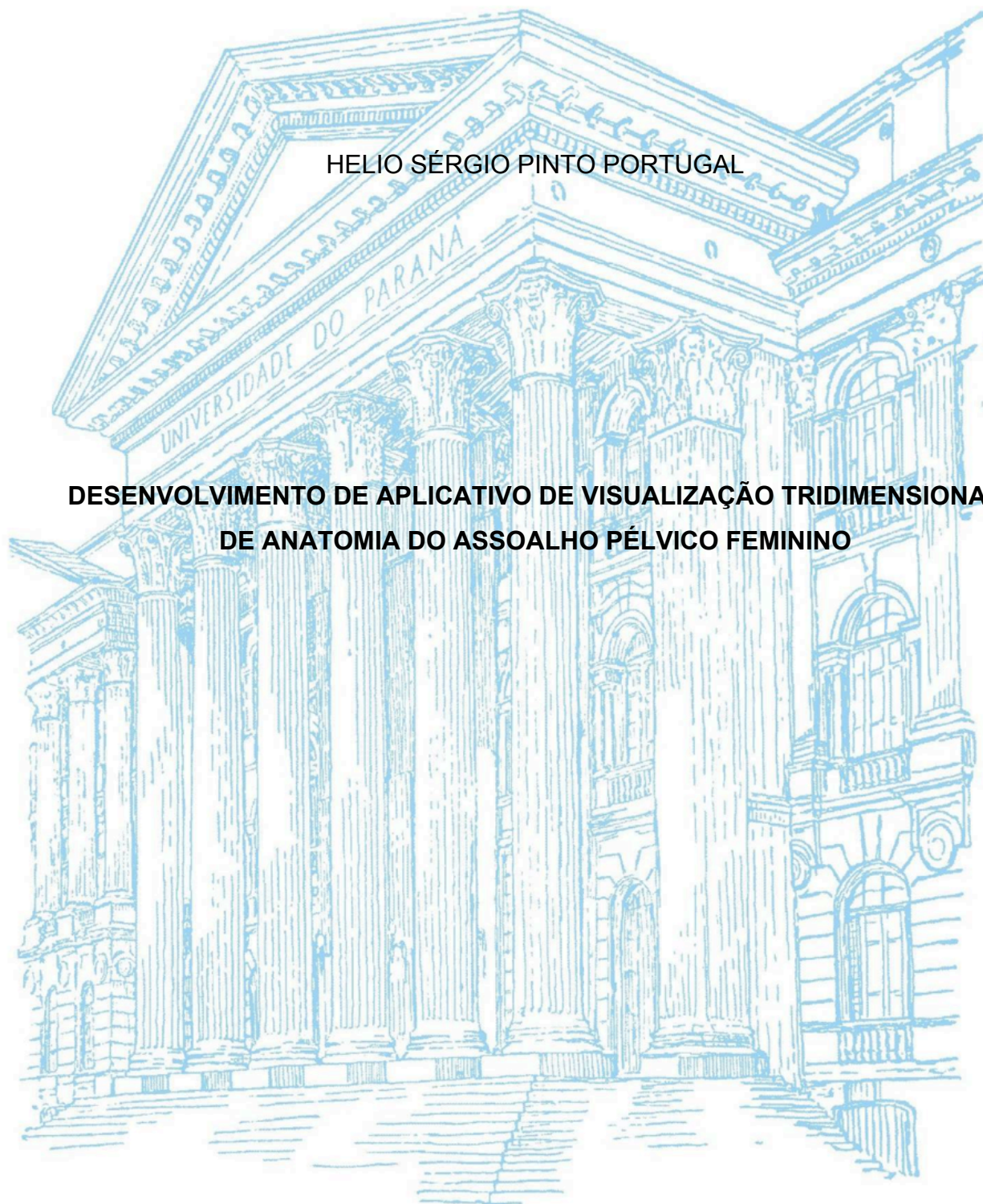


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HELIO SÉRGIO PINTO PORTUGAL

**DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO DE VISUALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL
DE ANATOMIA DO ASSOALHO PÉLVICO FEMININO**



CURITIBA

2016

HELIO SÉRGIO PINTO PORTUGAL

**DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO DE VISUALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL
DE ANATOMIA DO ASSOALHO PÉLVICO FEMININO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial exigido para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Renato Tambara Filho

CURITIBA

2016

Portugal, Helio Sérgio Pinto

Desenvolvimento de aplicativo de visualização tridimensional
de anatomia do assoalho pélvico feminino / Helio Sérgio Pinto
Portugal. - Curitiba, 2016.

33 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Renato Tambara Filho.

Tese (Doutorado) – Setor de Ciências da Saúde, Universidade
Federal do Paraná.

1. Diafragma da pelve. 2. Software. 3. Anatomia. 4. Imagem
tridimensional. I. Título.

NLM: WJ 101



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CLÍNICA CIRÚRGICA
NÍVEIS MESTRADO E DOUTORADO

Ata do julgamento da 179ª Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica da Universidade Federal do Paraná, referente ao aluno **HÉLIO SÉRGIO PINTO PORTUGAL** com o trabalho intitulado: **"DESENVOLVIMENTO DE VISUALIZADOR TRIDIMENSIONAL DE ANATOMIA DO ASSOALHO PÉLVICO FEMININO"** Área de Concentração: Informática no ensino e na pesquisa em cirurgia; Linha de Pesquisa: Produção, edição e transmissão (telemedicina) de materiais científicos e educacionais em cirurgia por método de multimídia, tendo como orientador o Professor Doutor Renato Tambara.

As sete horas e trinta minutos do dia dezoito de dezembro de dois mil e dezessete, no auditório da CAD – sala 701 – 7º andar do prédio central do Hospital de Clínicas, reuniu-se em sessão pública, a Banca Examinadora de Avaliação composta pelos seguintes doutores: Paulo César Rodrigues Palma, Vivian Ferreira Do Amaral, Alexandre Cavalheiro Cavalli, Fernando Lorenzini, Luiz Sérgio Santos, sendo este último presidente da banca. Aberta a sessão, foi apresentada pelo Professor Doutor Jorge Eduardo Fouto Matias, Coordenador do Programa, a documentação probatória do cumprimento pelo candidato das exigências legais que lhe facultam submeter-se à avaliação da tese como última etapa à sua titulação no Programa. A seguir o Presidente da Banca Examinadora de Avaliação convidou o candidato a apresentar oralmente resumo de sua tese no prazo máximo de trinta minutos para demonstração de sua capacidade didática e para melhor conhecimento do tema por parte da audiência composta de professores, médicos, alunos, familiares e demais interessados. Seguiu-se a arguição e imediata resposta pelo candidato, sucessivamente pelos componentes da Banca Examinadora. Obedecido o tempo máximo de vinte minutos para a arguição e igual tempo para cada resposta. Terminada a etapa de arguição, reuniu-se a banca examinadora em sala reservada para atribuição das notas, dos conceitos e lavratura do Parecer Conjunto. O candidato foi considerado **APROVADO** considerando-se os parâmetros vigentes estabelecidos pelo programa e regidos pela legislação pertinente da instituição. Voltando à sala de sessão, o Senhor Presidente da Banca Examinadora leu os conceitos do Parecer Conjunto e deu por encerrada a sessão. E para que tudo conste, foi lavrada a presente Ata, que será assinada pelos seguintes membros:


Paulo César Rodrigues Palma


Vivian Ferreira Do Amaral


Alexandre Cavalheiro Cavalli


Fernando Lorenzini


Luiz Sérgio Santos

AGRADECIMENTOS

À Deus que, presente em todos os momentos de minha vida, sempre me cingiu de força e aperfeiçoou o meu caminho.

Ao Prof. Dr. Renato Tambara Filho, pela apreciação deste projeto e acolhida como meu orientador. Pelas palavras de incentivo acadêmico e pelo exemplo de pessoa e profissional. Pela sua dedicação e diligência referentes à Ética e seu inestimável valor. Uma honra tê-lo como meu orientador.

Ao Prof. Dr. Rogério de Fraga, pelo convite à pesquisa. Pela confiança e fomento ao estudo aprofundado da Anatomia do assoalho pélvico e subsequente encaminhamento dos meus primeiros experimentos ao Prof. Dr. Paulo Cesar Rodrigues Palma. Pela orientação e auxílio em todas as etapas. Pelo apoio e incentivo, os quais permitiram meu amadurecimento científico para que pudesse concluir este estudo.

Ao Prof. Dr. Paulo Cesar Rodrigues Palma, presente desde os meus primeiros passos, quando da apreciação dos meus primeiros experimentos em 2003 . Pelas palavras de incentivo e instruções para incremento dos meus modelos anatômicos. Enfim, ao desenvolvimento de meu objeto de pesquisa. Pelos "brain storms" em mim provocados, em prol do raciocínio em Anatomia e pelos ensinamentos decisivos na minha formação.

Aos Prof. Drs. Alexandre Cavalli, Fernando Lorenzini, Luiz Sergio Santos e Vivian Ferreira do Amaral, por aceitarem participar da banca desta defesa e se disponibilizarem a fazê-lo com tanto esmero. Pelas correções, admoestações, apontamentos e críticas que certamente elevarão o padrão deste trabalho nos seus mais variados aspectos.

Ao Prof. Dr. Jorge Fouto Matias, pela oportunidade de desenvolver o Projeto de Pesquisa neste honrado Departamento de Clínica Cirúrgica. Pelos direcionamentos e instruções.

À Universidade Federal do Paraná, especialmente ao Prof. Dr. Luciano Silva e sua equipe, Dr. Karl Apaza Agüero e Dr. Leonardo Gomes, pela participação neste projeto, não medindo esforços para dispor seus conhecimentos em prol desta pesquisa.

Aos secretários da Pós-graduação em Clínica Cirúrgica Regina Sass e Marcio Roberto Guimaro pela dedicação nos processos burocráticos.

À todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste estudo.

Ó profundidade das riquezas, tanto da sabedoria, como da ciência de Deus! Quão insondáveis são os seus juízos, e quão inescrutáveis os seus caminhos!

Romanos 11:33

RESUMO

A Anatomia é considerada uma disciplina essencial para estudantes do curso de Medicina. Além disso, a aula prática, através da utilização de uma ferramenta abrangente e gerenciável de estudos anatômicos, é fundamental para um processo de ensino e aprendizagem satisfatório. O objetivo deste estudo foi construir um visualizador tridimensional de Anatomia do assoalho pélvico feminino, que permitisse a manipulação tridimensional das peças anatômicas. Um modelo físico, sintético foi construído enfatizando elementos anatômicos como as fáscias anterior e posterior, o anel pericervical e os arcos tendíneos, além do sistema de camadas do assoalho pélvico feminino. As estruturas anatômicas deste sítio anatômico geralmente são difíceis de serem compreendidas quando estudadas em cadáveres, figuras bidimensionais, modelos físicos e até mesmo com a utilização de recursos virtuais. Os dados digitais para a construção do modelo virtual foram obtidos pela varredura tridimensional a laser de um modelo físico sintético resinado desenvolvido para este fim.. Construiu-se a hipótese de que este modelo anatômico seria uma ferramenta útil e significativa para a visualização e manipulação dos elementos anatômicos uma vez estando este no ambiente virtual. O visualizador tridimensional constituiu uma ferramenta versátil, que permitiu a visualização e a manipulação virtual de todos os elementos anatômicos expressos neste modelo digital.

Descritores: aplicativo, assoalho pélvico, Anatomia.

ABSTRACT

Anatomy is considered an essential subject for Medicine students. Furthermore, the practice class using a comprehensive and manageable anatomic tool is fundamental for a satisfactory teaching and learning process. The goal of this study was to build a tutorial type software of the female pelvic floor anatomy utilizing data from the three-dimensional laser scanning of a physical resinated synthetic model. The synthetic model was constructed emphasizing the thin anatomical elements like the anterior and posterior fascias, pericervical ring and tendinous arcs, besides the intricate system of layers of the female pelvic floor. These anatomical structures are very difficult to be understood when studied in the cadaver, bi-dimensional figures, physical models and even in other virtual models. It was hypothesized that this schematic model was a useful and meaningful tool for visualization and manipulation of the anatomical elements once it being in the virtual environment. The three-dimensional viewer application was constructed based on the manipulative perspective that allowed a full viewing and virtual manipulation of all anatomical elements expressed in this model.

Keywords: software, pelvic floor, anatomy.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Modelo-base MASAP: vista cranial em perspectiva.....	4
FIGURA 2. Modelo-base MASAP: vista caudal em perspectiva.....	4
FIGURA 3. Modelo MARAP: vista cranial em perspectiva.....	5
FIGURA 4 . Modelo MARAP: vista caudal em perspectiva.....	5
FIGURA 5. Escaner SMARTSCAN 3D™ (Breuckmann).....	9
FIGURA 6. MARAP Virtual: estruturas analisadas no software Meshlab™...	11
FIGURA 7. MARAP: nervo pudendo - modelo físico e modelo virtual.....	12
FIGURA 8. MARAP Virtual: perspectivas anterolateral superior na pelve.....	13

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MASAP..	Modelo Anatômico Sintético de Assoalho Pélvico
MARAP..	Modelo Anatômico Resinado de Assoalho Pélvico
PDF.....	<i>Portable Document Format</i>
PVA.....	<i>Poly (vinil acetate)</i>
®.....	<i>Registred</i>
TM	<i>Trande Mark</i>

SUMÁRIO

	Pág
	.
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Os Desafios do Ensino de Anatomia Humana.....	1
1.2 Considerações Anatômicas do Assoalho Pélvico Feminino.....	2
1.3 Recursos Tecnológicos e a Anatomia.....	3
1.4 O modelo Anatômico MASAP como modelo-base.....	3
1.5 O Modelo Anatômico Resinado de Assoalho Pélvico – MARAP.....	5
1.5 A Hipótese.....	6
2. OBJETIVOS	7
2.1 Objetivos Gerais.....	7
2.2 Objetivos Específicos.....	7
3. METODOLOGIA	8
3.1 O Tipo de Estudo.....	8
3.2 A Confecção do Modelo MARAP (Remodelagem do modelo MASAP).....	8
3.3 Submissão do Modelo Físico Resinado MARAP ao Escaner.....	9
3.4 Captação dos Arquivos Compatíveis com os Sistemas CAE e CAM.....	11
3.5 Segmentação de Imagens.....	11
3.6 Elaboração do Aplicativo MARAP Virtual em Visualizador 3D.....	12
4. RESULTADOS	15
4.1 Artigo Publicado.....	15
5. DISCUSSÃO GERAL	20
6. CONCLUSÃO	22
7. REFERÊNCIAS	23
APÊNDICES	25
Apêndice 1 – músculos obturadores internos.....	25

Apêndice 2 – músculo bulboesponjoso e esfíncter anal externo.....	25
Apêndice 3 – músculos isquiocavernosos e transversos superficiais do períneo.....	26
Apêndice 4 – músculo transverso profundo do períneo.....	26
Apêndice 5 – músculo levantador do ânus e rafe anococcígea.....	27
Apêndice 6 – músculo coccígeo.....	27
Apêndice 7 – canal anal.....	28
Apêndice 8 – canal vaginal.....	28
Apêndice 9 – raízes sacrais do nervo pudendo e suas ramificações.....	29
Apêndice 10 – membrana obturada.....	29
Apêndice 11 – plexo vásculonervoso obturado.....	30
Apêndice 12 – bexiga e uretra.....	30
ANEXOS	31
Anexo 1. Certificado de autoria - IJERD.....	31
Anexo 2: Solicitação de Apoio Técnico ao Laboratório IMAGO.....	32
Anexo 3. Declaração de Viabilidade de Estudo – Laboratório IMAGO.....	33

1. INTRODUÇÃO

A Anatomia é a ciência que estuda macro e microscopicamente a constituição e o desenvolvimento dos seres organizados¹, assim como suas estruturas e as relações entre suas partes². Seu estudo é imprescindível para o conhecimento e compreensão do corpo humano como um todo, na importância e interação de todas as suas estruturas e características de cada um de seus órgãos ou partes, como meio essencial para promover a vida e cura dos males, intenção primária no ato de cuidar, enquanto técnica, arte e ciência, no seu mais expressivo compromisso¹.

1.1. Os Desafios do Ensino de Anatomia Humana

A Anatomia é o fundamento essencial para o estudo da Medicina assim como para o próprio diagnóstico e conduta terapêutica³⁻⁵. Uma quantidade crescente de evidências, particularmente advinda da Europa, indica que muitos graduandos em Medicina são deficientes em relação ao conhecimento anatômico⁶⁻⁹. Eles frequentemente se encontram abaixo dos padrões de segurança para a prática médica¹⁰⁻¹².

O exercício da dissecação deveria, obrigatoriamente, fazer parte do currículo médico, sendo muitos seus benefícios nas aulas práticas de Anatomia. Entre estes, alguns são identificados pelos próprios estudantes: o desenvolvimento de trabalho em equipe, o respeito e familiarização pelo corpo humano, a aplicação das habilidades práticas, a integração entre teoria e prática, além de preparação para o trabalho clínico¹³. A utilização de outros recursos, que não o cadáver, pode ser vista como incremento e também como uma opção para o discente que enfrenta dificuldades relativas ao contato com a peça anatômica cadavérica ou com o próprio cadáver.

Para a aquisição de um raciocínio e entendimento anatômicos satisfatórios e pela frequente necessidade de correlação clínica, certos segmentos do corpo humano exigem que sejam utilizados recursos complementares e suplementares. Isto se refere à dificuldade encontrada no estudo macroscópico de locais de difícil

acesso pela dissecação e pela fragilidade de algumas estruturas anatômicas que se desintegram durante o processo de preparo ou se confundem visualmente com os demais elementos.

Assim, diante da necessidade de melhorar a compreensão, o entendimento e a apreensão do conteúdo de determinadas aulas de Anatomia, faz-se necessário lançar mão de novos recursos, além do tradicional estudo com o uso do cadáver. Não é prudente se ater a práticas pedagógicas rotineiras e estereotipadas, muitas vezes alicerçadas em ideários simplificados sendo quase clichês, que perderam o potencial para análise crítica da realidade e do enfrentamento dos problemas educacionais, mas deve-se buscar as melhores metodologias, inclusive com recursos da tecnologia, visto que esta transforma o trabalho, a vida cotidiana e também o pensamento^{14,15}. Entretanto, as inovações tecnológicas, como o uso de multimídia, não devem excluir a prática com cadáveres, ainda tão exigida pelos discentes. Por outro lado, algumas mudanças significativas precisariam ser viabilizadas, como: disponibilidade de peças cadavéricas em melhor estado de conservação, associação de peças com uso de bonecos e metodologias pedagógicas que estimulem comportamentos de ética e de visão crítica dos acadêmicos. Ou seja, deve haver um somatório dos instrumentos disponíveis em busca de uma apreensão melhor dos conteúdos por parte dos alunos¹⁶.

1.2. Considerações Anatômicas do Assoalho Pélvico Feminino.

A pelve óssea, os músculos do assoalho pélvico e as estruturas anorretais associadas compreendem uma das mais complexas regiões da anatomia humana. O estudo do assoalho pélvico é difícil porque esta região é frequentemente inacessível por estar cercada pelos ossos pélvicos. Este espaço, relativamente pequeno, também contém muitos sistemas orgânicos e determinadas estruturas que somente são observadas através de dissecações especiais realizadas sacrificando-se outras estruturas¹⁷. Adicionalmente, durante a dissecação cadavérica, a sintopia difere-se do estado normal pela alteração do tônus dos músculos.

1.3. Recursos Tecnológicos e a Anatomia

Considerando que o uso eficaz de ferramentas tecnológicas traz benefícios significativos tanto para o professor quanto para o aluno, a busca por novos recursos digitais parece ser imprescindível. A crescente falta de cadáveres disponíveis para aulas práticas, a dificuldade de conservação das peças cadavéricas e a falta de percepção de profundidade das figuras bidimensionais são alguns dos fatores que levam os docentes e as instituições de ensino médico a desenvolverem novas ferramentas didáticas.

O uso de modelos anatômicos para o ensino de Anatomia provavelmente remonta de muitos séculos. Embora a dissecação seja conhecida há muito tempo como a melhor maneira de entender a Anatomia, o estudo e o ensino da Anatomia humana veio de encontro a dois problemas reais no decorrer de sua história: a proibição de dissecar corpos humanos na Idade Média, e a falta de órgãos, nos séculos XVII e XVIII. Portanto, foi necessário demonstrar criatividade para contornar estes problemas: a falta de amostras humanas tornou necessária a fabricação de modelos anatômicos. Vários tipos de materiais têm sido utilizados, com mais ou menos sucesso: a cera, a madeira, o marfim, o papelão, o bronze, os tecidos, o gesso, a borracha e os plásticos¹⁸.

A utilização de uma ferramenta que gere satisfatória compreensão anatômica do assoalho pélvico, pode ser um meio pelo qual sejam produzidas intervenções clínicas mais eficazes, incluindo redução de erros cirúrgicos neste segmento anatômico.

Segundo Ferreira (2003), a digitalização e a reconstrução de formas complexas de objetos têm evoluído rapidamente nos últimos anos, sendo que o método de escaneamento em três dimensões a laser traz uma maior praticidade na aquisição de dados¹⁹.

1.4. O Modelo Anatômico MASAP como Modelo-Base

Em meados do ano de 2003, foram dados os primeiros passos no desenvolvimento de um modelo pélvico feminino MASAP - Modelo Anatômico Sintético de Assoalho Pélvico (Figuras 1 e 2) pelo autor desta tese, com o

objetivo de ser uma ferramenta para o ensino suplementar para a Anatomia do assoalho pélvico. Isto ocorreu em razão das dificuldades de compreensão deste segmento complexo da pelve feminina, de forma que o sentido tridimensional de suas estruturas não fosse ignorado.

Neste sentido, no modelo MASAP, foram objetos de maior interesse, as relações anatômicas desta região para os procedimentos cirúrgicos, por suas exigências de precisão absoluta, observando-se a integração dos elementos e sua correlação clínica²⁰. Este modelo foi confeccionado utilizando-se diversos materiais, como: placas de acetato de etil-vinila, látex, velcro, couro, poliuretano, telas de aço, e uma pele sintética marca Anatomic®

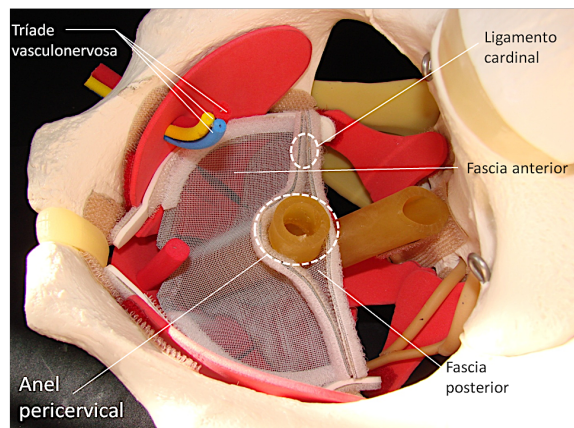


Figura 1. Modelo-base MASAP (Modelo Anatômico Sintético de Assoalho Pélvico): vista cranial em perspectiva. *Autor: Helio Sergio Pinto Portugal*

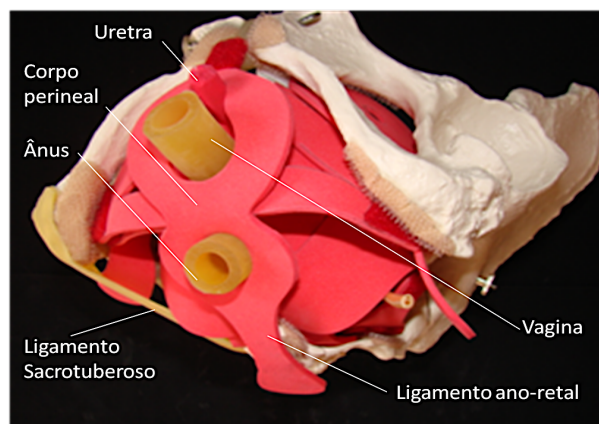


Figura 2. Modelo-base MASAP (Modelo Anatômico Sintético de Assoalho Pélvico): vista caudal em perspectiva. *Autor: Helio Sergio Pinto Portugal*

1.5. O Modelo Anatômico Resinado de Assoalho Pélvico - MARAP

O modelo MASAP (Figuras 3 e 4), previamente construído e estudado pelo autor desta tese, serviu de base para a confecção de um novo modelo fabricado em resina rígida, denominado MARAP. A fabricação deste modelo foi designada para a promover a formatação das peças para futuro escaneamento tridimensional a laser. Ênfase foi dada na expressão de algumas estruturas, por sua importância na função de apoio para a bexiga e colo uterino e pela dificuldade que estas apresentam quando de seu estudo anatômico.



Figura 3. Modelo Anatômico Resinado de Assoalho Pélvico – MARAP: vista cranial em perspectiva. **Autor:** *Helio Sergio Pinto Portugal*

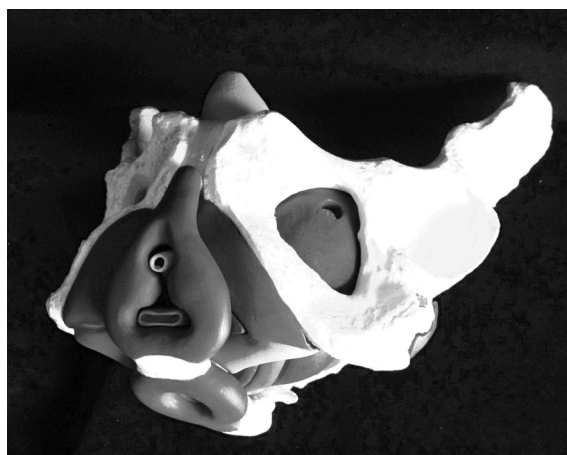


Figura 4. Modelo Anatômico Resinado de Assoalho Pélvico – MARAP: vista caudal em perspectiva. **Autor:** *Helio Sergio Pinto Portugal*

1.6. A Hipótese

O aplicativo MARAP Virtual construído a partir do escaneamento digital a laser do modelo MARAP apresenta potencial didático aplicável?

H₀= O aplicativo MARAP Virtual construído a partir do escaneamento digital a laser do modelo físico esquemático MARAP não apresenta potencial didático aplicável.

H₁= O aplicativo MARAP Virtual construído a partir do escaneamento digital a laser do modelo físico MARAP apresenta potencial didático aplicável.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Construção de um visualizador tridimensional tipo aplicativo de Anatomia do assoalho pélvico feminino a partir dos dados digitais do modelo MASAP remodelado em resina (MARAP Virtual).

2.2 Objetivos Específicos

1. Confeccionar um modelo anatômico sintético em resina rígida, baseado no modelo MASAP, previamente construído e estudado pelo autor desta tese, enfatizando as fascias anterior e posterior, os arcos tendíneos, o anel pericervical e os ligamentos cardinais e útero-sacros;
 2. Escanear o modelo físico resinado MARAP, denominando-o MARAP Virtual;
 3. Elaborar um aplicativo de visualização tridimensional de Anatomia do assoalho pélvico feminino a partir dos dados digitais do modelo MARAP Virtual.
-

3. METODOLOGIA

3.1 O Tipo de Pesquisa

Trata-se de uma pesquisa descritiva correlacional que corresponde ao tipo de estudo que procura explorar relações que possam existir entre variáveis, exceto a relação de causa-efeito. O estudo das relações entre variáveis é descritivo porque não há a manipulação de variáveis, sendo a predição o tipo de relação mais frequentemente estabelecida. No entanto, a pesquisa correlacional precede a realização de pesquisa experimental, porque a relação de causa-efeito somente poderá ser estabelecida quando duas variáveis são correlatas.

3.2 Confeção do Modelo MARAP (Remodelagem do Modelo MASAP)

Um modelo anatômico de assoalho pélvico feminino foi confeccionado em resina rígida, pelo autor desta tese. Este modelo foi elaborado com base no modelo MASAP, previamente construído e estudado pelo mesmo autor²⁰. A resina rígida utilizada foi Durepox® e a modelagem foi realizada artesanalmente e manualmente, com ferramentas diversas, como micro-retífica manual com diversas ponteiros de metal, pedra e borracha, formões de escultura em madeira, moldes de etil-vinil-acetato, carbono, vaselina sólida, marcadores gráficos, paquímetros, compasso e régua flexíveis, furadeira de bancada, lixas de madeira e metal, rebolos e esmerilhadeira. Imãs cilíndricos de diversos tamanhos e formatos foram inseridos em pontos estratégicos nas peças resinadas para assegurar coaptação das mesmas para se manterem em posição anatômica. Para montar os arquivos no formato “.pdf” as peças receberam pintura em PVA (poly vinyl acetate). Ênfase foi dada na expressão de algumas estruturas, por sua importância na função de apoio para a bexiga e colo uterino, como também por serem algumas delas, delgadas e, conseqüentemente, de difícil estudo, como as fâscias, arcos tendíneos e anel pericervical, diferenciando este modelo dos demais encontrados no mercado atualmente, e que não contemplam estes elementos anatômicos. O tempo de

confeção deste modelo foi de aproximadamente três anos.

A confecção deste novo modelo, físico, denominado MARAP foi idealizada de modo a satisfazer os pré-requisitos para que o mesmo pudesse ser submetido ao escaneamento digital, de forma que a captação dos dados não sofresse ruídos de leitura.

Pré-requisitos determinantes para a otimização do processo:

- opacidade suficiente para mitigar a refração da radiação laser;
- rigidez para prevenir deformação durante a manipulação no processo de leitura;
- ausência de rugosidades, evitando limitar o escaneamento;
- ausência de áreas de porosidade para atenuar a leitura bruta;
- coloração suave para bloquear a absorção da radiação laser.

3.3 Submissão do Modelo Físico Resinado MARAP ao Escaner

Vinte e quatro peças do modelo MARAP foram submetidas à varias passagens pelo escaner tridimensional a laser SMARTSCAN 3D scanner – BREUCKMANN, pertencente ao Laboratório IMAGO – Departamento de informática da Universidade Federal do Paraná (Figura 5). Cada peça possuindo de 1 a 11 elementos anatômicos, nominada e ordenada alfabeticamente de “a” a “q” (TABELA 1).

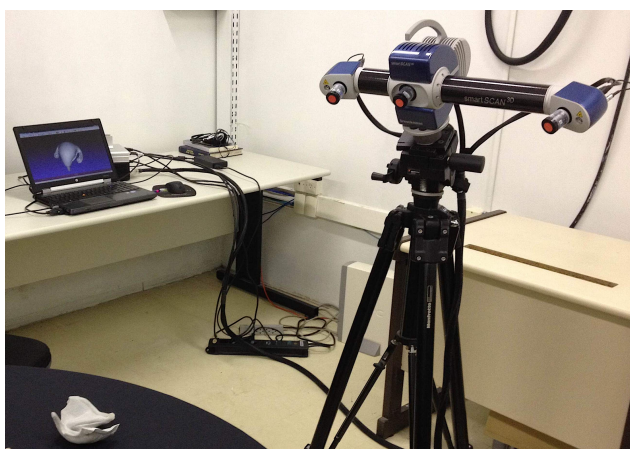


Figura 5. Escaner SMARTSCAN 3D™ Breuckmann: Laboratório I.M.A.G.O. - Departamento de Informática - Universidade Federal do Paraná

TABELA 1. Ordenação das 25 peças e seus respectivos 44 elementos Anatômicos do modelo MARAP.

PEÇA	ELEMENTOS ANATÔMICOS: 44
A*	<i>pelve óssea (complexo ilio-isquio-pubis), disco interpúbico, sacro e cóccix;</i>
B	<i>ligamentos sacroespinal e sacrotuberal – membrana obturada;</i>
C	<i>nervo pudendo esquerdo (raízes sacrais 2, 3 e 4, nervo pudendo, nervo retal, nervo para o grupo levantador do ânus, nervo perineal superficial e profundo ;</i>
D	<i>músculos obturadores internos;</i>
E	<i>músculos bulboesponjosos + esfíncter externo do ânus + ligamento ano-retal;</i>
F	<i>músculos transversos superficiais do períneo + isquiocavernosos;</i>
G	<i>músculo transverso profundo do períneo;</i>
H	<i>músculo levantador do ânus (feixes pubovaginal, pubo-retal, pubococcígeo e iliococcígeo) + arcos tendíneos do levantador do ânus + rafe anococcígea ;</i>
I	<i>músculo coccígeo direito;</i>
J	<i>fascia posterior ou retovaginal;</i>
K	<i>fascia anterior ou vésciovaginal ou pubocervical + arco tendíneo da fascia pélvica + ligamento pubouretral;</i>
L	<i>reto e canal anal;</i>
M	<i>canal vaginal;</i>
N	<i>plexo vásculonervoso direito (canal obturatório direito);</i>
O	<i>complexo bexiga-uretra;</i>
P	<i>útero e anexos;</i>
Q	<i>anel pericervical, ligamentos cardinais e útero-sacros</i>

**Peça subdividida em 5 partes.*

3.4 Captação dos arquivos compatíveis com os sistemas CAE*/CAM**

Os arquivos gerados pelo *scanner* a laser são compatíveis com os sistemas computacionais CAE (**Computer-Aided Engineering*) e CAM (***Computer-Aided Manufacturing*). Esses sistemas oferecem a possibilidade de manipulação dos arquivos “.PLY” (*Polygon Model File*) e “.STL” (*Stereo Lithography File*) de imagens tridimensionais, permitindo correções e aprimoramentos que podem ser necessários no ambiente virtual.

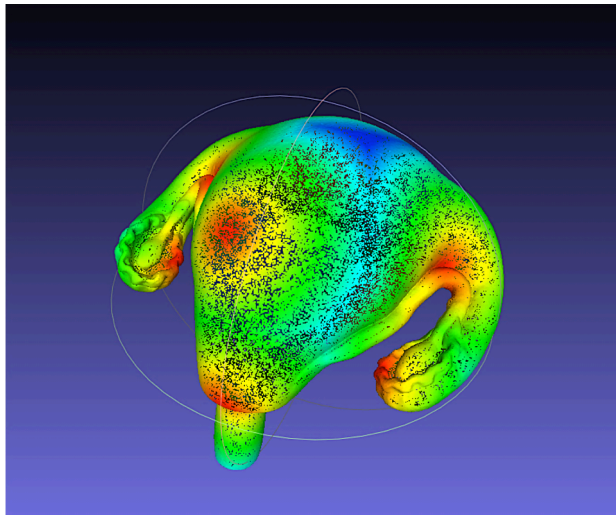


Figura 6. Modelo MARAP Virtual: útero e anexos analisados no software de tratamento de imagens tridimensionais Meshlab™.

3.5 Segmentação de imagens

A segmentação de imagens é o método que possibilita a divisão de imagens digitais em múltiplas regiões ou objetos com o propósito de simplificar ou mudar a representação dessas imagens para facilitar a sua análise. Este processo, realizado nos sistemas CAE/CAM, localiza objetos e formas (linhas, curvas, bordas, etc.) nas imagens procedentes da leitura por escaneamento a laser. Foram utilizados os softwares para o posicionamento, tratamento e manipulação das imagens tridimensionais no ambiente virtual, como MESH LAB™ (Figura 6), 3DsMAX™ e SOLID WORKS™, MUDBOX™, PHOTOSHOP™, ILLUSTRATOR™, MAYA™ e UNREAL ENGINE™ . Este último, utilizado para a compilação geral dos dados e

configuração do visualizador tridimensional de Anatomia do assoalho pélvico. Todos estes softwares foram utilizados pelas empresas Synthetize3D e 3D-Projects, executoras do projeto pós-escaneamento, com supervisão e colaboração do próprio autor em todas as etapas.

As peças do modelo MARAP Virtual foram encaixadas uma a uma na pelve óssea virtual, e ajustadas digitalmente. Os elementos anatômicos foram coloridos para serem melhor visualizados e distinguidos. Os músculos foram coloridos em tons de vermelho, vermelho escuro, vinho e rosa; os ligamentos maiores, cor branca; o ligamento pubouretral, cor azul; as fâscias, outros ligamentos, rafe anococcígea e membrana obturada, cor branca; os arcos tendíneos, tons de marrom, e as raízes sacrais e nervo pudendo, cor amarela (Figuras 7 e 8).

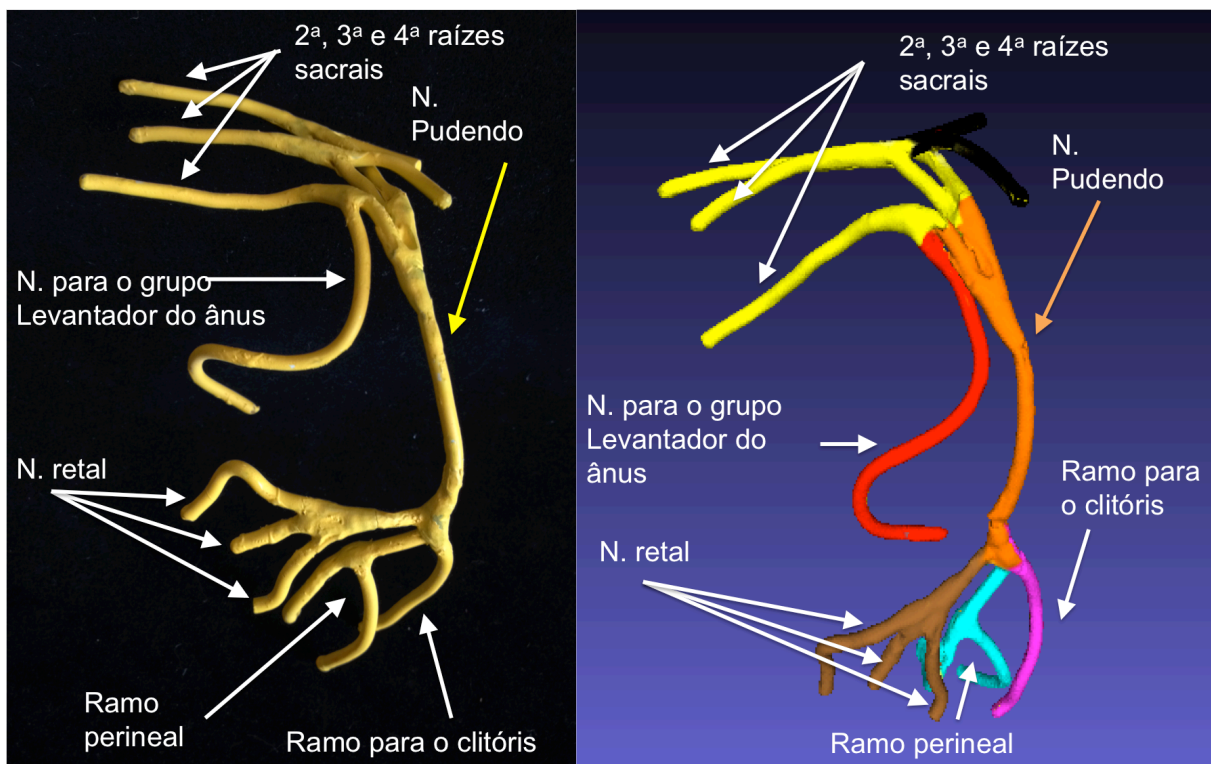


Figura 7. Modelo MARAP: à esquerda: modelo físico; à direita: modelo virtual, colorido digitalmente, segmentando-se as regiões anatômicas da 2^a, 3^a e 4^a raízes sacrais e os nervos: pudendo, retal, ramo perineal, ramo para o clitóris e ramo para o músculo levantador do ânus. *Autor: Helio Sérgio Pinto Portugal*

3.6 Elaboração do aplicativo MARAP Virtual em visualizador 3D

Um visualizador 3D foi construído, inserindo-se telas e botões de manipulação das imagens (Figura 8), conforme a demanda das peças, de modo que expressasse da melhor forma os elementos anatômicos.

- *Tela 1 : visualização sequencial das peças anatômicas;*
- *Tela 2 : visualização da peça selecionada e breve descritivo anatômico em PDF;*
- *Tela 3 : visualização ampliada: sítio de manipulação digital.*

Botões de comandos foram inseridos para facilitar a manipulação dos elementos dispostos nas telas :

- *Botão A : giro horizontal à esquerda (eixo x);*
- *Botão B : giro horizontal à direita (eixo x);*
- *Botão C: giro vertical para cima (eixo y);*
- *Botão D: giro vertical para baixo (eixo y);;*
- *Botão E: ajuste de transparência (60% e 100%);*
- *Botão F: ampliação e redução de arquivos no formato “PDF”;*
- *Botão G: inserção da peça selecionada na pelve óssea;*
- *Botão H: desinserção da peça selecionada da pelve óssea;*
- *Botão I: retorno ao início (reset);*
- *Botão J: alternância de uso de telas 1 e 3.*

As imagens das peças anatômicas foram organizadas sequencial e didática, conforme TABELA 1):

a ; a+b+c; a+b+c+d; a+b+c+d+e; a+.....+f; a+.....+g; a+.....+h; a+.....+i; a+.....+j; a+.....+k; a+.....+l; a+.....+m; a+.....+n ; a+.....+o; a+.....+p ; a+.....+q.

Possibilidade de arranjos 1 a 1 ; 2 a 2, 3 a 3, e assim por diante, sequencialmente e aleatoriamente, com inserção de transparências para manter elementos de referência.



Figura 8. MARAP Virtual no visualizador tridimensional: tela de trabalho.
Autor: Helio Sérgio Pinto Portugal

RESULTADOS

Artigo Publicado

International Journal of Engineering Research and Development

e-ISSN : 2278-067X, p-ISSN : 2278-800X, www.ijerd.com

Volume 5, Issue 11 (November, 2016), PP.70-72

3D Viewer Software Build Based on Scanned Synthetic Female Pelvic Floor Model

Helio Sergio Pinto Portugal¹, LucianoSilva², Karl Apaza Aguero³,
Leonardo Gomes⁴, Renato TambaraFilho⁵, Rogerio De Fraga⁶

^{1,5,6}*Department of Clinical Surgery, Federal University of Parana, State Of Parana – Brazil.*

^{2,3,4}*Department of Informatics, Federal University of Parana, State of Parana - Brazil.*

Abstract:Anatomy is considered an essential subject for Medicine students. Furthermore, the practice class using a comprehensive and manageable anatomic tool is fundamental for a satisfactory teaching and learning process. The goal of this study was to build a tutorial type software of the female pelvic floor anatomy utilizing data from the three-dimensional laser scanning of a physical resinated synthetic model. The synthetic model was constructed emphasizing the intricated system of layers of the female pelvic floor. These anatomical structures are very difficult to be understood when studied in the cadaver and bi-dimensional figures and even in other three-dimensional samples. It was hypothesized that this schematic model was a useful and meaningful tool for visualization and manipulation of the anatomical elements once it being in the virtual environment. The tutorial was constructed based on the manipulative perspective that allowed a tridimensional viewing of all anatomical elements expressed in this model.

Keywords:software, pelvic floor model, three-dimensional laser scanning, anatomy

I. INTRODUCTION

Anatomy is considered an essential subject for Medicine students. Furthermore, the practice class using a comprehensive and manageable anatomic tool is fundamental for a good teaching and learning process. The knowledge of anatomical structures of the female pelvic floor is crucial to the satisfactory understanding and comprehension in several areas of Medicine.

The bone pelvis, the pelvic floor muscles and the related anorectal structures are one of the most complex regions of the Human Anatomy. The study of the pelvic floor is difficult for several reasons. First, this region is often inaccessible because of the very near pelvic bones, located around it. This relatively small space also contains many organ systems, and selected structures are observable only by special dissections that sacrifice other structures [1]. In addition, during surgery or cadaver dissection, the syntopy differs from the normal state once there is a change in muscles tone.

Inevitably, the study of the female pelvic floor anatomy comes up against the difficulty of learning. This is due to the complexity of the structures involved and the overlapping of the anatomical elements in the pelvic cavity, especially in the cadaveric material. As the two-dimensional figures do not express the depth of anatomical structures, the virtual constructions based on magnetic resonance and computerized tomography have limitations, since extremely important elements as the fascia, tendinous arch and pericervical ring structures are very thin and difficult to detect and be expressed.

Based on the difficulty in understanding the anatomy of these intricated structures, a physical model was built in resin, based on the literature and on the previous research of a synthetic model [2,3], emphasizing those anatomical elements of vital importance, especially for the surgeon.

The three-dimensional scanning presented in this paper consists in the development of virtual models from already physically existing objects. According to Ferreira[4], scanning and reconstruction of complex shapes of objects have evolved rapidly in recent years, and the three-dimensional laser scanning method brings greater automation in data acquisition. The processing occurs after the areas or objects are defined, and then, the cloud of points acquisition is performed. The point cloud is the set of mathematical coordinates X, Y and Z representing the scanned surface, assuming million points. Computer systems CAE (Computer-Aided Engineering) and CAM (Computer-Aided Manufacturing) filter these points joining them in threes, forming three-dimensional mesh of the surface of the object. From that point, the images obtained can be managed in software which allows three-dimensional viewing. Segmentation of images is needed to determine areas of interest in the image and in many cases accurate demarcation of objects yields valuable information [5]. Manipulations include assembling and disassembling the model, rotations on several axes, fittings of parts individually and by clusters.

II. MATERIALS AND METHODS

A synthetic schematic anatomical model, made of resin and designed to be subjected to three-dimensional laser scanning has been called MARAP synthetic model. This model was made using as a base another synthetic model previously studied by the author and presented significant didactic application, reducing the learning curve[3]. It was constructed in rigid resin with better anatomical approach in relation to its basic model, however, also in schematic form for educational purposes.



Fig 1. Three-dimensional laser scanner Smartsan Breuckmann.

1. Preparation of MARAP for the Three-dimensional Laser Scanning

The prerequisites for laser reading optimization of anatomical elements were met providing:

- sufficient opacity to mitigate the refraction of laser radiation;
- rigidity to prevent deformation during handling for digital reading;
- absence of hollows avoiding to limit the laser scan;
- absence of areas of porosity to attenuate the reading roughness;
- light coloring to block the absorbency of the laser radiation.

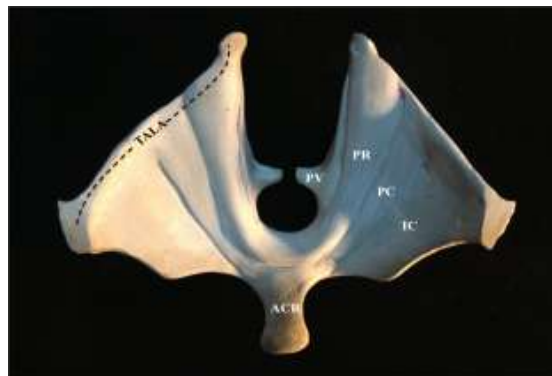


Fig 2. Schematic resinated model of the Levator ani muscle formed by beams: pubovaginalis (PV), puborectalis (PR), pubococcygeus (PC) and iliococcygeus (IC). The main anchorage points of these muscles are the tendinous arch of the levator ani (TALA) and the anus coccygeal raphe (ACR). (Segment of the MARAP synthetic model).

2. Capture of the Compatible Files with the CAE Systems * / CAM **

The twenty-five anatomical parts of the MARAP model were submitted to the SMARTSCAN 3D scanner – BREUCKMANN, in the IMAGO laboratory - Department of Informatics, Federal University of Parana. The files generated by the laser scanner were compatible with the computer systems CAE (*Computer-Aided Engineering) and CAM (**Computer-Aided Manufacturing). These systems have enabled the manipulation of three-dimensional images and files with .PLY .STL extensions, allowing corrections and improvements of the anatomical structures in the virtual environment.

3. Segmentation of the Images

Image segmentation is the method that enables the sharing of digital images in multiple regions or objects in order to simplify or change the representation of these images to facilitate analysis. This process was carried out in the CAE / CAM systems, tracking objects like lines, curves and edges on the images acquired from the laser scanning. The MeshLab, 3DsMax and SOLID WORKS softwares were used for fine tuning procedures of point clouds and positioning of anatomical elements.

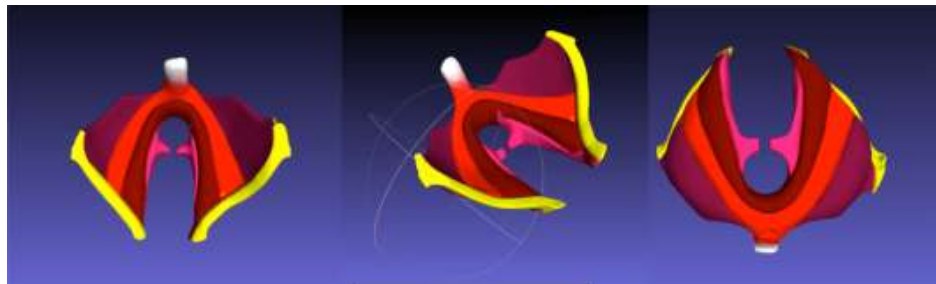


Fig. 3 A schematic model of the Levator ani muscle virtually colored emphasizing the beams: pubovaginalis (pink), puborectalis (dark red), pubococcygeus (red), iliococcygeus (wine); as well as the tendinous arch of the Levator ani muscle (yellow) and the anus coccygeal raphe (white), in three different views. (Segment of the MARAP virtual model).



Fig. 4 A schematic model of the vagina enveloped by the anterior and posterior fascias, showing also the different views (a, b and c) of these anatomical elements rotated virtually. The fascias were attenuated for better visualization of the internal structures. (Segment of the MARAP virtual model).

III. DEVELOPMENT OF AN ANATOMY TUTORIAL TYPE SOFTWARE

After the segmentation of the images we developed a special three-dimensional viewer, which allows the full exploration of the anatomical elements. Some access buttons were available for individual visualization of the pieces or in conjunction with others (cluster mode). The option of visualizing regions and structures with different colors was inserted, as well as color attenuation and transparency adjustments to provide a better understanding of the anatomical relationships.

The three-dimensional images of the anatomical elements were categorized and organized in sequence:

Bone Pelvis:

- a) overview for rotation on three axes;
- b) focus on the points and anchor regions of ligaments, tendons and tendinous arches.

Main Ligaments:

- a) sacrospinal; b) sacrotuberous; c) cardinal; d) uterosacral; e) pubourethral.

Muscles:

- a) bulboespongiosus; b) external sphincter of the anus; c) ischiocavernosus; d) superficial transverse perineal; e) deep transverse perineal; f) bundles of the levatorani (pubovaginal, pubo-rectal, pubococcygeus, iliococcygeal); g) coccyx; h) piriformis.

Fasciae:

a)rectovaginal (posterior); b) vesicovaginal (anterior).

Organs:

a) anus and anal canal; b) bladder; c) uterus and attachments.

Other anatomic elements:

a) raphe anococcigea; b) anorectal ligament; c) perineal body; d) pericervical ring; e) obturator membrane; f) neurovascular plexus; g) pudendal nerve; h) urethra; i) vagina; j) anus and anal canal.

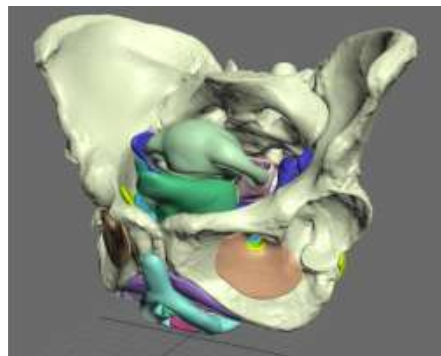


Fig 5. The MARAP virtual model in a perspective view.

IV. RESULTS AND DISCUSSION

Except for the head and the neck, the pelvic floor is considered the most complex anatomical region of the human body, and its comprehension is such quite difficultas important. In this paper we have presented and analyzed a method for creating a tutorial type software based on a physical female pelvic floor, previously studied and fabricated for this purpose.

The use of anatomical models in medical curricula has been reported as effective in teaching and learning anatomy, although the form of the model and its presentation may impact efficacy in learning [6-9]. The anatomical model does not have to be physical. Digital 3D anatomical models have been reported to be effective in enhancing learning and retention in medical and dental students [10-14].

The fact that the base model MARAP was made schematically in resin, made it possible to transfer important anatomical characteristics to the virtual environment. Since the cloud of dots generated in the digital laser scanning could be translated into high quality three-dimensional image, we obtained the presentation of an expressive mesh, textured in a schematic way.

Emphasis was placed on the expression of certain anatomical structures, which are often difficult to understand, mainly because they are constituted of a thin, fragile and little translucent tissue. Such elementsas the fascias, pericervical ring and tendinous archesgenerally dissolve in formalin that is one of the preserving solutions for corpse pieces, and thus are poorly distinguished during dissection. In addition, they are extremely difficult to detect and visualize in vivo during surgical procedures. Although these structures were thickened for better visualization in the base model, they were also presented as attenuated staining in the virtual model, compensating for the increased thickness. The software also allows a multicolored viewing of the model, presenting it in a consistent and comprehensible way, which is difficult to do in other formats.

Anatomical models are important educational tools in institutions or settings that are unable to support the space, costs, or regulatory requirements required for cadaveric dissection or specimen storage. For these reasons, anatomy education will always benefit from a finely constructed three-dimensional model [15].The proposal, therefore, is to provide a better understanding of these anatomical structures, so important for health professionals, especially for those dedicated to the dysfunctions and diseases of the female pelvic floor. We believe that it will possiblybe a useful tool for those longing to implement some alternative for the study of this complex anatomical segment of the human body.

We intend to continue the research on this subject, submitting this software to a practical application, comparing it with other didactic tools, in order to estimate its didactic potential. Novel studies and approaches for anatomical structures recognition in the female pelvic floor should be developed and also encouraged.

REFERENCES

- [1]. W.C. Smith, "The levator ani muscle: its structure in man, and its comparative relationships", *Anat Rec.*, vol. 26, pp. 175–203, 1923.
- [2]. H.S.P. Portugal, "Synthetic pelvic model as an effective didactic tool compared to cadaveric pelvis", *Rev Bras Ed Méd.*, vol. 35, pp. 502-506, oct./dec, 2011.
- [3]. P. Palma, C. Riccetto, R. Fraga, et al. "Tridimensional anatomy and virtual surgery for transobturator procedures", *Actas Urol Esp* vol.31,, pp. 361-365, 2007.
- [4]. J. Ferreira, "Integration of reverse engineering and rapid tooling in foundry technology", *J Mat Proc Tech*; vol.142, pp.374-382, 2003.
- [5]. V.Sruthi, K.Soundararajan, V.Usha Sree, "Accurate Multimodality Registration of medical images", *International Journal of Engineering and Development*, vol 1, pp.33-36, 2012.
- [6]. W. Pawlina, R.L. Drake, "Anatomical models: don't banish them from the anatomy laboratory yet" *Anat Sci Educ.*, vol.6, pp. 209–210.22, 2013.
- [7]. Z. Khot, K. Quinlan, G.R. Norman, B. Wainman, "The relative effectiveness of computer-based and traditional resources for education in anatomy", *Anat Sci Educ.*, vol. 6, pp. 211–5, 2013.
- [8]. D. Preece, S.B. Williams, R. Lam, R. Weller, "Let's get physical": advantages of a physical model over 3D computer models and textbooks in learning imaging anatomy", *Anat Sci Educ.*, vol. 6, pp. 216–24, 2013.
- [9]. S.A. Lombardi, R.E. Hicks, K.V. Thompson, G. Marbach-Ad. "Are all hands-on activities equally effective? Effect of using plastic models, organ dissections, and virtual dissections on student learning and perceptions", *Adv Physiol Educ.*, vol. 38, pp. 80–6, 2014.
- [10]. J. Fredieu, J. Watson, C. Hughart, T. Nikiforova, "Human development: development of the face and palate", *MedEdPORTAL*, 8334, 2011.
- [11]. A. Hu, T. Wilson, H. Ladak, P. Haase, P. Doyle, K. Fung, "Evaluation of a three-dimensional educational computer model of the larynx: voicing a new direction" *J Otolaryngol Head Neck Surg.*, vol. 39, pp. 315–22, 2010.
- [12]. K.R. Marsh, B.F. Giffin, D.J. Lowrie Jr, "Medical student retention of embryonic development: impact of the dimensions added by multimedia tutorials. *Anat Sci Educ.*, vol. 1, pp. 252–7, 2008,
- [13]. S. Tan, A. Hu, T. Wilson, H. Ladak, P. Haase, K. Fung, "Role of a computer-generated three-dimensional laryngeal model in anatomy teaching for advanced learners.", *J Laryngol Otol.*, vol. 126, pp. 395–401, 2012.
- [14]. C. Yue, J. Kim, R. Ogawa, E. Stark, S. Kim, "Applying the cognitive theory of multimedia learning: an analysis of medical animations". *Med Educ.*, vol. 47, pp. 375–87, 2013.
- [15]. J.R. Fredieu, J. Kerbo, M. Herron et al. "Anatomical Models: a Digital Revolution", *Med.Sci.Educ.*, vol. 25, pp. 183-194, 2015.

DISCUSSÃO GERAL

As diversas variações anatômicas entre indivíduos, por si só, caracteriza a Anatomia uma ciência que apresenta dificuldade em sua compreensão, o que leva a ser um fator causal de inúmeras divergências entre anatomistas e pesquisadores. Além dessas particularidades que dificultam o estudo da Anatomia, outros fatores são somados, como a complexidade anatômica do assoalho pélvico, principalmente por sua posição enclausurada na cavidade pélvica, pela sobreposição de estruturas em camadas e, pela baixa espessura e fragilidade, especialmente das fâscias.

O pouco tempo dispendido em laboratórios de dissecação, as más condições de conservação das peças de cadáveres, somado à usual repulsa ao sujeito morto e aos materiais deficitários de apoio nas aulas de Anatomia, sustentam o déficit de conhecimento anatômico de muitos estudantes. Os aplicativos existentes no mercado, normalmente não contemplam estruturas importantes do assoalho pélvico, especialmente as fâscias e os arcos tendíneos. Geralmente são apresentados vários elementos anatômicos fundidos e compactados em poucas peças anatômicas. É, portanto, imprescindível que sejam desenvolvidos novos métodos que facilitem o processo de ensino e aprendizagem nesta disciplina basilar da Medicina.

Segundo Schuelter²¹, pode-se conceituar ensino como um processo de facilitação ou condução, com o objetivo de que as pessoas aprendam. Logo, a utilização de novos recursos para o ensino parecem vir ao encontro das necessidades encontradas nessa área da Medicina. A própria tecnologia de visualização tridimensional tem avançado como uma promissora ferramenta para o incremento do conhecimento da Anatomia²². A utilização da multimídia neste século tem se tornado mundialmente uma prática crescente. Aplicativos relacionados aos cuidados da saúde que podem ser baixados para *smartphones*, *tablets* e computadores estão sendo bastante divulgados^{23,24}.

Biasutto et al²⁵. referiu melhores resultados para estudantes que aprenderam Anatomia somente por dissecação comparados aos estudantes que utilizaram somente recursos de computadores; porém, os melhores resultados foram encontrados no grupo de estudantes que aprendeu por ambos os métodos. Assim, a

tecnologia de visualização tridimensional pode, por exemplo, ser utilizada como adjutora na dissecação de cadáver em escolas onde os recursos são escassos ou que possuem menos horas de estudo em laboratório.

Sendo o modelo MARAP criado artesanalmente após vasta revisão bibliográfica, pode por um destes motivos, apresentar desvios do padrão anatômico que denominaríamos “normal”. Embora este modelo apresente melhor aspecto anatômico em relação ao seu modelo-base, ele manteve ainda o padrão esquemático. Este padrão se configura pelo modo construtivo artesanal e pela própria intenção autoral de superexpressar as estruturas que apresentam dificuldade para serem estudadas, devido as suas características inerentes. As fascias anterior e posterior foram intencionalmente espessadas para melhor visualização e manipulação no ambiente virtual, visto que naturalmente suas estruturas são extremamente delgadas. Da mesma forma, algumas regiões de condensação das fibras dessas fascias, mais precisamente o anel pericervical, os ligamentos cardinais e útero-sacros, também foram enfatizados, através de espessamento e colorações diferentes. A possibilidade de oferecer uma melhor visualização e distinção dessas estruturas foi a tônica desse trabalho, desde a confecção do modelo sintético resinado MARAP até sua concepção no ambiente virtual.

Diante do alto grau de complexidade anatômica apresentado pela região do assoalho pélvico feminino, o acesso a uma nova ferramenta de aprendizagem pode ser significativo para o aluno compreender relações anatômicas em sua plenitude. A possibilidade de visualização dos elementos em três dimensões incrementa o poder de visualização, raciocínio e orientação espacial em Anatomia.

Houve, em vários momentos desse trabalho, a clara percepção que o desenvolvimento de um aplicativo dessa natureza parece não terminar jamais. Os aprimoramentos continuam acontecendo, envoltos em desafios aceitos, mas sempre se considerando ser utópica a própria equiparação dos elementos artificiais com os naturais.

Enfim, esta pesquisa sinaliza maior possibilidade de conhecimento sobre o tema abordado, podendo assim, contribuir para melhorar a compreensão e entendimento anatômico das estruturas e suas inter-relações, promovendo assim, um incremento para o raciocínio clínico, e subsequente agilidade no diagnóstico e

condutas clínicas e cirúrgicas de patologias e disfunções do assoalho pélvico feminino.

O aplicativo MARAP Virtual apresentou características didáticas que poderão significar redução na curva de aprendizagem da Anatomia deste segmento anatômico. Esta hipótese, porém, necessita ser testada, objetivamente, pelo índice de absorção do conhecimento agregado ou por método comparativo com outros recursos. Futuros estudos que levem em consideração as estruturas pesquisadas são necessários, para o pleno preenchimento dessa lacuna no aprendizado da Anatomia.

CONCLUSÃO

A construção de um visualizador tridimensional de Anatomia do Assoalho pélvico feminino a partir do escaneamento a laser do modelo MARAP, modelado para este fim, proporcionou:

- a expressão das estruturas: fâscias anterior e posterior, o anel pericervical e os ligamentos cardinais e útero-sacros, os arcos tendíneos da fascia pélvica e do músculo levantador do ânus e demais elementos anatômicos do assoalho pélvico feminino;
 - a possibilidade de manipulação virtual dessas estruturas, singularmente e conjuntamente, permitindo a verificação das relações anatômicas, montando e desmontando o conjunto anatômico;
-

REFERÊNCIAS

1. Dangelo JG, Fattini CA. Anatomia humana sistêmica e segmentada. 2. ed. São Paulo: Editora Atheneu; 2003. p. 1-9.
 2. Spence AP. Anatomia humana básica. 2. ed. São Paulo: Editora Manole Ltda. 1991.
 3. Leonard RJ, Acland RD, Agur A, Blevins CE, Cahill DR, Collins JD, Dalley AF II, Dolph J, Hagedoorn JP, Hoos PC, et al. 1996. A clinical anatomy curriculum for the medical student of the 21st century: gross anatomy. *Clin Anat.* 1996 Jan 1;9(2):71–99.
 4. Fasel J, Bader C, Gailloud P. Anatomy teaching for medical undergraduates: General practice as a guideline? *The brain. Clin Anat.* 1999;12(2):115–9.
 5. Sugand K, Abrahams P, Khurana A. The anatomy of anatomy: a review for its modernization. *Anat Sci Educ.* 2010 Jan 5;3(2):83–93.
 6. Cottam WW. Adequacy of medical school gross anatomy education as perceived by certain postgraduate residency programs and anatomy course directors. *Clin Anat.* 1999 Jan 5;12(1):55–65.
 7. Smith JA. 2005. Can anatomy teaching make a come back? *Anz J Surg.* 2005;75(3):93–93.
 8. Waterston SW, Stewart IJ. Survey of clinicians' attitudes to the anatomical teaching and knowledge of medical students. *Clin Anat* 2005;18:380–4.
 9. Bhangu A, Boutefnouchet T, Yong X, Abrahams P, Joplin R. A three-year prospective longitudinal cohort study of medical students' attitudes toward anatomy teaching and their career aspirations. *Anat Sci Educ.* 2010 Jan 5;3(4):184–90.
 10. Somville FJ, van Sprundel M, Somville J. Analysis of surgical errors in malpractice claims in Belgium. *Acta Chir Belg.* 2010 Jan 5;110(1):11–8.
 11. Moore AE, Zhang J, Stringer MD. Iatrogenic nerve injury in a national no-fault compensation scheme: an observational cohort study. *Int J Clin Pract.* 2012;66(4):409–16.
 12. Simonsen AR, Duncavage JA, Becker SS. Malpractice in head and neck surgery: a review of cases. *Otolaryngology--Head Neck Surg Official J Am Acad Otolaryngology-Head Neck Surg* 2012;147:69–73.
 13. Lempp HK. Perceptions of dissection by students in one medical school: beyond learning about anatomy. *A qualitative study. Med Educ* 2005;39:318–25.
 14. Basso IS. Significado e sentido do trabalho docente. *Cad CEDES.* 1998; 19(44).
-

15. Perrenoud P. Formar professores em contextos sociais em mudança — prática reflexiva e participação crítica. *Rev Bras Educ* 1999; 12:5-2.
 16. Fornaziero CC, Gil CRR. Novas tecnologias aplicadas ao ensino da anatomia humana. *Rev Bras Educ Med* 2003; 27(2):141-6.
 17. McLachlan JC, Patten D. Anatomy teaching: ghosts of the past, present and future. *Med Educ*. 2006; 40:243-53.
 18. Olry R. Wax, wooden, ivory, cardboard, bronze, fabric, plaster, rubber and plastic anatomical models: Praiseworthy precursors of plastinated specimens. *Int Soc Plastination* 2000;15(1): 30-5.
 19. Ferreira J. Integration of reverse engineering and rapid tooling in foundry technology. *J Mat Proc Tech* 2003; 142:374-382.
 20. Portugal, H, Palma P, Fraga R, Riccetto C, Rocha S, Carias L. Modelo pélvico sintético como uma ferramenta didática efetiva comparada à pelve cadavérica. *Revista Brasileira De Educ Médica*. 2011;35(4):502–506.
 21. Schuelter G. Capacitação de Professores em Educação Ambiental: uma Proposta Utilizando a Internet. Santa Catarina. Dissertação [Mestrado em Engenharia de Produção] – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); 2001.
 22. Yammine K, Violato C. A meta-analysis of the educational effectiveness of three-dimensional visualization technologies in teaching anatomy. *Anat Sci Educ* 2015;8:525–38.
 23. Dayer L, Heldenbrand S, Anderson P, Gubbins P, Martin B. Smartphone medication adherence apps: Potential benefits to patients and providers. *J Am Pharm Assoc*. 2013;53(2):172–81.
 24. Paschou M, Sakkopoulos E, Tsakalidis A. easyHealthApps: e-Health Apps dynamic generation for smartphones & tablets. *J Med Syst*. 2013 Jun 6;37(3):9951.
 25. Biasutto SN, Causa LI, Criado del Río LE. Teaching anatomy: cadavers vs. computers? *Ann Anat* 2006;188:187–90.
-

APÊNDICES

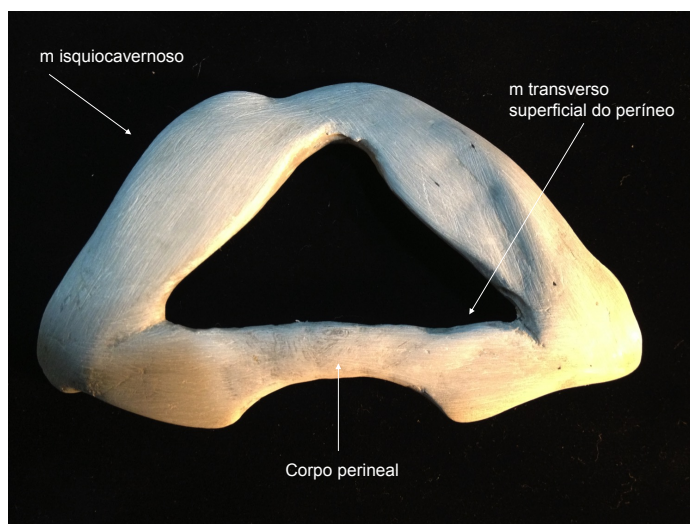
APÊNDICE 1. Modelo MARAP: Músculos Obturadores Internos



APÊNDICE 2. Modelo MARAP: Músculos Bulboesponjosos, Corpo perineal, Esfíncter Anal Externo e Rafe Anococcígea



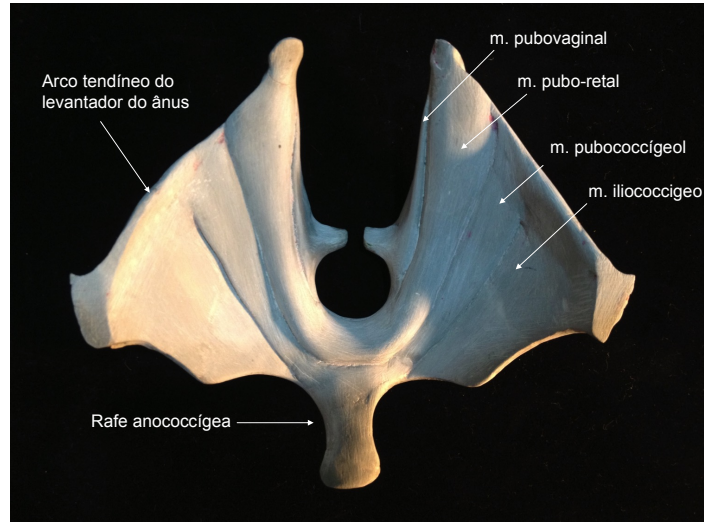
APÊNDICE 3. Modelo MARAP: Músculos Isquiocavernosos e Transversos Superficiais do Períneo



APÊNDICE 4. Modelo MARAP: Músculo Transverso Profundo do Períneo



APÊNDICE 5. Modelo MARAP: Grupo Muscular Levantador do Ânus, seus Arcos Tendíneos e Rafe Anococcígea

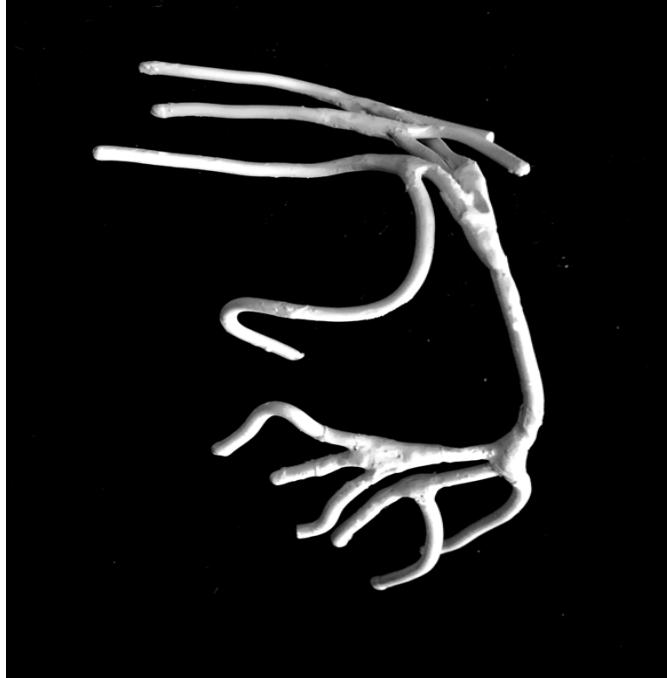


APÊNDICE 6. Modelo MARAP: Músculo Coccígeo



APÊNDICE 7. Modelo MARAP: Reto e Canal Anal**APÊNDICE 8. Modelo MARAP: Canal Vaginal**

APÊNDICE 9. Modelo MARAP: Nervo pudendo e ramificações



APÊNDICE 10. Modelo MARAP: Membrana Obturada



APÊNDICE 11: Modelo MARAP: Plexo Váculonervoso Obturado**APÊNDICE 12. Modelo MARAP: Bexiga e Uretra**

ANEXOS

ANEXO 1. Certificado de autoria de artigo publicado.

*e-ISSN: 2278-067X**p-ISSN: 2278-800X*

International Journal Of
Engineering
Research And Development
PEER REVIEWED JOURNAL

CERTIFICATE

It is certify that the paper entitled by **"3D Viewer Software Build Based on Scanned Synthetic Female Pelvic Floor Model"** has been published in **International Journal of Engineering Research and Development (IJERD)**.

Your article has been published with following details:

Ref. Id: 511078
Author's Name: Helio Sergio Pinto Portugal et al.
Journal Name: International Journal of Engineering Research and Development (IJERD)
Journal URL: www.ijerd.com
Journal Type: Online & Offline
Publication Year: 2016
Publication Month: November
Vol No. : 12
Issue No. : 11



Editor-In-Chief
 International Journal of Engineering Research and Development (IJERD)
 ISSN(Online) : 2278-067X, ISSN(Print) : 2278-800X
 E-mail ID: ijerd@editormails.com
 URL: www.ijerd.com

ANEXO 2. Solicitação. De Apoio Técnico ao Laboratório IMAGO.

Curitiba, 27 de março de 2013

A/C: Prof. Dr. Luciano Silva
GRUPO IMAGO
Departamento de Informática
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Assunto: solicitação de assessoria técnica

SOLICITAÇÃO

Prezado Prof. Dr. Luciano Silva,

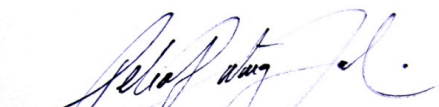
Venho, através desta, apresentar a este prestigiado Grupo IMAGO - Departamento de Informática - UFPR, através de V.S. a solicitação de assessoria técnica abaixo descrita. Refere-se ao desenvolvimento de parte de meu projeto de pesquisa a ser apresentado ao Programa de Pós-Graduação – Doutorado em Medicina/Clínica Cirúrgica, desta mesma instituição. Seguem abaixo elencados, itens de solicitação de apoio técnico e de análise e parecer:

1. Digitalização tridimensional a laser do modelo físico sintético resinado MASAP (pelve e soalho pélvico), segundo as características apresentadas: forma, tamanho, rigidez, cor, opacidade, solidez, etc.
2. Armazenamento dos arquivos (obtidos no escaneamento a laser) compatíveis com os sistemas CAE/CAM (*Computer-Aided Engineering/Computer-Aided Manufacturing*) para visualização em camadas, possibilitando manipular os elementos anatômicos um a um e em conjunto, com encaixes e sobreposições, no ambiente virtual;
3. Disponibilização dos dados para serem manipulados em softwares já existentes de visualização tridimensional;
4. Viabilidade e exeqüibilidade deste segmento do projeto;
5. Possibilidade de execução de um teste-piloto;
6. Custos e eventuais ônus.

Como contrapartida, futura publicação dos resultados, em revista científica, incluirá o(s) assessor(es) contribuinte(s).

Sem mais, agradeço a atenção de V.S. e a apreciação desta solicitação, aguardando seu parecer para posterior anexação ao referido projeto de pesquisa.

Atenciosamente,



Helio Sérgio Pinto Portugal
FISIOTERAPEUTA
Serviço de Medicina Física e Reabilitação
HOSPITAL DE CLÍNICAS – U F P R

ANEXO 3. Declaração de Viabilidade e Apoio Técnico do Laboratório IMAGO.

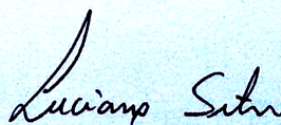
DECLARAÇÃO

Declaro, para os devidos fins, que Helio Sérgio P. Portugal, autor do projeto de pesquisa "*Digitalização tridimensional a laser de soalho pélvico feminino a partir da remodelagem de modelo físico*" apresentou a este Laboratório um modelo pélvico resinado denominado MASAP, solicitando a análise técnica quanto aos seguintes pontos:

- 1- Viabilidade técnica para a digitalização tridimensional a laser do modelo MASAP, conforme as características físicas que este apresenta (tamanho, forma, opacidade, solidez, rigidez, cor, sistemas de encaixe, elementos anatômicos em camadas, etc.);
- 2- Exequibilidade do escaneamento a laser neste laboratório;
- 3- Armazenamento dos arquivos gerados, compatíveis com os sistemas computacionais CAE/CAM (*Computer-Aided Engineering/Computer-Aided Manufacturing*) os quais possibilitam a visualização em camadas, permitindo manipular os elementos anatômicos um a um e em conjunto, com encaixes e sobreposições, no ambiente virtual;
- 4- Assessoria técnica na segmentação de imagens tridimensionais em software compatível;
- 5- Participação do assessor técnico em futura publicação científica;
- 6- Ausência de ônus financeiro.

Viabilizamos tecnicamente os itens acima elencados, declarando ser este segmento do projeto proposto, exequível dentro do escopo técnico-científico deste laboratório.

Sem mais, subscrevo-me,



Prof. Dr. Luciano Silva
GRUPO IMAGO
Departamento de Informática
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ