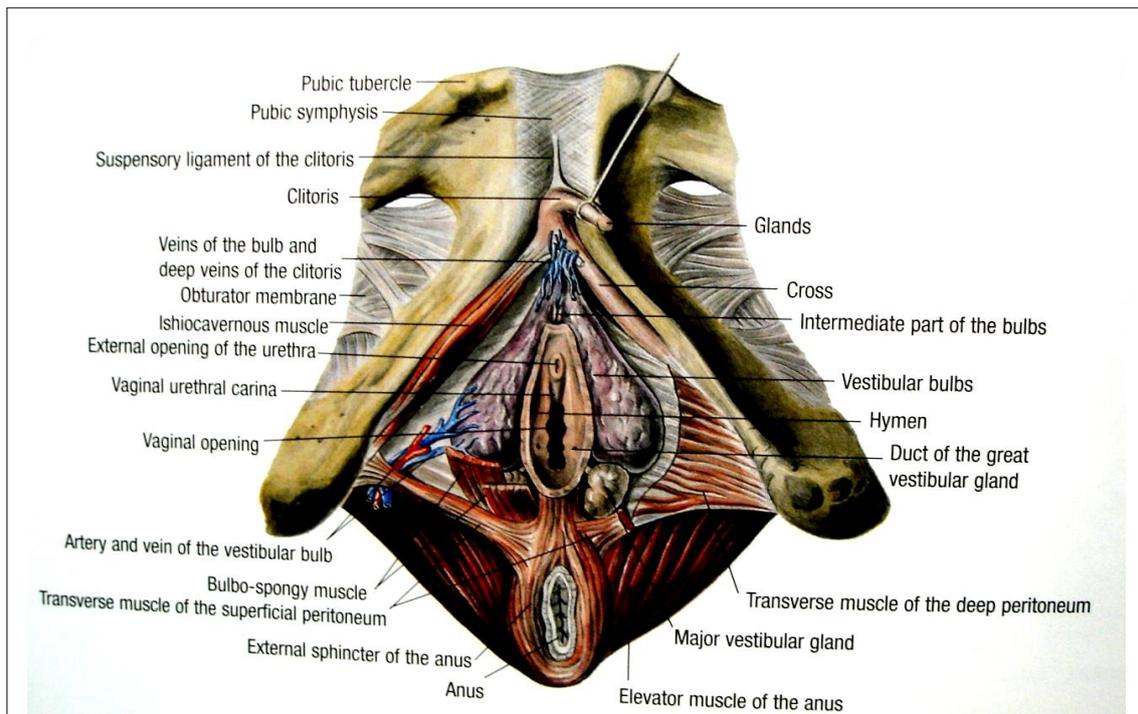


FIGURA 3 - Músculos perineais e corpo cavernoso feminino.
 FONTE: LAZZETTI & RIGUTTI (2006).

Apesar da camada profunda e superficial dos MAP compreenderem diferentes estruturas anatômicas e inervação, clinicamente elas trabalham como uma unidade funcional, contraindo simultaneamente em massa, o que por sua vez implica em elevação e manutenção da continência através do fechamento nos meatos uretral, vaginal e anal. (BØ & SHERBURN, 2005; BUMP, 1991). Outras funções do assoalho pélvico são: suporte das estruturas pélvicas e abdominais; auxílio na expulsão do feto durante o parto (BAYTUR *et al.*, 2005).

1.3. Disfunções do assoalho pélvico feminino

A continência normal é mantida por uma integração complexa da pelve, coluna e fatores supra espinhais. O controle da continência urinária requer competência da musculatura do assoalho pélvico, ligamentos, nervos (periféricos e centrais) e do tecido conectivo (PETROS & SKILLING, 2001). As contrações dos músculos lisos e estriado dentro da parede uretral, plexo vascular íntegro, ligamentos e fâscias íntactas suportam a bexiga e uretra em sua posição ótima durante o aumento da pressão abdominal. Os músculos são um dos fatores contribuintes para o mecanismo de fechamento uretral para a continência e são o alvo dos fisioterapeutas na abordagem da incontinência e outras disfunções do assoalho pélvico (ASHTON-MILLER & DELANCEY, 2007; ASHTON-MILLER *et al.*, 2001; BØ *et al.*, 2005).

As disfunções do assoalho pélvico são inúmeras: incontinência urinária, prolapso genital, incontinência fecal e outras anormalidades do trato gastrointestinal e trato urinário inferior (WEBER *et al.*, 2004). Mas a incontinência urinária e o prolapso genital são os de maior repercussão, sendo a incontinência urinária a mais comum (OLSEN, 1997).

Arnold Kegel, em 1948, observou, através de seus estudos, que muitas mulheres apresentavam uma síndrome funcional. Nela ocorre uma perda ou ausência primária da consciência e coordenação das estruturas neuromusculares do assoalho pélvico, podendo levá-las a atrofia por desuso. Ele foi o primeiro a descrever, de modo sistemático, um método de avaliação e um programa de exercícios para o fortalecimento dos músculos do assoalho pélvico. Acreditando que esta musculatura era responsiva à

medida que sua contração fosse promovida, estudou e aplicou clinicamente por dezessete anos o que denominou de terapia fisiológica (KEGEL, 1948; MOREIRA, 1999). Esta consistia em exercícios para fortalecimento da musculatura do assoalho pélvico (MOREIRA, 2001).

PETROS & ULMSTEN (1990) descreveram a teoria integral ou músculo- elástica, segundo a qual as forças musculares puxam o tecido da vagina para abrir e fechar a uretra. Tecidos conectivos debilitados invalidam as forças musculares, resultando em uma defeituosa abertura e fechamento da uretra. Esta teoria estabelece que a incontinência aos esforços, a urgência e a urge-incontinência são decorrentes da frouxidão da parte sub-uretral da vagina e/ou de seus ligamentos de sustentação (PETROS & SKILLING, 2001).

Segundo essa teoria, a parede anterior da vagina possui função central no suporte do assoalho pélvico. A vagina é suspensa anteriormente pelo ligamento pubo uretal, superiormente pelo arco tendíneo da fáschia endopélvica e posteriormente pelo ligamento uterosacral. Em repouso, contrações lentas dos músculos pubocígeo e levantador do ânus, respectivamente, tracionam a vagina, esticando-a. Dessa forma, há suporte adequado para as terminações nervosas da base da bexiga, prevenindo a ativação prematura do reflexo de micção e, portanto, os sintomas de urgência e urge-incontinência. Durante a micção, há relaxamento reflexo do músculo pubococcigeo, prevalecendo tração póstero-inferior da bexiga, o que abre o colo da bexiga e ao mesmo tempo estimula as terminações nervosas, ativando e reforçando o reflexo da micção. Em situação de esforço, contrações rápidas do músculo pubococcigeo tracionam a parede vaginal anterior contra a uretra, fechando-a e comprimindo-a contra o esfíncter estriado uretral, o que cria um efeito selante na mucosa da uretra. Esse mecanismo pode manter o fechamento uretral mesmo com o colo da bexiga incompetente. Defeitos na porção suburetral da vagina e/ou no ligamento pubo- uretal podem afetar esse mecanismo, levando à perda urinária aos esforços (PETROS & ULMSTEN, 1990).

Atualmente, a abordagem da Fisioterapia é considerada a primeira linha de tratamento para doenças como a incontinência urinária de esforço (BØ *et al.*, 2005; BØ, 2004). Os sucessos dos programas de reabilitação dependem, entretanto, de uma avaliação

criteriosa e cuidadosa do indivíduo e, especificamente, do seu assoalho pélvico (BARACHO, 2007). Os músculos do assoalho pélvico são uns dos muitos fatores que contribuem para o mecanismo de fechamento uretral pela continência e são o tecido alvo no tratamento da incontinência e outras disfunções (BØ, 2005). Quantificar objetivamente os distúrbios relatados pelo indivíduo e identificá-los no exame clínico é o primeiro passo para uma avaliação e prescrição de programa de tratamento fisioterápico adequado (MORENO, 2004).

1.4. Avaliação dos músculos do assoalho pélvico (MPA)

A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) foi elaborada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) com o objetivo de criar uma linguagem unificada e padronizada sobre saúde e cuidados de saúde em todo o mundo. Os domínios contidos na CIF são considerados como domínios da saúde e domínios relacionados com a saúde. Estes são descritos com base na perspectiva do corpo, do indivíduo e da sociedade em duas listas básicas: (1) funções e estruturas do corpo, (2) atividades e participação. Segundo a CFI a funcionalidade é um termo que engloba todas as funções do corpo, atividade e participação; a incapacidade é um termo que inclui deficiências, limitações de atividade ou restrições na participação (OMS, 2003).

De acordo com a CIF a função dos MAP pode ser avaliada pelas funções das estruturas neuromusculoesqueléticas relacionadas ao movimento que são: os reflexos, o tônus, o controle, a coordenação, a força e a resistência. Essas funções refletem a integridade e a funcionalidade dos MAP e podem ser investigadas por meio de observação clínica, palpação vaginal, ultrassonografia, ressonância magnética, eletromiografia, perineômetros, dinamômetro e cones, (BØ *et al.*, 2005). Recentemente foi desenvolvida a sonda vaginal multidirecional que é um instrumento para quantificar a força (SALEME *et al.*, 2007a).

Os reflexos são respostas musculares produzidas por estímulos específicos que ocorrem independentemente da vontade do indivíduo (GUSMÃO & CAMPOS, 1992). Os reflexos perineais são testados por meio do estímulo dos nervos aferentes na região perineal, quando positivos refletem a integridade da inervação sacral dos MAP. Os

testes de reflexos mais utilizados são anal e bulbocavernoso. O tônus muscular é a resistência oferecida pelo músculo quando ele é palpado ou movimentado passivamente em repouso pela palpação digital dos dois lados do músculo puborretal (HAYLEN *et al.*, 2010).

O controle muscular é a capacidade do músculo em contrair e relaxar voluntariamente; e a coordenação é a ativação em conjunto de grupos musculares sinérgicos para o desenvolvimento de determinada atividade funcional específica. (TURVEY, 1990). A avaliação da capacidade de contração dos MAP pode ser realizada por meio da observação clínica, palpação vaginal, ultrassonografia, ressonância magnética e eletromiografia (BØ *et al.*, 2005).

A força é definida como força máxima ou tensão por um músculo ou um grupo muscular; reflete a potência, endurance e status funcional de um músculo (SMITH, 2009). Medição da pressão do aperto é o método mais comumente utilizado para medir força máxima e resistência dos MAP, pode ser feita por meio de teste muscular manual com palpação vaginal, manometria ou dinamometria. A capacidade de sustentar a contração muscular, ou seja, resistência muscular a fadiga, pode ser registrada por meio da eletromiografia que mensura a atividade elétrica dos MAP; quanto maior a atividade elétrica muscular, maior o número de unidades motoras recrutadas, conseqüentemente maior geração de força (BØ *et al.*, 2005).

Os fatores que contribuem para o aumento de força muscular:

- Eficiência de ativação e frequência de disparo das unidades motoras;
- Hipertrofia nas fibras musculares do tipo I (contração lenta) e do tipo II (contração rápida) com aumento da área de secção transversal do músculo;
- Relação do comprimento-tensão do músculo no momento da contração;
- Velocidade de contração da musculatura em questão;
- Motivação da paciente (DI NUBILE, 1991; KISNER, 1988).

Medidas precisas e quantitativas de força são decisivas para determinar a progressão clínica da fraqueza neuromuscular e avaliar a resposta de intervenções que objetivam aumento de força (DUMOLIN & MORIN, 2007). Os procedimentos sistematizados direcionam os profissionais da saúde a introduzirem em seu dia a dia o conceito de escalas de medidas, abandonando, então, as avaliações consideradas subjetivas que, muitas vezes, estão sujeitas a parâmetros individuais de julgamento (SAMPAIO *et al.*, 2002). Entretanto, os instrumentos de mensuração raramente são utilizados por equipes de reabilitação para avaliar a funcionalidade, incapacidades e a saúde na prática clínica (CIEZA *et al.*, 2002), ou utiliza instrumentos que avaliam indiretamente a força do assoalho pélvico, e os exames complementares muitas vezes são restritos apenas a pesquisas científicas devido ao seu alto custo (BØ, *et al.*, 2003).

2. REVISÃO DA LITERATURA

A avaliação funcional do assoalho pélvico fornece informações sobre a capacidade de contração da musculatura pélvica, podendo permitir a adequação do planejamento terapêutico de acordo com as deficiências da paciente, e propiciando maiores chances de sucesso ao tratamento. A utilização de técnicas fisioterapêuticas para o tratamento das disfunções miccionais necessita de dispositivos fidedignos e confiáveis na coleta de dados referentes à sua veracidade (BØ & FINCKENHAGEN, 2003).

Métodos para avaliar a função do assoalho pélvico podem ser classificados em duas categorias: métodos para medir a capacidade de contração (observação clínica, palpação vaginal, ultrassonografia, imagem de ressonância magnética e eletromiografia); e métodos para quantificar a força (palpação vaginal, perineômetros, dinamômetro e cones) (BØ *et al.*, 2005). Recentemente foi desenvolvida a sonda vaginal multidirecional que é um instrumento para quantificar a força (SALEME *et al.*, 2007a).

Cada um destes métodos mede diferentes parâmetros dos músculos do assoalho pélvico, como a máxima força gerada, a movimentação de vísceras e dos músculos, a habilidade de contração, os potenciais de ação, a duração da contração, entre outros. Em geral, quando se realizam medições de força muscular do assoalho pélvico é difícil isolar a musculatura em questão dos músculos acessórios (abdominais, glúteos e adutores) (DINUBILE, 1991). Logo, as mulheres avaliadas necessitam de orientação de como realizar a contração adequada dos músculos do assoalho pélvico e de tempo para assimilar este novo comando. Portanto, uma situação de teste, muitas vezes, não reflete a função completa dos músculos do assoalho pélvico, e a generalização dos resultados deste para a atividade do mundo real (validade externa) precisa ser estabelecida (BØ & SHUERBURN, 2005; LOSE *et al.*, 1998). Quando resultados de testes são descritos, é importante especificar o equipamento utilizado, a posição durante o teste, o procedimento do teste, instruções e motivações conferidas e os parâmetros testados (BØ *et al.*, 2005).

Todos esses métodos têm o seu lugar na avaliação do fisioterapeuta, mas todos têm as suas limitações. Medidas do desempenho dos MAP é uma ciência em evolução, o que pode mudar à medida que novas tecnologias se tornam disponíveis (BØ, 2005).

2.1. Observação clínica da musculatura do assoalho pélvico

A observação clínica do movimento de elevação do assoalho pélvico durante uma contração correta é o passo inicial para a medida da função muscular local. É um método qualitativo que detecta um fechamento anal, um aperto da parede vaginal posterior e um fechamento do introito vaginal (SHULL, 2002). No entanto, esse movimento pode ser criado apenas pela contração da musculatura perineal superficial, não exercendo influência no mecanismo de fechamento uretral. De maneira oposta, pode ocorrer uma contração adequada da musculatura sem movimento externo visível. Particularmente em indivíduos obesos, essa elevação do assoalho pélvico pode ser difícil de ser notada (BØ & FINCKENHAGEN, 2001; DOUGHERTY *et al.*, 1998).

Este método apresenta como vantagens ser uma técnica aplicável à população de qualquer idade, ter custo financeiro baixo, e ser capaz de visualizar a contração associada com a tosse e com a atividade dos músculos acessórios. Dentre suas desvantagens é citada a sua subjetividade, o fato de permitir avaliar somente a coordenação e a observação somente da atividade da camada superficial do assoalho pélvico, assumindo, portanto, que a camada profunda responde da mesma forma.

2.2. Palpação vaginal da musculatura do assoalho pélvico

É a palpação dos MAP por via vaginal. Geralmente é realizada com as pacientes em decúbito dorsal, joelhos fletidos e pernas afastadas. A posição do dedo do examinador e a quantidade de dedos usados para avaliar têm variado nos estudos. Kegel sugere a utilização de dois dedos para a realização do procedimento (HANH *et al.*, 1996). No exame vaginal, solicita-se à paciente que contraia e mantenha a contração dos músculos perineais localizados no terço médio da vagina ao redor do dedo do examinador (SHULL *et al.*, 2002). A graduação da capacidade de contração e da força dessa musculatura é feita através de diferentes escalas (MORENO, 2004). A escala de Oxford é uma das mais utilizadas (ISHERWOOD, 2000) para graduação da força e da

contração muscular sendo: grau 0 - ausência de resposta muscular dos músculos perivaginais; grau 1 - esboço de contração muscular não sustentada; grau 2 - presença de contração de pequena intensidade, mas que não se sustenta; grau 3 - contração moderada, sentida como um aumento de pressão intravaginal, que comprime os dedos do examinador com pequena elevação cranial da parede vaginal; grau 4 - contração satisfatória, aquela que aperta os dedos do examinador com elevação da parede vaginal em direção à sínfise púbica; grau 5 - contração forte, compressão firme dos dedos do examinador com movimento positivo em direção à sínfise púbica (FRAWLEY, 2006a; SCHINDL *et al.*, 2002). Essa escala apresenta confiabilidade variada com valores de teste Kappa e de correlações de valores variando de moderada a muito boa.

Outra escala utilizada é a de Brink, que incorpora uma combinação de escalas de quatro pontos em três categorias: pressão de contração, deslocamento vertical dos dedos dos examinadores e duração da contração. O escore varia de 0 a 12 (HUNDLEY *et al.*, 2005). A International Continence Society recomenda adotar uma escala nova, simples e de quatro pontos: ausente, fraco, moderado e forte. Uma avaliação da confiabilidade e validade desta nova escala ainda não foi reportada na literatura (FRAWLEY *et al.*, 2006b).

Apresenta como vantagens ser um método simples (SHULL, 2002; PESCHERS *et al.*, 2001), de custo financeiro baixo, capaz de visualizar a contração associada com a tosse e com capacidade do indivíduo de contrair durante a tosse. Pode ser usada com o paciente em ortostatismo (em pé). Através desta escala, é possível distinguir independentemente as forças das paredes lateral direita, esquerda e inferior. Dentre suas desvantagens está o fato de ser considerada uma técnica subjetiva e de não apresentar sensibilidade para distinguir adequadamente as diferentes pontuações atribuídas pelas escalas.

2.3. Ultrassonografia

Ultrassonografia perineal (sonda transperineal) permite a visualização da posição do colo da bexiga durante a contração do assoalho pélvico. As mulheres devem estar com a bexiga cheia para a realização do teste. Uma elevação do colo da bexiga em média

11.2 mm (95% de intervalo de confiança) identifica ação muscular do assoalho pélvico. A ultrassonografia transabdominal (sonda sobre a musculatura abdominal) mensura o movimento anterior e crânio-ventral do assoalho pélvico através do movimento da parede posterior da bexiga. A aplicação da ultrassonografia perineal, e particularmente o transabdominal, é um método não invasivo que permite avaliar a contração, a posição anatômica e o volume da musculatura, além de funcionar como biofeedback (DIETZ *et al.*, 2002; MORKVED *et al.*, 2004; HOWARD *et al.*, 2000). É necessária a avaliação da validade e confiabilidade das medidas conferidas por este instrumento.

Dentre suas vantagens está o fato de ser uma técnica realizada em tempo real, capaz de visualizar a contração associada com a tosse; outra vantagem é que pode ser usada com o paciente em ortostatismo, além de funcionar como biofeedback para o paciente. Uma desvantagem é seu alto custo financeiro.

2.4. Eletromiografia dos músculos do assoalho pélvico

A técnica de eletromiografia (EMG) permite a aquisição de parâmetros eletrofisiológicos que definem o músculo estriado esquelético como sendo normal ou anormal (LOSE *et al.*, 1998). A EMG registra os potenciais elétricos gerados pela despolarização das fibras musculares em repouso e durante a contração voluntária; avalia a capacidade de contração e registra a sua amplitude em microvolts (μV) (RETT *et al.*, 2005). Esta tecnologia está sendo amplamente utilizada para estudar o controle neural do assoalho pélvico (ENCK & VODUSEK, 2006). A disposição dos eletrodos no assoalho pélvico pode ser de superfície no corpo perineal ou através da introdução de uma sonda vaginal. O registro eletromiográfico da atividade elétrica muscular (potenciais de ação) é registrado em um determinado período de tempo tanto em repouso quanto durante uma contração dos músculos do assoalho pélvico (DEINDL *et al.*, 1993; RETT *et al.*, 2005).

A identificação de parâmetros do sinal eletromiográfico a partir da utilização da Transformada rápida de Fourier (FFT), como a frequência mediana do espectro de potência, pode evidenciar a relação entre altas e baixas frequências no decorrer da atividade muscular. Em contrações isométricas, ocorre um deslocamento para a

esquerda do espectro de potência, em direção às menores frequências, com a fadiga (DIEFENTHAELER & VAZ, 2008).

Em estudos que utilizaram registros de eletromiografias, a função de densidade espectral de potência e a função de potência cumulativa são usadas para examinar a mudança das características de frequência da EMG com sujeitos variados, músculos, níveis de tensão e estado de fadiga. Usando parâmetros como auto correlação, densidade espectral de potência, potência cumulativa e frequência da potência média, os médicos podem definir o estado das doenças (SAWASKAR).

Dentre suas vantagens está o fato de ser uma técnica realizada em tempo real, capaz de visualizar a contração associada com a musculatura abdominal; de poder ser usada com a paciente em ortostatismo; e funcionar como biofeedback para o paciente. Apresenta como desvantagens o seu alto custo econômico e o fato de não distinguir independentemente potenciais de ação das paredes lateral direita, esquerda e posterior do canal vaginal.

2.5. Perineômetro

O perineômetro pressórico (FIG. 4) é um dispositivo sensível à pressão, que é inserido na vagina e provê valores numéricos em centímetros de água para a contração muscular (BØ *et al.*, 2005; FRAWLEY, 2006a; HUNDLEY *et al.*, 2005; FRAWLEY *et al.*, 2006b; SARTORE *et al.*, 2003; BØ & FINCKENHAGEN, 2001; ISHERWOOD *et al.*, 2000; SANTIESTEBAN, 1988; HANH *et al.*, 1996; BØ *et al.*, 1990). Trata-se de um aparelho que fornece medidas manométricas de mudanças das pressões vaginal em um eletrodo geralmente confeccionado em silicone. Este aparelho promove uma medida indireta da força, pois um aumento da pressão abdominal pode causar alterações na leitura do aparelho. (SHULL, 2002; BØ, 1992).

Suas vantagens incluem o fato de ser um instrumento de custo intermediário em relação à eletromiografia, e de ser capaz de medir quantitativamente a pressão e resistência de forma indireta; além de poder ser utilizado em indivíduos em ortostatismo. Suas desvantagens são medir pressão e não força, não distinguir independentemente as forças

das paredes lateral direita, esquerda e inferior do canal vaginal, apresentar diferentes resultados com os diferentes tamanhos de sonda, e permitir a interferência de todos os aumentos da pressão intra-abdominal nas medidas conferidas pelo instrumento.



FIGURA 4 - Perineômetro da marca Peritron®

2.6. Dinamômetro estático

O dinamômetro estático (FIG. 5) é um instrumento desenvolvido para medir a força isométrica dos MAP e apresenta excelente resposta de confiabilidade inter e intra-examinador, validação e comparação com a técnica de toque muscular manual (DUMOULIN *et al.*, 2003; MORIN *et al.*, 2007). O dinamômetro foi elaborado e construído no Canadá por uma urologista chamada Chantale Dumoulin, apresentou excelentes propriedades como dispositivo de medição na calibração em laboratório e foi bem aceito entre as mulheres que se submeteram à pesquisa. O dinamômetro tem o formato de um espéculo e é composto por duas barras de alumínio, sendo que na barra inferior estão dispostos extensômetros (sensores de força) que por sua vez se conectam a uma unidade de tratamento de sinais e esta a um computador. A resultante das forças exercidas pela musculatura do assoalho pélvico no braço inferior do espéculo é medida pelos extensômetros (DUMOULIN *et al.*, 2003; DUMOULIN *et al.*, 2004; MORIN *et al.*, 2004a; MORIN *et al.*, 2004b).

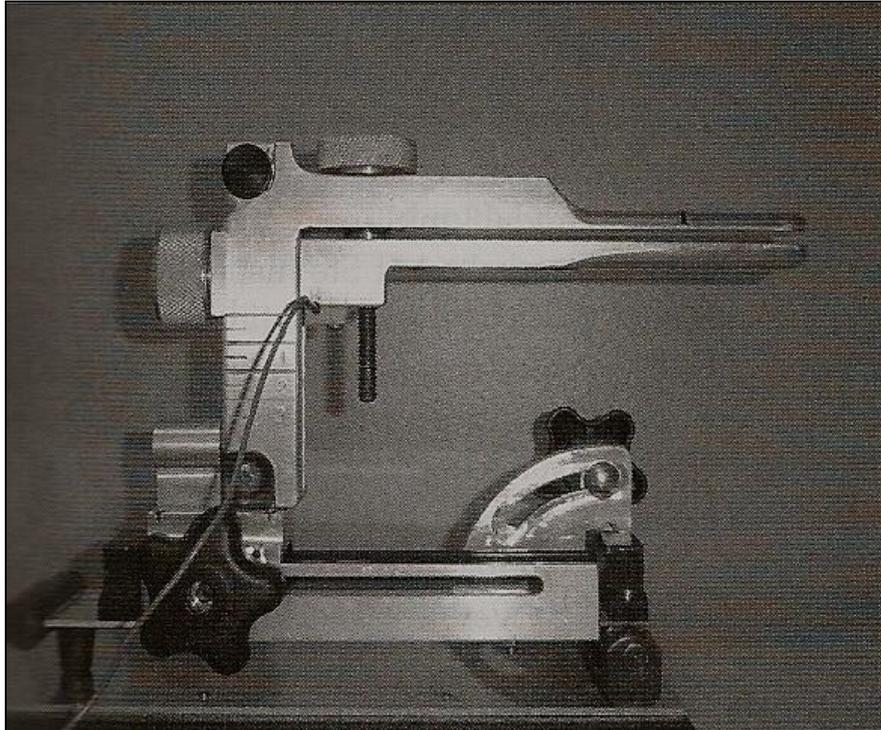


FIGURA 5: Dinamômetro estático

FONTE: DUMOLIN & MORIN, 2007.

Traz as vantagens de ser um instrumento que mede a força do assoalho pélvico de forma quantitativa e direta, e que funciona como biofeedback ao usuário. Apresenta como desvantagens não conseguir distinguir independentemente as forças das paredes lateral direita, esquerda e inferior; não estar disponível no mercado, sendo somente usado em pesquisas, além de não realizar medidas em ortostatismo.

2.7. Cones vaginais

Um cone vaginal é um dispositivo que pode ser inserido na vagina para fornecer resistência e feedback sensorial aos músculos do assoalho pélvico à medida que os músculos contraem. A forma e o tamanho dos cones são iguais (FIG. 6), apenas seus pesos variam de 10 a 90 gramas. Um cone de peso adequado é inserido na vagina e tende a sair, o que ocasionará a sensação de perda do cone promovendo assim um feedback sensorial, e fazendo com que o músculo do assoalho pélvico contraia em resposta (MORENO, 2004; BØ *et al.*, 1999). Tem sido utilizado como um método de treinamento dos músculos do assoalho pélvico.

Apresenta como vantagens um custo acessível ao usuário, agir como um feedback sensorial dos músculos do assoalho pélvico e poder ser utilizado durante as atividades de vida diária. Apresenta a desvantagens de não conseguir distinguir as forças das paredes do canal vaginal e de ser uma medida indireta de força.



FIGURA 6 - Cones Vaginais

2.8. Sonda Vaginal Multidirecional

A sonda vaginal multidirecional (SVM) (SALEME *et al.*, 2007a) é um dispositivo (FIG. 7) capaz de medir a força dos MAP por via vaginal no plano sagital e transversal simultaneamente, mantendo a mesma distensão vaginal. Possui oito sensores de força resistivos defasados de 90° ao longo de um cilindro de 100 mm de comprimento e diâmetro de 25 mm (SALEME *et al.*, 2007b). Este instrumento será descrito com mais detalhes na seção de metodologia deste estudo.

A propriedade psicométrica validade concorrente avaliada concomitantemente com o instrumento Peritron[®] apresentou alta correlação para a variável resistência muscular e pico de contração máxima da musculatura do assoalho pélvico, e correlação moderada para a variável força basal dos MAP. A confiabilidade teste-reteste da SVM variou de

moderada a boa para a variável força basal (0,68), resistência muscular (0,75) e pico de força máxima (0,72). A confiabilidade inter-examinador da SVM foi moderada (0,57; 0,58; 0,60) para todas as três variáveis de força estudadas no assoalho pélvico entre os dois examinadores que realizaram a coleta de dados. A confiabilidade intra-examinador da SVM variou de moderada a boa (0,70; 0,78; 0,75) para o examinador 1 e de moderada a fraca (0,56; 0,30; 0,30) para o examinador 2 (SALEME, 2009c).



FIGURA 7 - Sonda Vaginal Multidirecional.

Este instrumento apresenta como vantagens a multidirecionalidade associada à distensão uniforme do canal vaginal e a não necessidade de estabilização dos sensores em função da temperatura; ele favorece a realização de medidas simultâneas das forças que atuam no canal vaginal nos planos sagital e transversal concomitantemente; mede a força quantitativamente e de forma direta; funciona como biofeedback. A multidirecionalidade também tem como vantagem clínica a identificação de possíveis lesões (por exemplo: lesão perineal na parede posterior do canal vaginal) e conseqüentemente assimetrias funcionais que podem ser abordadas especificamente por programas de reabilitação. A desvantagem deste instrumento é que ainda não está disponível no mercado.

A sonda vaginal multidirecional destina-se a avaliar especificamente duas das componentes da variável função do assoalho pélvico: força muscular e resistência muscular. Um instrumento desenvolvido apenas para ser aplicado sob a forma de quantificação pré e pós-tratamento de fortalecimento do assoalho pélvico pode ter a sua aplicabilidade limitada, uma vez que ter este instrumento como uma ferramenta para o diagnóstico também seria interessante. Então, para que a sonda vaginal multidirecional seja utilizada como um instrumento capaz de auxiliar no diagnóstico funcional dos MAPS torna-se necessário realizar a análise do sinal no domínio da frequência pela Transformada de Fourier. Desta maneira, poderia-se chegar à frequência fundamental da musculatura do assoalho pélvico, ou seja, a frequência de oscilação da musculatura do assoalho pélvico. Através deste instrumento é possível também identificar a frequência fundamental de cada parede da musculatura pélvica, pois, sendo este aparelho capaz de registrar o sinal de força separadamente por paredes, a análise deste sinal no domínio da frequência também poderia ser realizado separadamente para cada parede, o que é de extrema importância para identificar o local preciso do problema do assoalho pélvico, ou seja, qual músculo ou grupo muscular está em desequilíbrio.

2.9. Domínio da frequência: uma breve explicação das bases matemáticas

Transformada de Fourier (TF) é, em essência, uma ferramenta matemática que realiza a transição entre as variáveis tempo e frequência de sinal. É muito usada em suas formas discreta (DFT – *Discrete Fourier Transform*) e rápida (FFT - *Fast Fourier Transform*). A teoria de Fourier diz que qualquer sinal ou imagens podem ser expressos como uma soma de uma série de sinusóides (senos e cossenos), baseada na ideia que qualquer função pode ser decomposta de senos e de cossenos de diferentes frequências (NAJARIAN, 2006).

No espectro de frequências (frequência em que ocorre o sinal) pode se observar que o sinal é formado pelas seguintes frequências: sinal com frequência (5 a 10 Hz) e frequências altas relativas a ruídos (60 HZ). Infelizmente, a maioria dos sinais provenientes de instrumentos analíticos apresenta-se contaminada com ruídos, dificultando a interpretação e a modelagem das propriedades associadas a estes sinais. Os ruídos afetam os limites de detecção, de decisão e de determinação, os quais são

figuras de mérito na avaliação do desempenho de instrumentos e métodos analíticos (CERQUEIRA, 2000).

A remoção de ruídos em diversas áreas da ciência e da engenharia é realizada por meio de filtros de ruídos fundamentados na TF (CERQUEIRA, 2000). As filtragens mais simples e mais utilizadas são através de filtro ‘passa faixa’ ou do tipo ‘passa banda’ que remove ou deixa passar regiões selecionadas de frequências. Os filtros são classificados quanto à frequência em ‘passa baixa’ (quando esta faixa que passa está próxima à origem) e ‘passa alta’ (quando está afastada). Na filtragem ‘passa baixa’ os componentes de baixa frequência da TF não são alterados, enquanto os de alta frequência são removidos. Isto permite que apenas os componentes de frequência baixa (sinal) passem, cortando as frequências altas (ruídos) (GONZAGA, 2008).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar a frequência de oscilação da musculatura do assoalho pélvico durante a contração por meio de Sonda Vaginal Multidirecional (SVM) em mulheres sem disfunção do assoalho pélvico.

3.2. Objetivos específicos

- Analisar qual frequência é dominante nas paredes anterior, lateral direita, lateral esquerda e posterior;
- Verificar se existe concordância entre as frequências nas paredes anterior, lateral direita, lateral esquerda e posterior;
- Avaliar a reprodutibilidade intra e inter-examinador.

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1. Sistema de medição

O sistema de medição desenvolvido no Laboratório de Bioengenharia (Labbio) da UFMG é composto de três partes: a sonda com os sensores SFR (sensores de força resistivos), o sistema de aquisição de dados e o programa de processamento e visualização dos resultados (SALEME *et al.*, 2007a, SALEME *et al.*, 2007b).

4.1.1. A sonda

O dispositivo foi projetado de forma a seguir a morfologia e a anatomia do canal vaginal descrito na literatura, destacando-se os seguintes aspectos: tamanho do canal vaginal, diâmetro, ponto de maior pressão imposta pelas estruturas e funções da musculatura do assoalho pélvico. A sonda foi confeccionada em Teflon com três diferentes diâmetros. Ao revisar a literatura ficou evidenciado que a medição de força da musculatura do assoalho pélvico via vaginal apresentava melhor confiabilidade quando o canal vaginal era distendido pela sonda de 2,5 cm a 3 cm de diâmetro. Portanto, optou-se por fazer os testes com a sonda que possuía um diâmetro de 2,5 cm.

A FIG. 8 mostra o dispositivo desenvolvido, que consiste de três partes: cúpula, elemento sensível e manipulador. A cúpula possui formato anatômico e circular de forma a favorecer a inserção do instrumento no canal vaginal causando, desta forma, um mínimo desconforto para as usuárias.

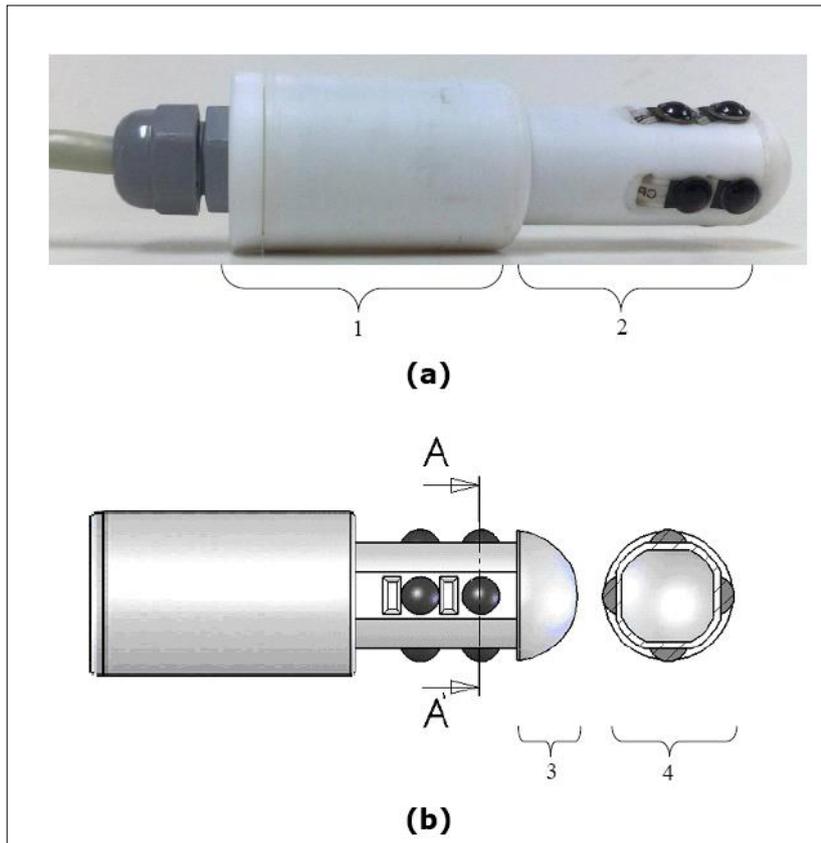


FIGURA 8 - Sonda multidirecional: (a) Foto da sonda Vaginal Multidirecional; (b) Desenho esquemático. Subdivisões da sonda: (1) manipulador, (2) elemento sensível, (3) cúpula e (4) secção transversal.

A porção sensível é formada por oito sensores de força resistivos (8 mm de diâmetro e 0,1 mm de altura, modelo SENM-08A, CHINA) dispostos aos pares em um cilindro (diâmetro externo de 35 mm com um canal interno central de 20 mm de diâmetro para coletar os fios dos sensores) com quatro faces planas ortogonais dispostas longitudinalmente ao longo da superfície do cilindro (1 mm de altura, 10 mm de largura e 80 mm de comprimento). Dois sensores de força resistivos (SFR) foram fixados em cada face ortogonal, mantendo-se uma distância de 24 mm entre os centros de cada sensor. Para se garantir a correta distribuição de carga sobre cada sensor, como resultado da ação dos músculos do assoalho pélvico, uma cobertura semiesférica de silicone (8 mm de diâmetro) foi acoplada a cada sensor SFR. O manipulador (diâmetro de 45 mm e comprimento de 60 mm) foi desenvolvido para o manuseio apropriado do operador, auxiliando-o no correto posicionamento e ajuste do dispositivo ao longo do canal vaginal.

4.1.2. Sistema de aquisição de dados e software de captura

O sistema de aquisição tem como função fazer a leitura do valor de resistência proveniente de cada sensor SFR, converter estes sinais em valores equivalentes à força e enviar o resultado para o *Software* de análise.

A resistência elétrica é variável de acordo com a força aplicada sobre a superfície do sensor. Para medir a variação de resistência do sensor SFR, utiliza-se um divisor de tensão. Este divisor de tensão é um circuito elétrico composto por um sensor de resistência variável conectado em série à resistência escolhida. Ambas as resistências estão submetidas a uma diferença de potencial escolhida. Usando este divisor de tensão é possível avaliar a variação de tensão - V_s , gerada pelo sensor. Neste estudo, o valor escolhido para a resistência fixa foi de 470 k Ω e 1,225 V para a tensão, conforme FIG. 9. O sinal de tensão - V_s , passa por um amplificador operacional com um ganho de 10. O sinal é, então, enviado a um filtro 'passa baixo' de primeira ordem com frequência de corte de 5 Hz, a fim de retirar os ruídos de alta frequência (filtro anti-aliasing). A saída do filtro é conectada a um conversor analógico/digital (A/D) com resolução de 12 bits. Este sinal digital é coletado com uma frequência de 200 Hz e passa por um filtro digital para retirar os ruídos de baixa frequência.

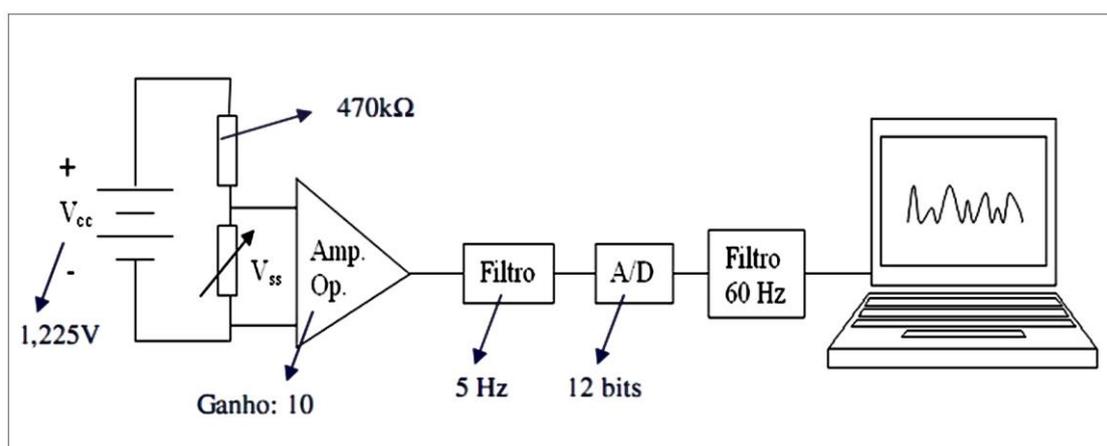


FIGURA 9 - Referência de Diferença de Potencial.

O sinal resultante filtrado é enviado via porta serial (RS 232) para o Software de análise. A frequência de amostragem dos dados é programada por este software podendo variar

de 1 a 10 Hz. Porém, a frequência de amostragem utilizada foi 10 Hz, pois esta é o dobro da frequência de corte, no caso 5 Hz.

O software Sistaquisic (BIOS Eletrônica e Informática Ltda, Belo Horizonte, Brasil), realiza a leitura dos dados de tensão do sistema de aquisição, e em um primeiro momento os converte em dados de resistência. Em segundo lugar, de acordo com a curva de calibração do sensor, o software realiza a leitura da força exercida pelos músculos do assoalho pélvico em cada sensor. O software apresenta os dados em tela de forma gráfica, gera arquivos para posterior análise e possibilita a escolha da frequência de coleta dos dados, conforme pode ser visualizado na tela do software ilustrada na FIG. 10.

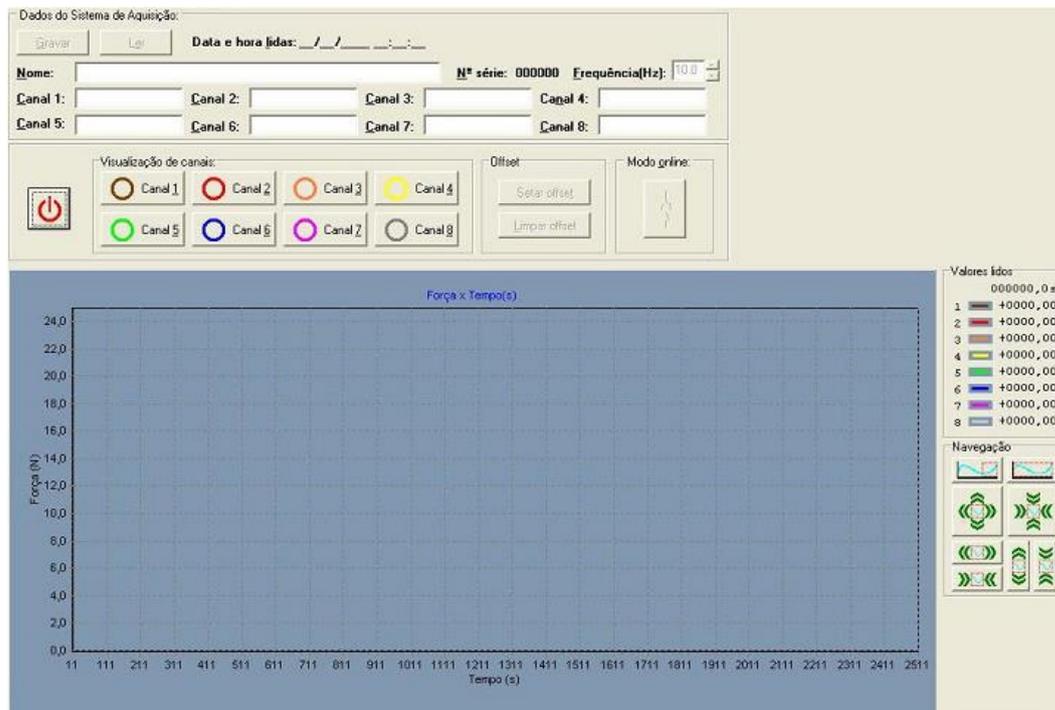


FIGURA 10 - Software Sistaquisic.

4.2. Protocolo Clínico

Neste estudo foi avaliado um grupo composto por 29 mulheres hígdas. Todas as participantes foram selecionadas, por conveniência, entre as mulheres que se apresentavam para o exame ginecológico de rotina e as que trabalhavam no ambulatório do Serviço de Ginecologia e Obstetrícia do Hospital das Clínicas da UFMG.

Somente eram incluídas no estudo as mulheres que concordassem com a pesquisa e assinassem o termo de consentimento livre esclarecido (Anexo I).

Como critérios de exclusão do estudo ficaram estabelecidos: mulheres com idade inferior a dezoito anos e superior a setenta anos, mulheres com cardiopatias graves, mulheres com doenças que contraindicassem a prática do teste do protótipo, mulheres que não pudessem assumir a posição de litotomia (posição de exame ginecológico de rotina), mulheres com prolapso genital, mulheres com presença de alteração cognitiva que dificultasse a compreensão dos procedimentos, mulheres portadoras de doenças neurológicas, mulheres que não pudessem ser submetidas ao uso de eletrodo vaginal por estenose do canal vaginal e/ou pela integridade do hímen, mulheres que após serem instruídas sobre a contração dos MAP mantinham a realização de comando inverso.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP-UFMG nº 289/06 (Anexo II)) e o Termo de Consentimento Livre Esclarecido foi assinado por cada participante, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O registro do estudo junto à SISNEP possui o seguinte número de protocolo CAAE - 0289.0.203.000-06.

4.3. Medidas de avaliação e procedimento

Antes de iniciar os procedimentos, as voluntárias assinaram termo de consentimento livre e esclarecido e responderam a uma avaliação. Todos os procedimentos realizados foram explicados para as participantes. Foram dadas informações sobre anatomia e função da musculatura do assoalho pélvico utilizando modelo de genital feminino (contendo vagina, canal vaginal, útero e ovários) e ilustração da topografia dos órgãos

pélvicos (contendo útero, bexiga, vagina e linha dos músculos do assoalho pélvico). Antes da aplicação do protocolo, as voluntárias foram treinadas sobre a correta contração dos MAP.

4.3.1. Medidas pela observação visual

Para medir a habilidade de contração e visualizar a possível presença de prolapso genital, as participantes foram posicionadas em litotomia e orientadas a realizar primeiro manobras provocativas e logo em seguida 3 contrações da MAP sob o comando verbal: “realize uma tosse”, “contraia o períneo como se fosse prender o xixi”. Foram dadas orientações verbais acerca da correta contração a cada uma das 3 repetições feitas. Então, atribuiu-se um índice para indicar o desempenho que foi atingido nas contrações:

1. Contração correta (compressão ao redor das aberturas pélvicas com movimento cranial e em direção à sínfise púbica);
2. Esforço de contração/solicitação extenuante, ou contração inversa/inconclusiva;
3. Sem contração.

4.3.2. Medidas pelo toque vaginal bidigital

Para medir a capacidade de contração e força dos MAP por palpação bidigital vaginal, a participante permaneceu na postura supina, com os quadris e joelhos flexionados, o quadril abduzido e rodado externamente, e apoiado em um rolo de dimensões 800 mm de diâmetro e 600 mm de comprimento. Tal posicionamento evitou a utilização demasiada da musculatura acessória como os músculos adutores e glúteos. A examinadora utilizou luvas, gel lubrificante íntimo hipoalérgico e os dedos indicador e médio para o toque bidigital, assegurando, desta forma, o bom contato com o lúmen vaginal. Foram solicitadas de 3 a 5 contrações dos MAPS (média de 4 repetições), sob o comando verbal: “contraia o períneo como se fosse prender o xixi”. As contrações eram sustentadas por 6 segundos e um relaxamento de 12 segundos era solicitado. A mão da fisioterapeuta permaneceu sob a região abdominal inferior da paciente para assegurar a

não utilização excessiva desta musculatura e orientações para correções acerca da correta contração foram dadas a cada repetição.

TABELA 1 - Escala Modificada de Oxford

Grau 0	Ausência de resposta muscular dos músculos perivaginais.
Grau 1	Esboço de contração muscular não sustentada.
Grau 2	Presença de contração de pequena intensidade, mas que se sustenta.
Grau 3	Contração moderada, sentida como um aumento de pressão intravaginal, que comprime os dedos do examinador com pequena elevação cranial da parede vaginal.
Grau 4	Contração satisfatória, aquela que aperta os dedos do examinador com elevação da parede vaginal em direção à sínfise púbica.
Grau 5	Contração forte, compressão firme dos dedos do examinador com movimento positivo em direção à sínfise púbica.

FONTE - ISHERWOOD, 2000.

4.3.3. Medidas utilizando a sonda vaginal multidirecional

Duas fisioterapeutas foram previamente treinadas para esta medição de acordo com os seguintes parâmetros: o intervalo de tempo estabelecido entre as medidas das duas fisioterapeutas foi de 5 minutos, ambas eram cegas durante a realização da coleta de dados, ambas foram previamente treinadas em relação ao protocolo e instrumentação.

Para as medidas com a SVM, foram estabelecidos cinco minutos de repouso à paciente, antes da inserção da sonda.

As participantes foram posicionadas da mesma forma que para a realização do toque vaginal. O toque vaginal bidigital foi realizado sempre anteriormente à inserção do

protótipo de modo a evitar viés no estudo (MORIN *et al.*, 2004). Às participantes do estudo, foi solicitado manter a respiração livre e não manter diálogo ou dar risadas durante o protocolo, para que não houvesse interferência na medição devido ao aumento de pressão intra-abdominal (Valsalva) ou possível desconcentração das mesmas durante a realização das contrações.

Um preservativo da marca Microtex (não lubrificado) foi utilizado para revestir as sondas e a lubrificação apropriada conferida por um gel hipoalérgico. A medição foi realizada duas vezes com intervalo de 4 semanas, acompanhando o ciclo menstrual, sempre seguindo a mesma ordem (a 1ª fisioterapeuta que realizava a 1ª medição era sempre a mesma em todas as medidas feitas). Caso alguma participante estivesse realizando exercícios de fortalecimento dos MAP, ela era advertida a não aumentar as séries dos exercícios durante o intervalo entre as duas medidas, ou não iniciá-los caso não tivesse o hábito de fazê-los no momento da 1ª avaliação, a fim de evitar qualquer aumento significativo de força muscular entre as duas medidas.

Para assegurar o posicionamento adequado, o protótipo foi inserido no canal vaginal e uma contração simples foi solicitada à voluntária. Durante a contração, a sonda foi posicionada assegurando-se que a região de maior resistência estivesse em contato direto com os sensores. Em média, o protótipo foi posicionado até a profundidade de 50 mm. Isso permitiu que os sensores acoplados ao protótipo se alocassem por volta de 35 mm da abertura da cavidade vaginal, onde se localiza a região de maior força ao longo do canal conferida pela musculatura do assoalho pélvico (BØ, 1992).

Para confirmar a disposição adequada do protótipo no canal vaginal, foi realizada a ressonância magnética da pelve de uma voluntária com a inserção de uma réplica exata (de material polimérico) da SVM. A ressonância magnética foi realizada na ECOAR Medicina Diagnóstica (Belo Horizonte, MG), sob a supervisão de uma médica. A FIG. 11 mostra uma vista coronal da ressonância magnética da pelve da voluntária com a réplica da sonda dentro do canal vaginal. É importante ressaltar que a parte média da sonda, onde estão os sensores, estava posicionada na região do assoalho pélvico capaz de produzir maior força, ou seja, a uma profundidade de 35mm da entrada do canal vaginal.

4.3.4. Protocolo para coleta de dados

A fisioterapeuta introduzia a sonda no canal vaginal, com sua mão estabilizando a base do mesmo após seu posicionamento, de forma que o antebraço/cotovelo do terapeuta estivesse apoiado sob o rolo. As instruções utilizadas para cada contração foram “contraia o períneo com força como se quisesse segurar o xixi”. A sequência de contrações musculares compreendeu: (1) relaxamento dos músculos do assoalho pélvico por 90 s a fim de registrar o valor basal de força da paciente, (2) solicitação de ciclos de contração muscular, com contração similar à realizada durante a avaliação com o toque vaginal. Estes ciclos abrangiam três contrações máximas, sustentadas por dez segundos, com um intervalo de um minuto e meio entre cada uma delas (MORIN *et al.*, 2004). O mesmo encorajamento verbal foi utilizado durante cada contração. Ao final da última contração foi dado um intervalo de 30s antes da retirada do protótipo e um tempo de cinco minutos antes do início do mesmo protocolo com a 2ª fisioterapeuta. Este protocolo pode ser melhor visualizado na FIG. 12. Durante todo o protocolo a 2ª fisioterapeuta cronometrava o tempo das contrações/relaxamentos, mostrando o visor do cronômetro à terapeuta que realizava a medida. Desta forma nenhuma avaliadora tinha contato com o registro gráfico das contrações de cada participante.

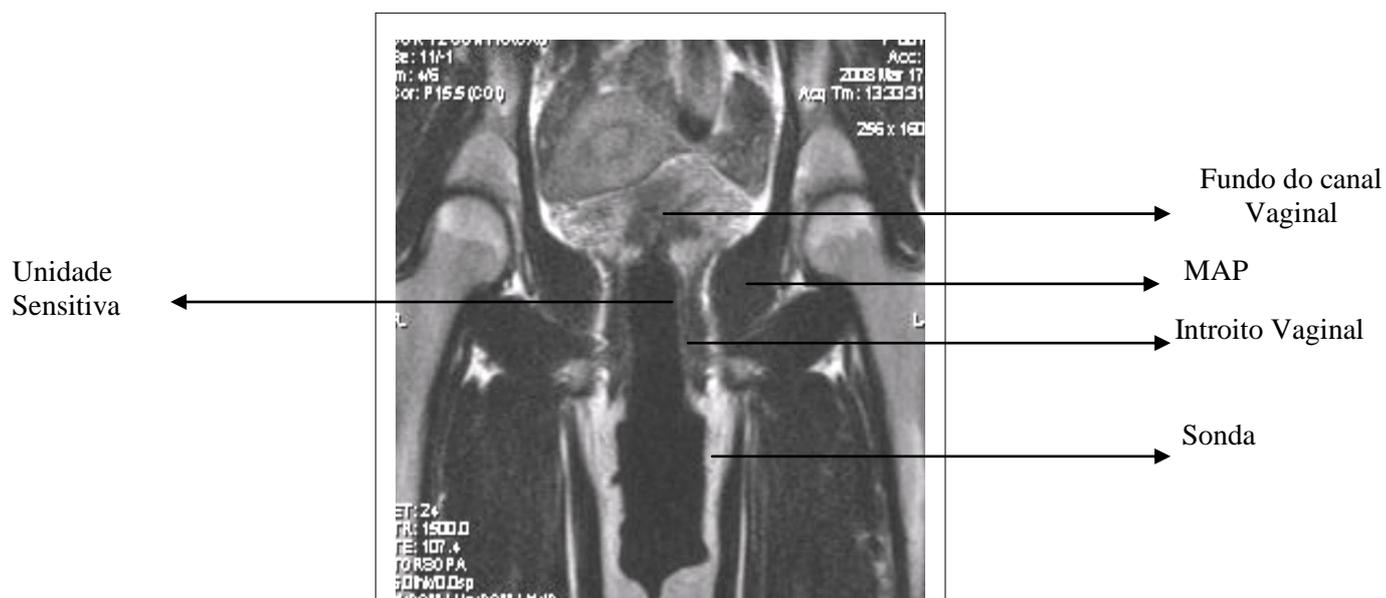


FIGURA 11 - Corte Coronal da Ressonância Magnética com a sonda vaginal multidirecional inserida no canal vaginal de participante voluntária da pesquisa.

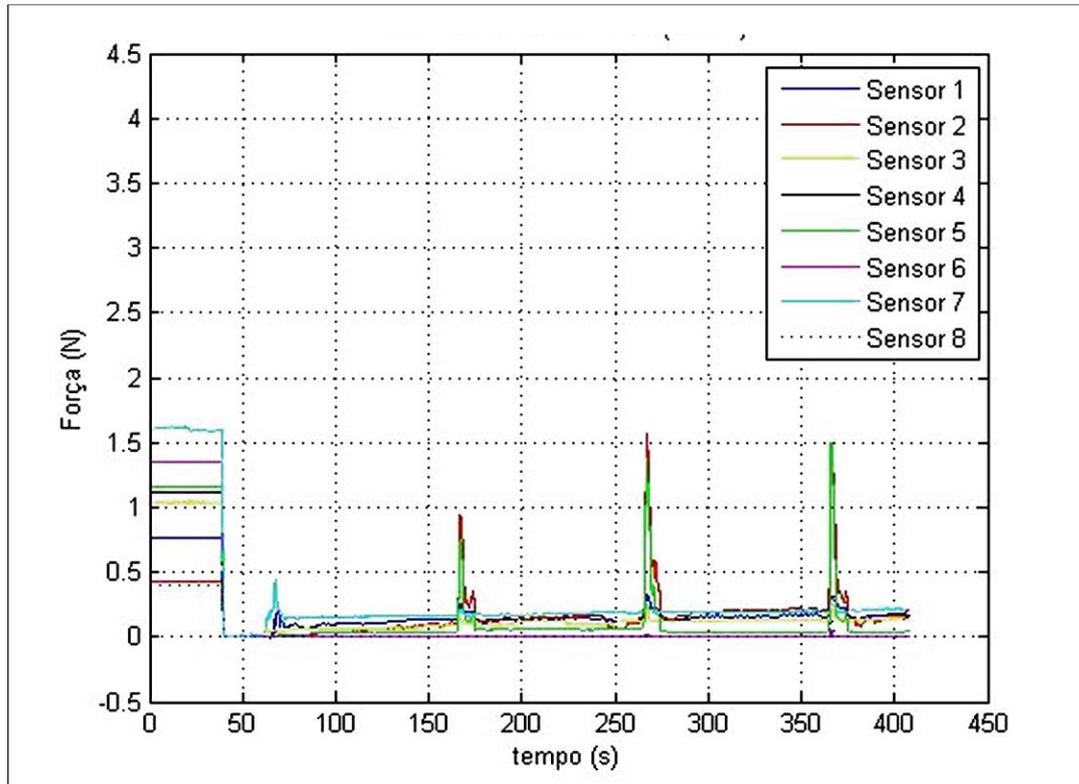


FIGURA 12 - Perfil do protocolo de contração dos MAP com a SVM. No Primeiro instante temos o sinal original da sonda antes de determinar O offset do sistema – que pode ser visto no tempo entre 0 e 40s, posteriormente pode ser observado o set-point inicial do sistema com todas as forças iguais a zero, e posteriormente as três contrações do exercício.

4.3.5. Processamento dos dados coletados

O processamento dos dados seguiu o seguinte protocolo: o sinal coletado pelo sistema de aquisição foi armazenado em um computador e posteriormente processado utilizando o programa matemático MATLAB[®] 7.3.0. O sinal foi processado separando o sinal obtido com a contração, e eliminando as faixas em que não ocorriam contrações, na tentativa de evitar a frequência da repetição do exercício. A análise estatística da FFT foi utilizada para separar a frequência com maior amplitude, conforme a FIG. 13, que representa um diagrama em blocos do processamento do sinal.

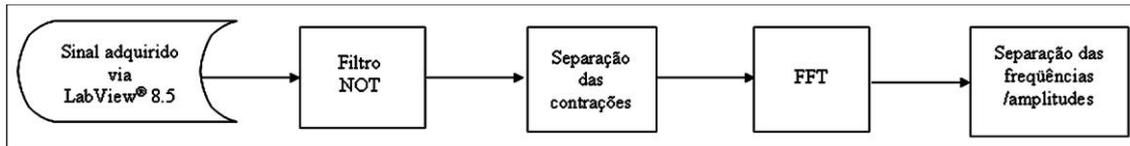


FIGURA 13 – Fluxograma do processamento do sinal em MATLAB[®] 7.3.0.

O tratamento do sinal consistiu em retirar a componente contínua do sinal, ou seja, a interferência do sinal de 60 Hz da rede elétrica, separar as frequências mais significativas e excluir frequências cujo valor da amplitude fosse inferior a 40 % do valor da amplitude de maior valor de frequência. Tais frequências foram consideradas como ruídos no sinal.

Para o cálculo da medida a ser utilizada no processamento dos dados da SVM, utilizou-se dentre as três contrações máximas sustentadas do assoalho pélvico, somente aquela que apresentava maior valor de força registrado no sensor. A frequência mediana foi utilizada; pois segundo Stulen e De Luca (1982), esse parâmetro estatístico tem a função de dividir a Ficha de medição em duas, sendo essa a que melhor reflete as alterações fisiológicas que ocorrem no músculo durante contrações sustentadas (DE LUCA, 1997), tais como a velocidade de condução das fibras musculares e o recrutamento da unidade motora (SOLOMONOW *et al.*, 1990).

Embora existam oito sensores no sistema de medição, para a análise estatística da FFT foi utilizado somente um sensor em cada parede, os sensores pares, de acordo com a seguinte distribuição: parede anterior (sensor 2- S2), parede lateral direita (sensor 4- S4), parede posterior (sensor 6- S6) e parede lateral esquerda (sensor 8- S8). Como foi verificado que o sensor 5 estava com defeito, optou-se por excluir todos os sensores ímpares.

Considerando as particularidades de um desenho metodológico, podem-se listar as principais ameaças à validade interna dos resultados deste estudo como sendo: maturação, efeito teste e instrumentação. Abaixo são listadas as definições das ameaças

internas e como elas foram contornadas por meio de estratégias metodológicas neste estudo.

Maturação: “Qualquer mudança ao longo do tempo que possa resultar de processos internos do sujeito” (HULLEY *et al.*, 2003). Os estudos sugerem que a flutuação dos hormônios femininos através do ciclo menstrual não afetam características de contração muscular (JANSEN *et al.*, 2001). Para realizar a confiabilidade teste-reteste e confiabilidade inter-examinador, respeitou-se um intervalo de 28 a 32 dias, para conforto das participantes. Este tempo corresponde à média de tempo de um ciclo menstrual normal. Portanto, tanto a primeira medida quanto a segunda medida foram realizadas uma semana após o fim do ciclo menstrual de cada mulher. Grandes intervalos entre as medidas podem levar a mudanças que comprometem a estabilidade e, conseqüentemente, a confiabilidade da medida, e intervalos pequenos favorecem o efeito memória do teste pela participante da pesquisa.

Teste: “Qualquer mudança que possa ser atribuída aos efeitos da avaliação repetida” (HULLEY *et al.*, 2003). Anteriormente à realização do protocolo de aferição das medidas de força da musculatura do assoalho pélvico, um trabalho de familiarização do protocolo sugerido com as mulheres avaliadas foi realizado. O processo de familiarização teve como objetivo conferir instruções padronizadas antes do teste, de modo que a avaliada estivesse ciente de toda a rotina que envolvia a coleta de dados. Além disso, outro objetivo foi diminuir o efeito de diferentes fatores intervenientes no rendimento, possibilitando que a avaliada aproxime-se o máximo possível do seu real desempenho em um determinado procedimento de teste (LIMA *et al.*, 2004). A participante foi instruída sobre a técnica de execução da contração dos MAP, inclusive realizando-a sem a SVM. Assim, pôde-se especular que um novo padrão motor, desencadeado pelos processos de aprendizagem do movimento originados na sessão de familiarização, garantiu uma melhor eficiência mecânica na coleta de dados do teste (LIMA *et al.*, 2004), permitindo uma melhoria do desempenho da contração dos músculos do assoalho pélvico, uma vez que 30 % das mulheres não sabem contrair adequadamente os MAP na primeira tentativa (BØ, 2004).

Instrumentação: “Qualquer mudança que ocorra no instrumento de medida ou no procedimento de avaliação ao longo do tempo” (HULLEY *et al.*, 2003). Todo o sistema de aquisição de dados foi devidamente calibrado, e uma análise de incerteza foi obtida para este sistema de medição. O intuito deste procedimento foi assegurar a confiabilidade do sistema de medição *in vitro*. Para a realização do toque vaginal bidital, optou-se por uma avaliadora com experiência clínica na área de Ginecologia e Obstetrícia e que possuísse familiarização com a escala modificada de Oxford. A utilização de um protocolo das Normas NBR e a realização da análise de incerteza seguindo fórmulas do INMETRO condensam os erros inerentes do sistema de medição em um só resultado. Outro procedimento realizado para evitar ameaça à validade interna da instrumentação, foi à familiarização dos dois terapeutas com a instrumentação, e o cegamento de ambos durante a coleta de dados, assim como na análise e processamento dos dados. A análise e processamento dos dados foram realizados por outros dois pesquisadores que não tiveram contato com os avaliadores, nem com o processo da coleta *in situ*.

4.4. Análise estatística

Para a análise da distribuição dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Os dados demográficos foram apresentados como média \pm desvio-padrão e por frequência. Para a avaliação da reprodutibilidade intra e inter-examinadores foi usado o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI). Os dados de frequência estão representados como moda. Foi considerado um $\alpha = 5\%$ para significância estatística.

Para análise da frequência fundamental foram consideradas todas as frequências registradas para cada parede, para ambos os avaliadores (M e V) nas duas avaliações realizadas por cada um. Foi utilizado somente um sensor em cada parede, os sensores pares, de acordo com a seguinte distribuição: parede anterior (sensor 2- S2), parede lateral direita (sensor 4- S4), parede posterior (sensor 6- S6) e parede lateral esquerda (sensor 8- S8).

5. RESULTADOS

5.1. Características demográficas das participantes

Foram incluídas neste estudo 29 mulheres com média e desvio padrão de idade de $42 \pm 11,76$ anos e índice de massa corporal (IMC) de $22,23 \pm 2,27$. As características demográficas, com distribuição de todas as participantes, são mostradas na TABELA 2.

5.2. Resultado da análise da frequência fundamental

A frequência mais presente em todas as paredes foi 0,07937 Hz, sendo esta a possível fundamental. As figuras de 14 a 17 mostram os histogramas de todas as frequências divididas por paredes.

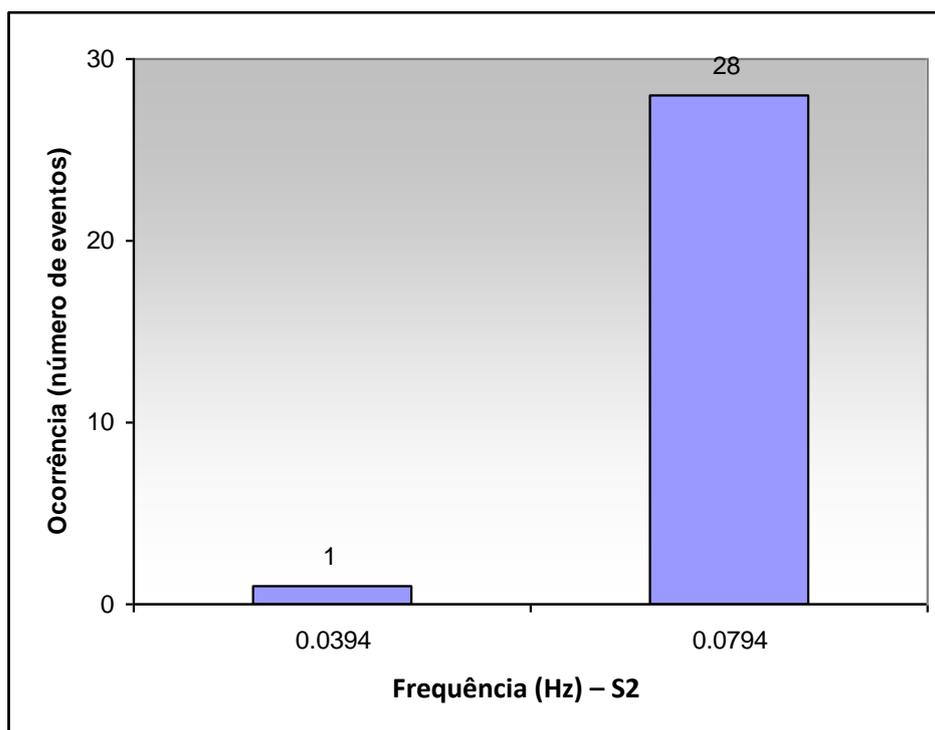


FIGURA 14 - Histograma de todas as frequências encontradas na parede anterior.

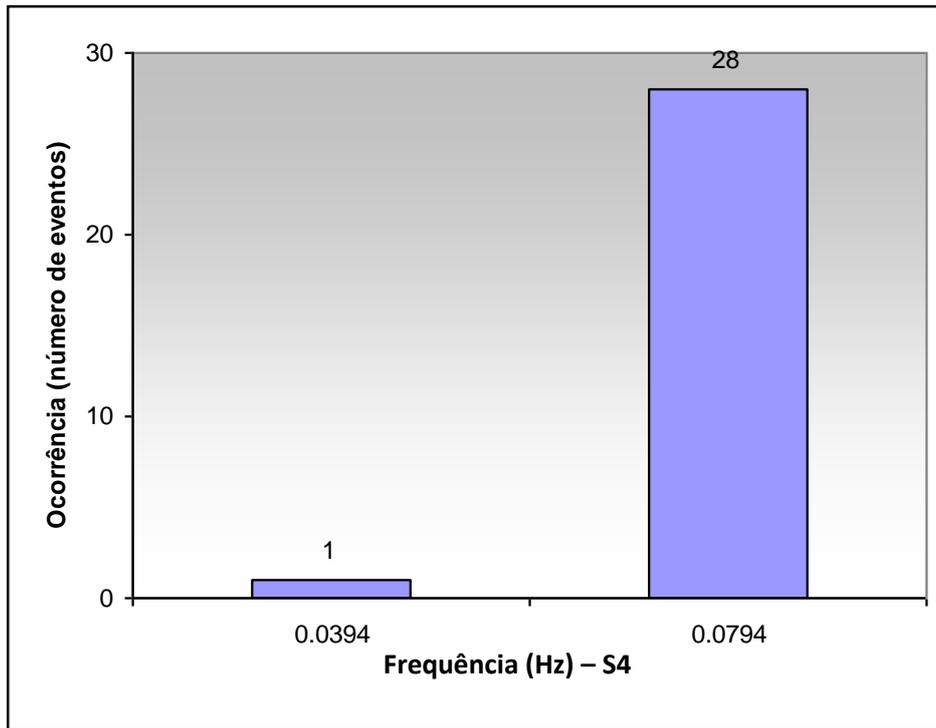


FIGURA 15 - Histograma de todas as frequências encontradas na parede lateral direita.

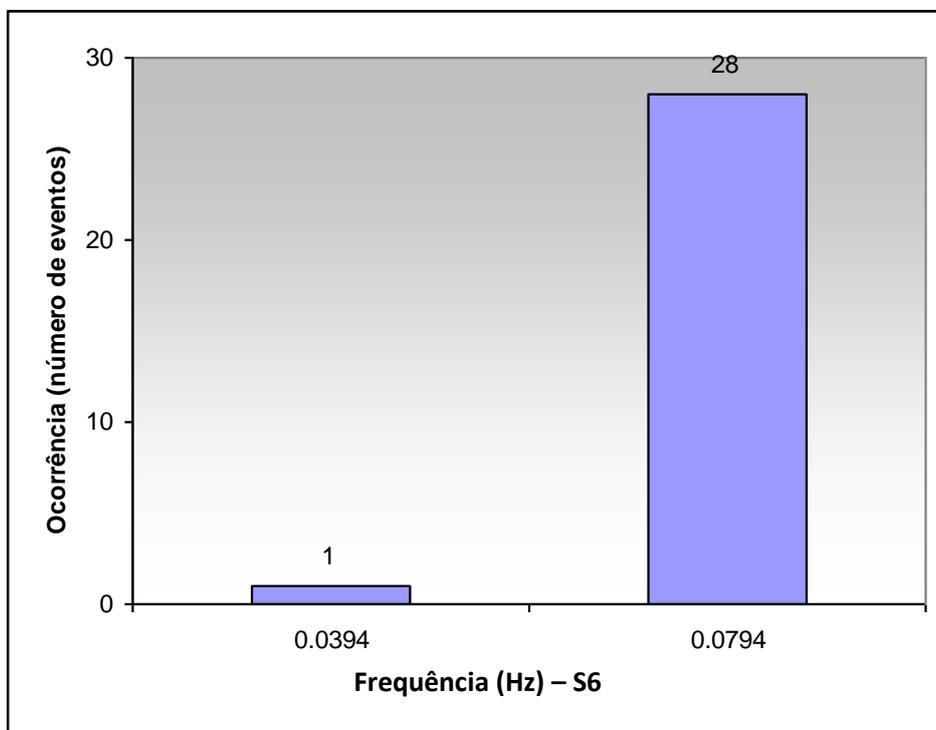


FIGURA 16 - Histograma de todas as frequências encontradas na parede posterior.

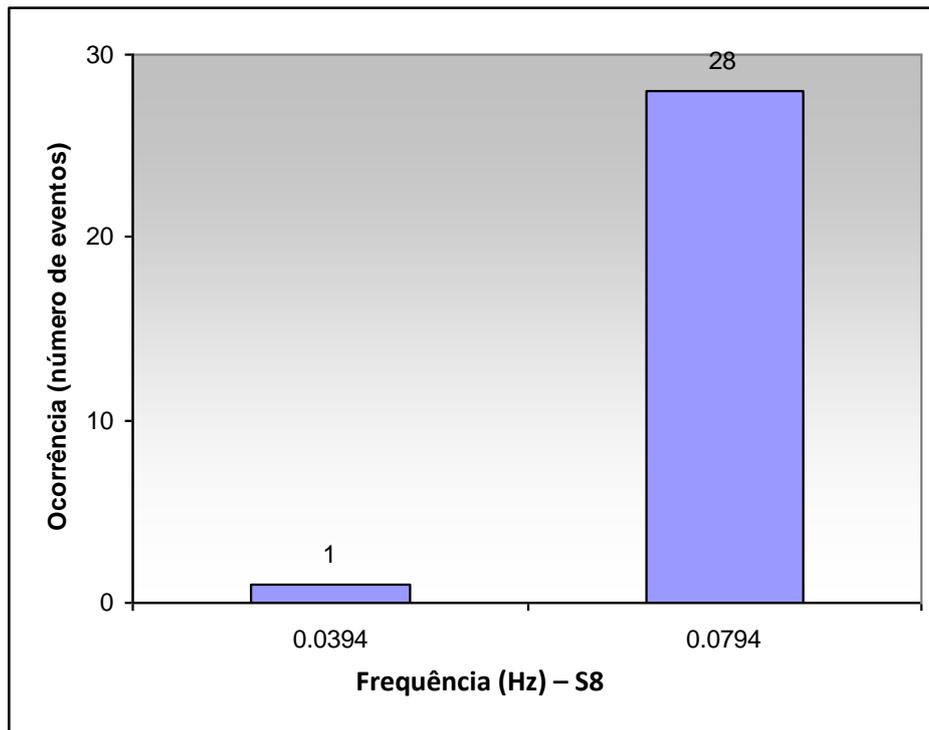


FIGURA 17 - Histograma de todas as frequências encontradas na parede esquerda.

A FIGURA 18 mostra um zoom da Transformada de Fourier, na qual pode ser observada a frequência fundamental de cada parede (0,07937 Hz), ou seja, a frequência que teve a maior amplitude de todas as frequências encontradas no sinal.

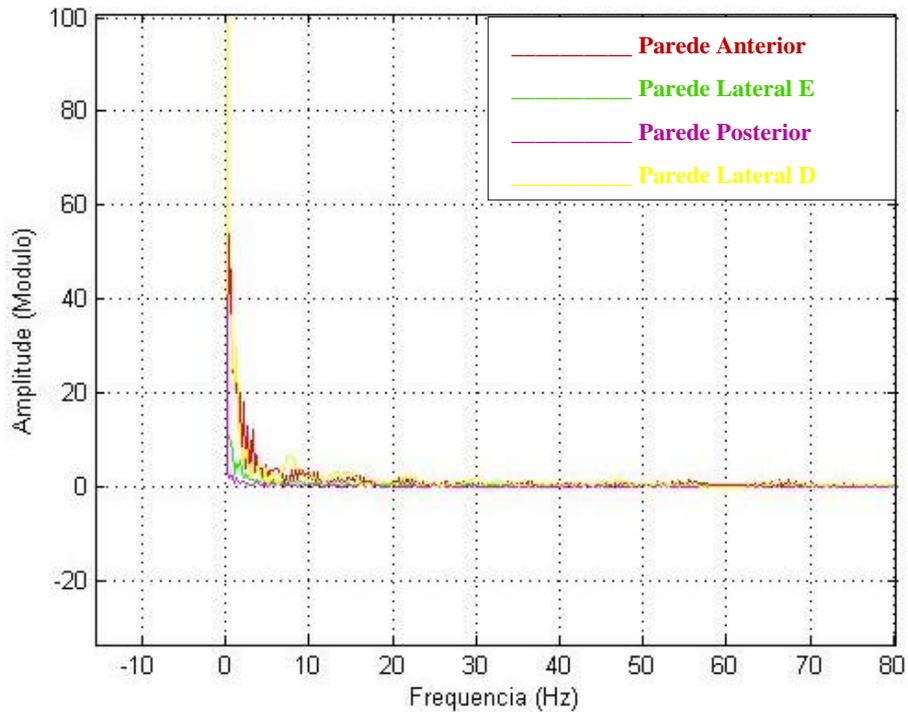


FIGURA 18: Zoom do gráfico da Transformada de Fourier do sinal separado por paredes.

5.3. Resultado da análise de reprodutibilidade

Para análise da normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro- Wilk. Os dados apresentam uma distribuição não normal. Foi encontrado um nível de significância de $p < 0,05$ para todas as variáveis.

A análise descritiva dos dados de frequência está representada como moda. A moda de todas as frequências em todos os sensores avaliados foi 0,07937 Hz.

Não foi encontrada reprodutibilidade intra- examinador para ambos os examinadores (M e V). Para o avaliador 1 (M), não existe reprodutibilidade para nenhum dos sensores testados (S2, S4, S6 e S8), pois houve 14 perdas para cada sensor avaliado e a variância é zero. Para o avaliador 2 (V), não existe reprodutibilidade para nenhum dos sensores testados (S2, S4, S6 e S8), pois houve 19 perdas para cada sensor avaliado e a variância é zero. Logo a reprodutibilidade inter-examinadores foi nula.

TABELA 2 - Características demográficas das participantes da pesquisa

CARACTERÍSTICAS INDIVIDUAIS	N	100 %
	29	
ESTADO CIVIL		
Solteira	18	62,09
Casada	6	20,69
Viúva	1	3,45
Separada	4	13,79
ATIVIDADE FÍSICA		
Não	20	68,97
Sim	9	31,07
ESCOLARIDADE		
Até 4 anos	1	3,45
De 7 a 10 anos	2	6,89
De 11 a 14 anos	11	37,93
De 15 a 20 anos	7	24,14
De 21 a 25 anos	8	27,59
PARIDADE		
Nulípara	22	75,86
Até 2	3	10,35
DE 3 a 5	4	13,79
MENOPAUSA		
Não	24	82,76
Sim	5	17,24
TERAPIA HORMONAL		
Não	29	100
Sim	0	0
TOSSE CRÔNICA		
Não	28	96,55
Sim	1	3,45
COSTIPAÇÃO INTESTINAL		
Não	19	65,52
Sim	10	34,48

6. DISCUSSÃO

SALEME (2009c) em seu estudo comprovou que a SVM é um instrumento válido e confiável para a avaliação da variável Pico de Força Máxima e Resistência muscular dos músculos do assoalho pélvico. A metodologia utilizada para o protocolo de coleta dos dados e análise do sinal no domínio da força se mostrou adequada. Embora sua análise para a variável força esteja coerente e tenha demonstrado bons resultados para a força do assoalho pélvico, o mesmo não se pode afirmar quando se trata da análise desses dados no domínio da frequência. A metodologia utilizada para coleta da força mostrou-se inadequada para a análise desta variável. As incoerências da análise no domínio da frequência utilizando esta metodologia de coleta serão apontadas ao longo da discussão desta dissertação.

De acordo com os resultados apresentados por SALEME (2009c), os dados da força ao serem tratados por meio da Transformada de Fourier, apresentaram uma moda de frequência para musculatura do assoalho pélvico de 0,079 Hz, uma frequência mínima em todas as paredes de 0,039 Hz, uma frequência máxima de 2,142 Hz em todas as paredes e a frequência mediana variou para cada parede (parede anterior = 0,161 Hz; parede lateral direita = 0,275 Hz; parede posterior = 0,317 Hz e parede lateral esquerda = 0,317 Hz). A frequência mais recorrente em todas as quatro paredes vaginais foi 0,079 Hz. Estes resultados estão na mesma faixa de frequência dos achados de CONSTANTINOU & OMATA (2007) para contrações ativas e reflexas dos MAP. Estes autores realizaram a FFT dos dados obtidos com sua sonda vaginal e encontraram frequências consideradas altas (0.5 Hz a 4.4 Hz) durante contrações reflexas dos músculos do assoalho pélvico decorrentes de uma tosse quando comparadas com contrações voluntárias concêntricas (e não isométricas) do assoalho pélvico cuja faixa de frequência variou de 0,25 Hz a 0,5 Hz.

Porém, no artigo de CONSTANTINOU & OMATA (2007), não foi relatado como foi feito o tratamento do sinal usando a FFT. Parece que foram isolados os blocos tanto das contrações reflexas dos músculos do assoalho pélvico decorrentes de uma tosse, quanto os das contrações voluntárias concêntricas (FIG. 19). O sinal analisado pode não corresponder à frequência da musculatura do assoalho pélvico e sim à frequência dos

exercícios realizados para gerar os dados de força, ou seja, o sinal capta a frequência do exercício e não a frequência de vibração da musculatura (a frequência encontrada pode ser a fundamental do sinal por completo, mas não a fundamental da musculatura). Outro ponto importante que deve ser levado em consideração, é que os gráficos estão no domínio do tempo, o que é complicado, pois não se pode medir quantas oscilações ocorrem no intervalo de 0 a 25 segundos (ocorrem 10 oscilações em 5 segundos ou ocorrem 3 oscilações), não dá para saber por que foram omitidos muitos dados importantes. Além do mais, foi muito enfatizado a questão da tosse, que reflete uma situação atípica de recrutamento do assoalho pélvico, ou seja, na tosse ocorre um recrutamento reflexo da musculatura o que não representa o real recrutamento do assoalho pélvico em situações de exercícios ou até mesmo de fadiga durante o exercício dos músculos em questão. Logo, como não foi feito o tratamento destes dados, as frequências encontradas (0,25 Hz a 4,4 Hz) podem não ser frequências do assoalho pélvico e sim frequências do exercício realizado durante a coleta dos dados.

No entanto, as frequências descritas no estudo de SALEME (2009c) foram encontradas a partir de uma análise realizada considerando todas as frequências encontradas nas quatro paredes, para o primeiro e para os outros harmônicos seguintes. Neste ponto encontramos a seguinte incoerência: o segundo harmônio não é uma frequência do sinal,

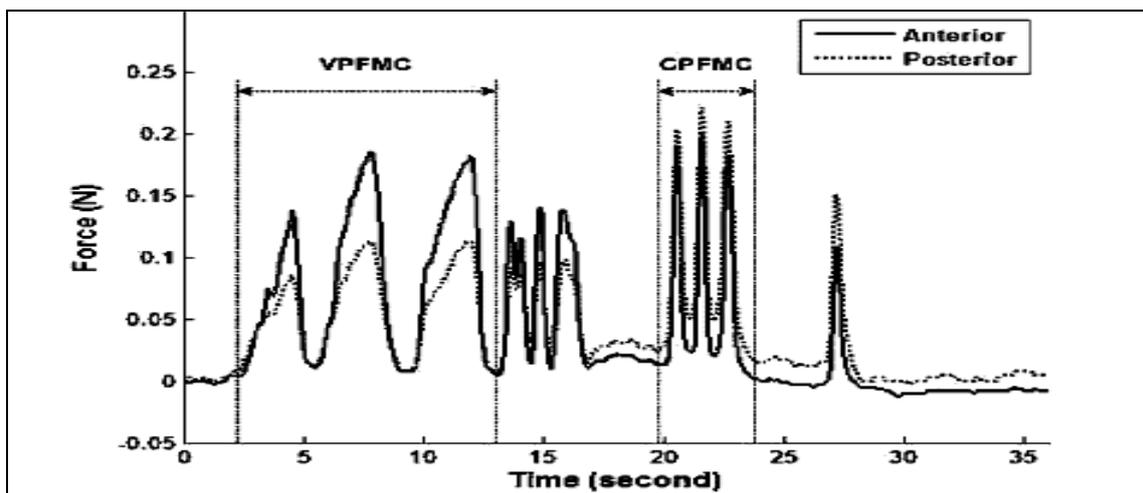


FIGURA 19: Registro sequencial da força nas paredes anterior e posterior da vagina durante contrações voluntárias dos músculos do assoalho pélvico (VPFMC) e contrações dos músculos do assoalho pélvico durante a tosse (CPFMC). Os sinais durante as três VPFMC e CPMC são mostrados.

FONTE: CONSTANTINO & OMATA (2007).

ele é um harmônico, é a mesma frequência encontrada no primeiro harmônico só que espelhada. Desta maneira, as frequências encontradas a partir do segundo harmônico não poderiam ser incluídas para análise da frequência, pois elas já foram avaliadas ao analisar as frequências encontradas para o primeiro harmônico. Logo, os valores encontrados para as frequências neste estudo não são confiáveis, pois a análise realizada neste estudo não pode ser considerada correta.

A metodologia utilizada neste estudo foi boa para a análise da força assim como o protocolo utilizado de uma sequência de contrações musculares que compreendeu três contrações máximas, sustentadas por dez segundos, com um intervalo de um minuto e meio entre cada uma delas. Neste estudo usou-se 40% da amplitude do sinal porque a análise inicial foi feita para fazer a média do sinal para a força do assoalho pélvico. A influência de 40% não era muito grande e dava resultados coerentes com baixo erro, resultados reprodutíveis para a média da força. Entretanto, para o domínio da frequência isso traz um grande problema: como varia o período da oscilação do sinal, quando se realiza a conversão para o tempo ele gera um erro na análise que considera o período como sendo a frequência do sinal, o qual não é/ou pode não ser, pois, não se sabe se realmente há uma oscilação lá dentro, e não se pode provar que houve meia oscilação.

Portanto, o problema está na coleta de dados, onde foram encontradas as dificuldades no tipo de metodologia utilizada no estudo de SALEME (2009c). Quando se coleta sinais de 8 em 8, de 10 em 10, de 6 em 6 segundos, com descanso entre cada contração, não se consegue padronizar corretamente o começo e o final do sinal, pois o reflexo de resposta de cada paciente é diferente. A análise para padronizar a força é uma, e para a frequência é outra. Isso gera incoerências, se forem realizadas análises em frequências baixas, por exemplo, e se inverter a frequência de 0.079 Hz, o resultado encontrado é aproximadamente 13 segundos, mais do que 10 segundos, ainda assim seriam necessários 3 segundos para concluir uma oscilação da musculatura, e o resultado pode estar mascarado. Esse raciocínio é coerente, pois a frequência é igual ao inverso do período ($f = 1/T$), e período é o tempo da duração de uma oscilação. Logo, este sinal analisado leva a um resultado que pode não ser correto, descartando toda a possibilidade dessa análise.

A partir deste ponto, o presente estudo realizou outra análise utilizando os mesmos dados do estudo de SALEME (2009c), considerando somente a primeira frequência, visto que os harmônicos apresentam a mesma frequência de forma espelhada. De acordo com os resultados encontrados na análise estatística do presente estudo foi possível verificar que a provável frequência fundamental para todas as paredes foi a mesma, ou seja, o valor encontrado foi 0,07937 Hz. Este valor não pode ser tomado como verdade absoluta porque houve problema no procedimento de coleta de dados. O procedimento utilizado para coleta do sinal não foi adequado para análise de frequência primeiramente porque o sinal foi cortado em 40% eliminando frequências que podem estar influenciando na ativação do músculo (para obter a média da força no estudo de SALEME 2009c, foi um procedimento coerente), mas para a análise de frequência não. Segundo, por causa da variação do tempo de contração em cada paciente (as pacientes tiveram contrações variando de 3 a 8 segundos de sinal), pois a forma como os dados foram processados gerou uma interpretação desses tempos variados como sendo um período de oscilação (por exemplo, a frequência de 0,079 Hz, citada acima, corresponde a uma contração de 12,66 s). Para análise de FFT isso não funciona, pois cada momento tem um tempo, então quando foi feito o corte em 40% o sinal foi menor do que 10 segundos, e na realidade foi excluído o tempo que tinha frequência. Para a FFT funcionar é preciso haver pelo menos uma oscilação dentro do sinal captado para análise do sinal. O ideal para diminuir a probabilidade de erros seria garantir várias oscilações dentro do sinal.

SALEME e colaboradores (2009d) realizaram um estudo no qual uma mulher saudável foi submetida a um protocolo com três exercícios diferentes para determinar em qual frequência a musculatura do assoalho pélvico oscila. O protocolo foi composto dos seguintes exercícios: o primeiro exercício foi uma contração máxima do assoalho pélvico sustentada por 6 segundos; o segundo foi uma série de contrações cíclicas do assoalho pélvico; e o terceiro foi uma contração máxima do assoalho pélvico, sustentada o máximo de tempo possível. Neste estudo foram encontradas as frequências de 0,24 Hz, 0,49 Hz, 0,73 Hz e 0,93 Hz para os quatro sensores e na mesma sequência, com diferença apenas na amplitude, devido às variações de forças aplicadas em cada sensor. Foi verificado que as outras frequências eram múltiplas (dobro) da primeira frequência obtida, de 0,24 Hz. O tratamento do sinal coletado do teste de contração máxima, sustentado o máximo de tempo possível, apresentou as seguintes frequências: 0,24 Hz;

0,49 Hz; 0,73 Hz e 1,22 Hz. A frequência mais significativa desta contração foi 0,49 Hz no sensor da parede anterior e nos demais foi 0,24 Hz. Considerando as demais frequências como harmônicos e desconsiderando que a amplitude do harmônico da parede anterior foi maior do que a frequência atuante tem-se também 0,24 Hz como a frequência mais relevante do sistema. Para o exercício de contrações cíclicas foram evidenciadas duas frequências fundamentais: 0,98 Hz, responsável pelo exercício, e outra de 0,24 Hz, representada por seus harmônicos de 0,49 Hz e 1,47 Hz. Logo, tais foram os problemas de cada exercício realizado neste protocolo.

O primeiro exercício gera o mesmo problema do presente estudo, e o resultado pode estar mascarado, pois o curto período de contração onde foi captado o sinal pode ter eliminado frequências que poderiam estar influenciando na ativação do músculo.

O exercício cíclico pode mascarar a frequência da musculatura do assoalho pélvico, também não é adequado para captar o sinal, mascarando a frequência de oscilação do sinal, captando, assim, a frequência do exercício, como no artigo de CONSTANTINO & OMATA (2007).

O terceiro exercício seria o ideal porque a voluntária mantém a contração o máximo de tempo possível enfatizando no final da contração o sinal de fadiga muscular, o que gera uma aquisição contínua do sinal e do tempo, e tem-se o maior número de frequências no sinal que produz um erro menor no tratamento da FFT.

Neste estudo foi encontrada uma frequência da musculatura do assoalho pélvico de 0,24 Hz, entretanto, o ideal seria avaliar separadamente por paredes, pois cada parede é constituída por músculos diferentes. Portanto, seria esperado obter uma frequência diferente em cada parede. Pode coincidir que seja a mesma frequência da musculatura do assoalho pélvico, mas pode ser que não. Não se pode afirmar isso, mesmo sendo igual, porque sendo grupos musculares diferentes, não significa que eles trabalham nas mesmas frequências.

O tipo de metodologia adequada para coleta do sinal para análise da frequência dos músculos do assoalho pélvico por meio da FFT seria um protocolo de exercício no qual

as participantes realizariam uma contração de força máxima sustentada por um tempo máximo, até atingir o nível de fadiga. Esse é o sinal adequado para avaliar a frequência dos músculos do assoalho pélvico, pois levaria a um aumento na amplitude do sinal da frequência fundamental, o que poderia levar a uma melhora do sinal, com menos mascaramento, além de garantir que várias oscilações estejam dentro do sinal, onde vai aparecer uma faixa de frequências. Nesse tipo de metodologia de coleta de sinal podem aparecer duas frequências fundamentais, que englobam a frequência da musculatura e a frequência de fadiga, ou pode aparecer somente uma que representaria a frequência da musculatura e a da fadiga.

A metodologia de coleta realizada no presente estudo (tempo de sustentação de 10s) não pode ser utilizada para fazer uma análise periódica de uma paciente, pois não fornece dados conclusivos sobre o real comportamento dos músculos do assoalho pélvico. Através do procedimento clínico de sustentar 10 s, não seria possível definir o ponto de corte para se estabelecer parâmetros conclusivos e saber se uma mulher vai ter incontinência ou não, não permitindo, portanto, um diagnóstico preventivo.

Para uma análise clínica, o exercício de contração máxima parece ser muito melhor para se estabelecer pontos de corte para diagnóstico. A partir de uma análise clínica dos dados obtidos da Transformada de Fourier, através de uma contração máxima sustentada ao máximo de tempo, poderia se chegar a um diagnóstico mais preciso, pois seria possível obter mais informações sobre o comportamento da musculatura do assoalho pélvico.

Além de captar melhor o domínio da frequência, consegue-se estabelecer o tempo que a pessoa consegue segurar a contração (entre uma mulher que é incontinente e uma continente pode existir uma diferença importante). Logo, esse tipo de análise poderia fornecer informações sobre a resistência muscular (tempo de sustentação), sobre a coordenação (oscilação da musculatura) e sobre o controle (ativação da musculatura ou não), o que permitiria, através dos dados fornecidos sobre o comportamento da musculatura do assoalho pélvico, fazer um acompanhamento da pessoa, ou seja, um histórico. Por meio deste protocolo é possível obter resultados sobre o que está

acontecendo com a musculatura (fazendo a análise do sinal, análise da frequência) e obter resultados para um diagnóstico clínico e prognóstico.

Utilizando esse protocolo (sustentar o máximo) seria possível captar a frequência fundamental da musculatura pélvica e a frequência de fadiga. Seria possível então verificar se existe uma frequência fundamental da musculatura e uma frequência para fadiga ou se se trata da mesma frequência com amplitudes diferentes.

A partir da análise de FFT com esse tipo de metodologia, talvez seja possível chegar ao diagnóstico clínico e até mesmo ao prognóstico de uma patologia. Além de captar o domínio da frequência melhor, consegue-se verificar a resistência e a qualidade dessa contração (entre uma mulher que é incontinente e uma continente essa diferença pode ser importante), isso poderia ser verificado através do tempo de sustentação (resistência) e do número de oscilações (coordenação). Quem não tem força adequada também pode não ter controle e coordenação e vice-versa. Assim como uma maior oscilação pode estar indicando uma falta de coordenação da musculatura, a ausência de oscilação (um silêncio) poderia ser interpretada como falta de ativação muscular (falta de controle).

Portanto, o resultado do sinal analisado pode ser diferente em uma mulher normal e em outra que tenha algum tipo de alteração do assoalho pélvico; uma ausência de oscilação, uma diminuição do tempo de sustentação e/ou uma maior oscilação poderiam indicar que a mulher tem uma incontinência urinária ou que apresenta uma tendência a ter. Dessa forma seria possível fazer um acompanhamento periódico, e fazer um histórico da pessoa. Através da análise da frequência é possível obter parâmetros sobre o comportamento da musculatura durante sua ativação, resultados imprescindíveis para se fazer um diagnóstico clínico, um prognóstico, bem como para se traçar condutas fisioterapêuticas mais adequadas.

7. CONCLUSÕES

O procedimento de análise do sinal no domínio da frequência pela FFT apresentou uma frequência de oscilação para cada parede do assoalho pélvico de 0,07937 Hz na população de mulheres estudadas. Porém, não se pode afirmar que este valor é correto, pois a metodologia utilizada para coleta do sinal não se mostrou adequada para análise da FFT.

Não foi encontrada reprodutibilidade intra- examinador para ambos os examinadores. Logo a reprodutibilidade inter-examinadores foi nula.

8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Estudos sobre frequências de oscilação musculares ainda são escassos na literatura e são inconclusivos. O presente estudo foi uma abertura para uma discussão sobre a importância de se pesquisar esta linha, pois é uma área promissora para se realizar diagnóstico clínico, além de fornecer parâmetros mais objetivos para a escolha da conduta fisioterapêutica e fornecer dados importantes para acompanhamento após a alta.

Por conseguinte, estudos adicionais são necessários para se estabelecer a real frequência de oscilação da musculatura do assoalho pélvico e como essa musculatura se comporta durante sua ativação. Dentre os trabalhos que devem e podem ser desenvolvidos, encontram-se:

- 1– Realizar a análise do sinal no domínio da frequência com uma amostra de mulheres híginas que sejam submetidas a um protocolo de exercício com uma contração máxima sustentada o máximo de tempo até atingir a fadiga, para averiguar a frequência fundamental da musculatura do assoalho pélvico e a frequência de fadiga.
- 2– Realizar a análise do sinal no domínio da frequência com o sinal captado através da eletromiografia dos músculos do assoalho pélvico utilizando o mesmo protocolo acima, e correlacionar os dados encontrados com a análise do sinal captado com a sonda vaginal multidirecional, para averiguar se existe relação entre os achados encontrados.
- 3– Realizar a análise do sinal no domínio da frequência com uma amostra de mulheres com diagnóstico de incontinência urinária por esforço para se estabelecer a frequência fundamental e a frequência de fadiga para esse tipo de população.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRAHAMS P, *et al.* The standardization of terminology of lower urinary tract function: Report from the standartization sub-comitte of the International Continenence Society. *Neuourology and Urodynamic*, v. 21, p. 167-78, 2002.
2. AMARO, J.L.; *et al.* Pelvic floor muscle evaluation in incontinent patients. *Urogynecol. J.*, v. 16, p. 352-354, 2005.
3. ASHTON-MILLER, J.A.; HOWARD, D.; DELANCEY, J.O.L. The Functional Anatomy of the Female Pelvic Floor and Stress Continence Control System. *Scand J Urol Nephrol Suppl.* v. 207, p. 1-125, 2001.
4. ASHTON-MILLER, J.A.; DELANCEY, J.O.L. Functional anatomy of the female pelvic floor. In: K. Bo, B. Berghmans, S. Morkved, M. Van Kampen. *Evidence-based physical therapy for the pelvic floor*. Philadelphia: Elsevier, p. 19-34, 2007.
5. BALMFORTH, J.; ROBISON, D. Pelvic organ prolapse. In: K. Bo, B. Berghmans, S. Morkved, M. Van Kampen. *Evidence-based physical therapy for the pelvic floor*. Philadelphia: Elsevier, p. 233-240, 2007.
6. BARACHO, E.; MORENO, A.L. A reeducação da musculatura do assoalho pélvico como método de tratamento conservador da incontinência urinária. In: BARACHO, E.; MORENO, A.L. *Fisioterapia aplicada a obstetrícia, urologia e aspectos de mastologia*. 4 ed. Rio de Janeiro: Medsi, c. 34, p. 430-442, 2007.
7. BAYTUR, Y.B; DEVECI, A.; UYAR, Y.; OZCAKIR, H.T.; KIZILKAYA, S.; CAGLAR, H. Mode of delivery and pelvic floor muscle strength and sexual function after childbirth. *International Journal of Gynecology and Obstetrics*. v. 88, p. 276-280, 2005.
8. BØ, K.; KVARSTEIN, B.; HAGEN, R.R.; LARSEN, S. Pelvic floor muscle exercise for the treatment of female stress urinary incontinence: II. Validity of vaginal pressure measurements of pelvic floor muscle strength and the necessity of supplementary methods for control of correct contraction. *Neuourology and urodynamics*. Norway, v. 9, p. 479-487, 1990.

9. BØ, K. Pressure measurements during pelvic floor muscle contractions: The effect of different positions of the vaginal measurements device. *Neurourology and Urodynamics*, Oslo, v. 11, p. 107-113, 1992.
10. BØ, K.; TALSETH, T.; HOLME, I. Single blind, randomised controlled trial of pelvic floor exercises, electrical stimulation, vaginal cones, and no treatment in management of genuine stress incontinence in women. *British Medical Journal*, Oslo, v. 318, p. 487- 493, february, 1999.
11. BØ, K.; FINCKENHAGEN, H, B. Vaginal palpation of the pelvic floor muscle strength: inter-test reproducibility and comparison between palpation and vaginal squeeze pressure. *Acta Obstetricia Gynecologica Scandinavica*, Oslo, v. 80, p. 883-887, May, 2001.
10. BØ, K.; FINCKENHAGEN, H.B. Is there any difference in measurement of pelvic floor muscle strength in supine and standing position? *Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica*. Norway, v. 82, p. 1120-1124, 2003.
11. BØ, K. Pelvic floor muscles training is effective in treatment of female stress urinary incontinence, but how does it work? *International Urogynecol Journal*, Oslo, v. 15, p. 76-84, 2004.
12. BØ, K.; SHERBURN, M. Evaluation of female pelvic floor muscle function and strength. *Physical Therapy*, Norway, v. 85, n. 3, p. 269-282, 2005.
13. BØ, K.; RAASTAD, R.; FINCKENHAGEN, H, B. Does the size of the vaginal probe affect measurement of pelvic floor muscle strength? *Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica*, Oslo, v. 84, p. 129-133, 2005.
14. BØ, K.; SHERBURN M. Measurement of pelvic floor muscle function and strength and pelvic organ prolapse. In: BO. K, BERGHMANS. B, MORKVED. S, VAN KAMPEN. M. Evidence-Based Physical Therapy pelvic floor. Churchill Livingstone: ELSEVIER. p. 45-112, 2007.
15. BUMP, R. Assessment of Kegel pelvic muscle exercises performance after brief verbal instruction. *American Journal Obstetrics Gynecology*, Richmond, v.165, n.2, p. 322-328, 1991.

16. CERQUEIRA, E.O.; POPPI, R.J.; KUBOTA, L.T. Utilização de filtro de transformada de Fourier para a minimização de ruídos em sinais analíticos. *Química Nova*, v. 23(5), p. 690-698, 2000.
17. CIEZA, A.; *et.al.* Linking health-status measurements to the international classification of functioning, disability and health. *J. Rehabil. Med.*, v. 34, n. 5, p. 205- 210, Sept. 2002.
18. CONSTANTINOU, C.E.; OMATA, S. Direction Sensitive Sensor Probe for the Evaluation of Voluntary and Reflex Pelvic Floor Contractions. *Neurourology and Urodynamics*. v. 26, p. 386-391, 2007.
19. CORRÊA, M.D.; JÚNIOR, M.D.C. Feto- Bacia óssea materna- mecanismo de parto. In: BARACHO, E. *Fisioterapia aplicada a obstetrícia, urologia e aspectos de mastologia*. 4 ed. Rio de Janeiro: Medsi, c. 19, p. 201-215, 2007.
20. DEINDL, F.; VODUSEK, D.; HESSE, U.; SCHUSSLER, B. Activity partners of pubococcygeal muscles in nulliparous continent women. *Brithish Journal of Urology*. v. 72, p. 46-51, 1993.
21. DE LUCA, C.J. The use of surface electromyography in biomechanics. *J. Biomech.*, v. 13, p. 135-63, 1997.
22. DI NUBILE, N.A. Strength training. *Clinics in Sports Medicine*, v. 10, n. 1, p. 33-62, 1991.
23. DIEFENTHAELER, F.; VAZ, M.A. Aspectos relacionados à fadiga durante o ciclismo: uma abordagem biomecânica. *Rev. Bras. Med. esporte*, v. 14, n. 5, p. 472-477, 2008.
24. DIETZ, H.P.; JARVIS, S, K.; VANCAILLIE, T, G. The assesment of levator muscle strength: A validation of three ultrasound techniques. *International Urogynecology Journal*, Randwick, v. 13, p. 156-159, 2002.
25. DOUGHERTY, M.C. Current status of research on pelvic muscle strengthening techniques. *Journal Wound Ostomy and Continence Nurses*, North Carolina, v. 25, n. 2, p. 75-83, 1998.
26. DUMOULIN, C.; BOURBONNAIS, D.; LEMIEUX, M.C. Development of a dynamometer for measuring the isometric force of pelvic floor musculature” *Neurourology and Urodynamics*, v. 22, p. 648-653, 2003.

27. DUMOULIN, C; GRAVEL, D; BOURBONNAIS, D; LEMIEUX, M.C. Reliability of dynamometric measurements of pelvic floor musculature. *Neurourology Urodynamic*, v. 22, p. 134-142, 2004.
28. DUMOULIN, C.; MORIN, M. Pelvic floor dynamometry. In: BØ. K, BERGHMANS. B, MORKVED. S, VAN KAMPEN. M. Evidence- Based physical therapy pelvic floor. Churchill Livingstone: ELSEVIER, p. 76-81, 2007.
29. ENCK, P.; VODUSEK, D.B. *Eletromyography of pelvic floor muscles. Journal of electromyography kinesiology*, v.16, p. 568-577, 2006.
30. FELDNER JR, P.C. *et. al.*. Valor da queixa clínica e exame físico no diagnóstico da incontinência urinária. *RBGO*, v. 24, n. 2, p. 87-91, 2002.
31. FRAWLEY, H.C. Pelvic floor muscle strength testing. *Australian Journal of Physicaltherapy*, v. 52, p. 307, 2006.
32. FRAWLEY, H.C.; GALEA, M.P.; PHILLIPS, B.A.; SHERBURN, M.; BO, K. Reability of pelvic floor muscle strength assessment using diferent test positions and tools. *Neurourology and Urodynamics*, Norway, v. 25, n. 3, p. 236-242, 2006a.
33. FRAWLEY, H.C.; GALEA, M.P.; PHILLIPS, B.A.; SHERBURN, M.; Bo,K. Effect of test position on pelvic floor muscle assessment. *International Urogynecology Journal*, Melbourne, v. 17, n. 4, p.365-371, 2006b.
34. GÉO, *et. al.*. Fisiopatologia e abordagem conservadora dos prolapso genitais. In: BARACHO, E.; MORENO, A.L. *Fisioterapia aplicada a obstetrícia, urologia e aspectos de mastologia*. 4 ed. Rio de Janeiro: Medsi, c. 28, p. 300-322, 2007.
35. GIRÃO, M.J.B.C.; *et. al.*. Incontinência urinária de esforço. In: BARACAT, E.C; LIMA, G.R. *Guias de medicina ambulatorial e hospitalar unifesp-escola paulista de medicina: Ginecologia*. 1 ed. São Paulo: Manole, c. 23, p. 189-215, 2005.
36. GONZAGA, S.L.; VIOLA, O.F.; CONCI, A. An approach for enhancing fingerprint images using adaptive Gabor filter parameters. *Pattern Recognition and Image Analysis*, v.18, p.497-506, 2008.
37. GUSMÃO, S.S.; CAMPOS, G.B. *Exame neurológico: bases anátomo-funcionais*. Rio de janeiro: Revinter, c. 6, p. 28-88, 1992.

38. HAHN, I.; MILSOM, I.; OHLSON, B.L.; EKELUND, P. Comparative assessment of pelvic floor function using vaginal cones, vaginal digital palpation and vaginal pressure measurement. *Gynecol. Obstet. Invest.*, v.41, p. 269-274, 1996.
39. HAYLEN, B.T.; *et al.*. An International Urogynecological Association (IUGA)/International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for female pelvic floor dysfunction. *Int. Urogynecol. J.*, v. 21, p. 5-26, 2010.
40. HOWARD, D.; MILLER, J.M.; DELANCEY, J.O. L.; ASHTON-MILLER, J.M. Differential effects of cough, valsava, and continence status on vesical neck movement. *Obstetrics & Gynecology*. Michigan, v. 95, n. 4, p. 535-540, 2000.
41. HUNDLEY, A.F.; WU, J.M.; VISCO, A.G. Acomparision of perineometer to brink score for assessment of pelvic floor muscle strength. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. Chapel Hill, v. 192, p. 1583-1591, 2005.
42. HUNSKAAR, S.; *et.al.*. Epidemiology of urinary (UI) and faecal incontinence (FI) and pelvic organ prolapse (POP). In: ABRAMS, P.; CARDOZO, L.; KHOURY, S.; WEIN, A. *Incontinence: basis & evaluation*, edition 2005. Monaco (Monte Carlo), v. 1, c. 5, p. 255-312, 2004.
43. ISHERWOOD, P.J.; RANE, A. Comparative assessment of pelvic floor strength using a perineometer and digital examination. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*, Queensland, v. 197, p. 1007-1011, 2000.
44. JANSEN, J.X.; BOOT, C.R.L.; THOM, J.M.; RUELL. P.A.; THOMPSON, M.W. The influence of menstrual cycle phase on skeletal muscle contractile characteristics in humans. *J. Phys.*, v. 530, n. 1, p. 161- 166, 2001.
45. KAPANDJI, A.I. A Cintura pélvica e as articulações sacroilíacas. In: KAPANDJI, A.I. *Fisiologia articular*. 5 ed. Rio de Janeiro: Maloine, c. 2, p. 54-73, 2000.
46. KEGEL, A.H. Progressive resistance exercise in the functional restoration of the perineal muscles. *American Journal Obstetrics and Gynecology*. Los Angeles, v. 56, n. 2, p. 238-248, 1948.
47. KISNER, C.; COLBY, L. *Exercícios Terapêuticos - fundamentos e técnicas*. 1^a ed. São Paulo: Manole, c. 3, p. 55-109, 1998.

48. LAZZETTI, G.; RIGUTI, E. Human anatomy. China: Taj Books International, p. 152, 2006.
49. LIMA, F.V.; CHAGAS, M.H.; DINIZ, R.C.R. O procedimento de familiarização altera o desempenho no teste de 1RM? In: GARCIA, E.S; LEMOS, K.L.M. Temas atuais em educação física e esportes X. Belo Horizonte: Silveira, p. 49-68, 2004.
50. LOSE, G; FANTL, J.A; VICTOR, A; WALTER, S; WELLS, T.L; WYMAN, J; MATTIASON, A. Outcome measures for research in adult women with symptoms of lower urinary tract dysfunction. *Neurourology Urodynamics*. v. 17, p. 255-262, 1998.
51. MOREIRA, E *et al.*. Tratamento Cirúrgico e Conservador da Incontinência Urinária de Esforço. *Fisioterapia em Movimento*, Londrina, v. 13, n. 2, p. 9-14, mar, 2001.
52. MOREIRA, E.; AMARO, J. Cinesioterapia no tratamento da incontinência urinária da mulher. Mito ou verdade? *Jornal da Incontinência Urinária Feminina*, v. 1, p. 12-15, mar, 1999.
53. MORENO, A.L. Avaliação Fisioterapêutica. In: MORENO, A.L. *Fisioterapia em uroginecologia*. 1. ed., São Paulo: Manole, p.101-112, 2004.
54. MORIN, M.; BOURBONNAIS, D.; GRAVEL, D.; DUMOULIN, C.; LEMIEUX, M.C. Pelvic floor maximal strength using vaginal digital assessment compared to dynamometric measurements. *Neurourology and Urodynamics*, Montreal, v. 23, p. 336-341, 2004a.
55. MORIN, M.; BOURBONNAIS, D.; GRAVEL, D.; DUMOULIN, C.; LEMIEUX, M.C. Pelvic floor muscle function in continent and stress urinary incontinence women using dynamometric measurements. *Neurourology and Urodynamics*, Montreal, v. 23, p. 668-674, 2004b.
56. MORIN, M.; DUMOULIN, C.; GRAVEL, D.; BOURBONNAIS, D.; LEMIEUX, M.C. Reliability of speed of contraction and endurance dynamometric measurements of the pelvic floor musculature in stress incontinent parous. *Neurorol. Urodynamics*, v. 26, n. 3, p. 397-403, 2007.

57. MORKVED, S.; SALVESEN, K.A.; BO, K.; EIK-NES, S. Pelvic floor muscle strength and thickness in continent and incontinent nulliparous pregnant women. *International Urogynecology Journal*, Oslo, v. 15, p. 384-390, 2004.
58. MOSTWIN, J.; *et.al.*. Pathophysiology of urinary incontinence, fecal incontinence and pelvic organ prolapse. In: ABRAMS, P. ; CARDOZO, L.; KHOURY, S.; WEIN, A. *Incontinence: basis & evaluation*, edition 2005. Monaco (Monte Carlo), v.1, c. 8, p. 423-484, 2004.
59. NAJARIAN, K.; SPLINTER, R. *Biomedical Signal and Image Processing* CRC Press - Taylor & Francis Group, 2006.
60. NETTER, F. *Atlas of human anatomy*. 2 ed. Terteboro, NJ: Icon Learning Systems/ Havas Medical Media, 2001.
61. OLSEN, A.L.; SMITH, V.J.; BERGSTROM, J.O. Epidemiology of surgically managed pelvic organ prolapse and urinary incontinence. *Obstetrics Gynecology*, v. 89, p. 501-506, 1997.
62. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE [OMS]. CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde [Centro Colaborador da Organização 8 Mundial da Saúde para a Família de Classificações Internacionais, org.; coordenação da tradução Cassia Maria Buchalla]. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP; 2003.
63. PESCHERS, U.M.; GINGELMAIER, A.; JUNDT, K.; DIMPFL, T.; LEIB, B. Evaluation of pelvic floor muscle strength using four different techniques. *International Urogynecology Journal*, Munich, v. 12, p. 27-30, 2001.
64. PETROS, P.P.; SKILLING, P.M. Pelvic floor rehabilitation in the female according to the integral theory of female urinary incontinence first report. *European journal of obstetric & gynecology and reproductive biology*, v. 94, p. 264-269, 2001.
65. PETROS, P.P.; ULTMSTEN, U.I. An integral theory of female urinary incontinence: experimental and clinical considerations. *Acta obstet gynecol scand*, v. 69, suppl. 153, p. 7-31, 1990.

66. REIS, A.B.; BARROTE, D.; BARACHO, E.L.S.; NETO, J.M. Anatomia feminina. In: BARACHO, E.L.S. *Fisioterapia Aplicada a Obstetrícia – Aspectos de Ginecologia e Neonatologia*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Medsi, c. 1, p.1-18, 2002.
67. RETT, M.T.; *et al.* Existe diferença na contratilidade da musculature do assoalho pélvico feminino em diversas posições? *Ver brasileira ginecol obstet.*,v. 27, p. 20-23, 2005.
68. SALEME, C.S.; ROCHA, D.N.; PINOTTI, M.; FILHO. A.S. L.; DEL VECCHIO. Multidirectional pelvic floor muscle strength measurement. *Annals of Biomedical Engineering*, v. 37, n. 9, p. 1594-1600, 2007.
69. SALEME, C.S.; ROCHA, D.N.; PINOTTI. M.; FILHO. A.S. L.; DEL VECCHIO, A. Development of a multidirectional device to measure pelvic floor strength. In: *Proceedings of the 19th International Congress of Mechanical Engineering*. Edit by E. Mamiya. Rio de Janeiro: Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, p. 1-6, 2007a.
70. SALEME, C.S.; DEL VECCHIO, A.; ARAUJO, D.N. ROCHA, M. PINOTTI. Dispositivo para medir multidirecionalmente a força isométrica da musculature do assoalho pélvico, n. 220.702.323.060, Junho, 2007b.
71. SALEME, C.S. *Validade e confiabilidade da sonda vaginal multidirecional para a medição da força da musculatura do assoalho pélvico*. 2009. 103 f. Tese (Doutorado em Bioengenharia) Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009c.
72. SALEME, C.S.; *et al.*. Determination of pelvic floor muscle oscilation frequency in a healthy woman. In: *20th international congress of mechanical engineerring*. Gramado, p. 15-20, 2009d.
73. SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M.C.; FONSECA, S.T. Produção científica e atuação profissional: aspectos que limitam essa integração na fisioterapia e na terapia ocupacional. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. Belo Horizonte, v. 6, n. 3, p. 113-118, 2002.
74. SAMUELSSON, E.C.; *et al.*. Signs of genital prolapsed in a Swedish population of 20 to 59 years of age and possible related facrores. *Am j Obstet Gynecl*, v. 180, p. 299-305, 1999.

75. SANTIESTEBAN, S, J. Electromyographic and dynamometric characteristics of female pelvic floor musculature. *Physical Therapy*, Michigan, v. 68, n. 3, p. 344-351, 1988.
76. SARTORE, A.; P-REGAZZI, R. Assessment of pelvic floor muscle functions after vaginal delivery. Clinical values of different tests. *The Journal of Reproductive Medicine*, Trieste, v.48, n. 3, p. 171-174, march, 2003.
77. SCHINDL, K.K.; UHER, E.; WIESINGER, G.E.T. AL.. Reliability of pelvic floor muscle strength measurement in elderly incontinent women. *Neurourology and Urodynamics*. Austria, v. 21, p. 42-47, 2002.
78. SHULL, B.L.; HURT, G.; LAYCOCK, J.; PALMTAG, H.; YOUNG, Y.; ZUBIRTA, R.; Physical Examination. In: ABRAHMS.P, CARDOZO.L, KHOURY, S, WEIN.A, eds. *Incontinence*. Plymouth, UK: Plymbridge3 Distributors Ltd., c. 23, p. 373-388, 2002.
79. SINGH. K.; REID, W.M.N.; BERGER, L.A. Magnetic Resonance Imaging of Normal Levator Ani Anatomy and Function. *Obstetrics & Gynecology*, v. 99, n. 3, p. 433-438, 2002.
80. SMITH, J.H.; *et al.*. Adult conservative management. In: ABRAMS, P.; CARDOZO, L.; KHOURY, S.; WEIN, A. *Incontinence*. 4th edition 2009, Paris, c. 12, p. 1025-1120, july, 2008.
81. SOLOMONOW, M.; *et.al.*. Electromyogram power spectra frequencies associated with motor unit recruitment strategies. *J Appl Physiol*. v. 68, n. 3, p. 1177-85, 1990.
82. STULEN, F.B.; DE LUCA, C.J. Muscle fatigue monitor: a noninvasive device for observing localized muscular fatigue. *IEEE Trans Biomed Eng*. v. 29, n. 12, p. 760-8, 1982.
83. THOMPSON, J.A.; *et.al.* Assessment of voluntary pelvic floor muscle contraction in continent and incontinent women using transperineal ultrasound, manual muscle testing and vaginal squeeze pressure measurements. *Urogynecol. J. Pelvic Floor Disfunct*. v.17, n.6, p.624-630, 2006.
84. TURVERY, M.T. Coordination. *American Psychologist*, v. 45(8), p.938-953, 1990.

85. VERELST, M.; LEIVSETH, G. Are fatigue and disturbances in pre-programmed activity of pelvic floor muscles associated with female stress urinary incontinence? *Neuourology and Urodynamics*, Norway, v. 23, p. 143-147, 2004.
86. VØLLESTAD, N.K. Measurement of human muscle fatigue. *J Neurosci Methods*. v. 74, p. 219-27, 1997.
87. WEBER, A, M.; *et. al.*. Basic science and translational research in female pelvic floor disorders: Proceedings of an NIH-Sponsored meeting. *Neuourology and Urodynamics*, Pittsburgh, v. 23, p. 288-301, June, 2004.
88. WILSON, P.D.; *et. al.*. Adult conservative manegement. In : ABRAMS, P.; CARDOZO, L.; KHOURY, S.; WEIN, A. *Incontinence: management*, edition 2005. Mônaco (Monte Carlo), v.2, c. 15, p. 855-954, 2004.

ANEXO I

A.1. Termo de Consentimento Livre Esclarecido

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO MULTIDIRECIONAL PARA MEDIR A FORÇA DO ASSOALHO PÉLVICO.

1. IDENTIFICAÇÃO DA PACIENTE:

Nome:

Registro:

Idade:

Endereço:

Telefone:

Carteira de identidade:

A senhora está sendo convidada a participar de um projeto de pesquisa que visa criar um aparelho que mede a força dos músculos da região vaginal e perineal. Uma melhor avaliação dessa força muscular poderá contribuir para o tratamento de mulheres com incontinência urinária, prolapso genitais (queda de bexiga e útero) e problemas sexuais.

A participação no estudo consiste na medida da força de contração da musculatura vaginal por meio de um aparelho introduzido na vagina. Esse procedimento será realizado por uma fisioterapeuta após o exame ginecológico de rotina realizado por um médico. Essa participação não modifica o acompanhamento ginecológico ou tratamento proposto para a sua doença caso concorde ou não em participar da pesquisa.

A sua identidade será preservada e o seu direito de não participar no estudo não a prejudicará no seu acompanhamento ou tratamento.

1. DESCRIÇÃO DAS COMPLICAÇÕES DOS MÉTODOS: não haverá aumento do risco de complicações devido à medida de força muscular. Os riscos e complicações serão as mesmas relacionadas ao exame ginecológico de rotina.

2. Recebi todas as informações que desejava conhecer e a possibilidade de fazer perguntas e questionar dúvidas.

3. Também entendi que, a qualquer momento e sem necessidade de dar nenhuma explicação poderei

suspender o consentimento que agora presto.

Investigador: Margarete Maia Lazarini

Endereço: Rua Guilherme de Almeida. Santo Antonio. Belo Horizonte. Minas Gerais. CEP: 30350-230.

Tel: (31) 33179154 / 99427039.

Investigador: Agnaldo Lopes da Silva Filho

Endereço: Av. Alfredo Balena, 190. Santa Efigênia. CEP: 30.130.100

Tel: (31) 3248-9764

COEP/UFMG: 34094592

De pleno acordo

Cidade:

Data:

Assinatura da Fisioterapeuta

Assinatura da paciente

Testemunha

Testemunha

Declaro que é possível a qualquer momento revogar o meu consentimento.

Revogo o consentimento prestado no dia E afirmo que não desejo prosseguir na pesquisa e tratamento que me foi proposto, que dou como finalizado nesta data.

Cidade:

Data:

Assinatura da Fisioterapeuta

Assinatura da paciente

Testemunha

Testemunha

ANEXO II

Universidade Federal de Minas Gerais
Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP

Parecer nº. ETIC 289/06

Interessado: Prof. Marcos Pinotti Barbosa
Depto. de Ginecologia e Obstetrícia
Faculdade de Medicina-UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP, aprovou, *ad referendum*, no dia 29 de novembro de 2006, depois de atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado “**Avaliação do assoalho pélvico por meio de dispositivo de manometria vaginal multidirecional**” bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do referido projeto.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.



Prof. Dra. Maria Elena de Lima Perez Garcia
Presidente do COEP/UFMG

ANEXO III



**FACULDADE DE MEDICINA
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

Av. Prof. Alfredo Balena 190 / sala 533
Belo Horizonte - MG - CEP 30.130-100
Fone: (031) 3409.9641 FAX: (31) 3409-9640
cpg@medicina.ufmg.br



DECLARAÇÃO

A Comissão Examinadora abaixo assinada, composta pelos Professores Doutores: Agnaldo Lopes da Silva Filho, Marilene Vale de Castro Monteiro e Cristina Said Saleme, aprovou a defesa da dissertação intitulada **“ESTUDO DA FREQUÊNCIA DA MUSCULATURA DO ASSOALHO PÉLVICO DURANTE A CONTRAÇÃO POR MEIO DE DISPOSITIVO VAGINAL MULTIDIRECIONAL”** apresentada pela mestranda **MARGARETE MAIA LAZARINI**, para obtenção do título de Mestre em Saúde da Mulher, pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde da Mulher - Área de Concentração em Patologia Ginecológica e Reprodução da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, realizada em 21 de maio de 2010.


Prof. Agnaldo Lopes da Silva Filho
Orientador


Profa. Marilene Vale de Castro Monteiro


Profa. Cristina Said Saleme

ANEXO IV



FACULDADE DE MEDICINA CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Av. Prof. Alfredo Balena 190 / sala 533
Belo Horizonte - MG - CEP 30 130-100
Fone (031) 3409.9641 FAX (31) 3409.9640
cpg@medicina.ufmg.br



ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de MARGARETE MAIA LAZARINI, nº de registro 2008671040. No dia vinte e um de maio de dois mil e dez, reuniu-se na Faculdade de Medicina da UFMG a Comissão Examinadora de dissertação indicada pelo Colegiado do Programa para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: **“ESTUDO DA FREQUÊNCIA DA MUSCULATURA DO ASSOALHO PÉLVICO DURANTE A CONTRAÇÃO POR MEIO DE DISPOSITIVO VAGINAL MULTIDIRECIONAL”**, requisito final para a obtenção do Grau de Mestre em Saúde da Mulher, pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde da Mulher - Área de Concentração em Patologia Ginecológica e Reprodução. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Agnaldo Lopes da Silva Filho, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho final, passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da candidata e do público para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

Prof. Agnaldo Lopes da Silva Filho/ Orientador	Instituição: UFMG	Indicação: <u>APROVADA</u>
Profa. Marilene Vale de Castro Monteiro	Instituição: UFMG	Indicação: <u>APROVADO</u>
Profa. Cristina Said Saleme	Instituição: FUMEC	Indicação: <u>AP</u>

Pelas indicações a candidata foi considerada APROVADA.

O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a sessão e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 21 de maio de 2010.

Prof. Agnaldo Lopes da Silva Filho/ Orientador Agnaldo Lopes da Silva Filho
Profa. Marilene Vale de Castro Monteiro Marilene Vale de Castro Monteiro
Profa. Cristina Said Saleme Cristina Said Saleme
Prof. Antônio Carlos Vieira Cabral/Coordenador Antônio Carlos Vieira Cabral

Obs.: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo do

Prof. Antônio Carlos Vieira Cabral
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Saúde da Mulher
Faculdade de Medicina - UFMG

Carvalho
CONFERE COM ORIGINAL
Centro de Pós-Graduação
Faculdade de Medicina - UFMG