

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

TEREZA WU SZU HUI

**BRAÇADEIRA PARA O AUXÍLIO NA PUNÇÃO VENOSA NOS EXAMES DE
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA**

CURITIBA

2022

TEREZA WU SZU HUI

**BRAÇADEIRA PARA O AUXÍLIO NA PUNÇÃO VENOSA NOS EXAMES DE
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA**

Clamp for assistance in veno puncture in magnetic resonance analysis

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientadora: Prof.^a Dra. Danielle Filipov
Coorientadora: Prof. Dra. Rita Zanlorensi Visneck Costa
Coorientador: André Florão

CURITIBA

2022



Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TEREZA WU SZU HUI

**BRAÇADEIRA PARA O AUXÍLIO NA PUNÇÃO VENOSA NOS EXAMES DE
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Tecnólogo em Radiologia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Prof.^a Dra. Danielle Filipov

Coorientadora: Prof. Dra. Rita Zanlorensi Visneck
Costa

Coorientador: André Florão

Data de aprovação: 07/Dezembro/2022

Danielle Filipov Pereira
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Kátia Elisa Prus Pinho
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Milena Thais de Oliveira Feitosa
Graduação
PrimaMed, Sugisawa Imagem e INC Imagem

CURITIBA

2022

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR que, por meio dos professores, contribuiu para toda a base da minha formação acadêmica.

À professora Dra. Danielle Filipov pela orientação e à professora Dra. Rita Zanlorensi Visneck Costa pela coorientação, ao coorientador André Florão, que teve a ideia junto comigo para realizar este trabalho, todos pela sabedoria com que me ajudaram para a construção deste projeto. A clínica, corpo clínico e todos aqueles que de alguma forma participaram do estudo, sem vocês o trabalho não existiria.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento ao meu namorado e aos meus amigos que contribuíram para a concretização do trabalho e me acompanharam ao longo desta jornada.

A todos, muito obrigada!

“Não se deve adquirir conhecimento como se adquire uma coisa que ocupe momentaneamente um lugar na nossa memória. Um conhecimento não é nada se ele não se transforma em algo que nos modifique. Assim, ao contrário do que se crê, o conhecimento nunca é senão um meio, não um objetivo; e o objetivo é descobrir por meio dele uma das potências de nossa vida secreta.”

Louis Lavelle

RESUMO

A Ressonância Magnética (RM), estudada desde 1938, é um método de diagnóstico por imagem estabelecido na prática clínica e em crescente desenvolvimento. Estas imagens são produzidas de forma não invasiva e sem a utilização de radiação ionizante. Além disso, a RM é uma técnica extremamente flexível, com a qual é possível produzir imagens com diferentes contrastes e que fornecem diferentes informações sobre a anatomia, estrutura e função do corpo humano, sendo, portanto, uma das técnicas preferidas pelos radiologistas. O fenômeno de RM se baseia na interação entre campos magnéticos e os spins nucleares, uma vez que tópicos como eletromagnetismo, supercondutividade e processamento de sinais devem ser abordados em conjunto. Por conta disso, são poucos materiais que são compatíveis na RM e neste trabalho, será confeccionado um protótipo seguro, estável para RM e confortável para o paciente, uma braçadeira com suporte, que serve de apoio para os exames que necessitem de punção venosa e o uso de contraste. O projeto primeiramente, passou pelo Comitê de Ética da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e foi aprovado. E para assegurar que o material era compatível com a RM, foi realizado teste em duas clínicas em Curitiba e o resultado foi satisfatório.

Palavras-chave: Ressonância magnética, radiação não-ionizante, campo magnético, protótipo, suporte compatível com RM, suporte de braço seguro e confortável para o paciente, punção venosa.

ABSTRACT

Magnetic Resonance Imaging (MRI), studied since 1938, is a diagnostic imaging method established in clinical practice and in increasing development. These images are produced non-invasively and without the use of ionizing radiation. Furthermore, MRI is an extremely flexible technique, with which it is possible to produce images with different contrasts and that provide different information about the anatomy, structure and function of the human body, being, therefore, one of the preferred techniques by radiologists. The MR phenomenon is based on the interaction between magnetic fields and nuclear spins, since topics such as electromagnetism, superconductivity and signal processing must be addressed together. Because of this, there are few materials that are compatible with MRI and in this work, a design and construction of a prototype that is safe, stable for MRI and comfortable for the patient, will be presented, a cuff with support, which serves as a support for the exams that are carried out. need venipuncture and the use of contrast. The project first went through the Ethics Committee of the Federal Technological University of Paraná and was approved. And to ensure that the material was compatible with MRI, a test was carried out in two clinics in Curitiba and the result was satisfactory.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging, non-ionizing radiation, magnetic field, prototype, MRI compatible support, safe and comfortable arm support for patient, venipuncture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Braçadeira existente no mercado	14
Figura 4 Eixos físicos na RM	18
Figura 5 Representação dos planos Axial, Coronal e Sagital	19
Figura 6 Curva de Gauss	22
Figura 7 Largura do cotovelo sexo masculino e feminino	22
Figura 8 Comprimento do antebraço sexo masculino e feminino	23
Figura 9 Aprovação do Comitê de Ética	24
Figura 10 Ideia inicial	24
Figura 11 Aperfeiçoamento final	25
Figura 12 Impressora 3D, modelo Graber	28
Figura 13 Bandeja projetada no Solidworks	30
Figura 14 Impressão das peças da bandeja	31
Figura 15 Peças com a cola	31
Figura 16 Bandeja concluída	31
Figura 17 Tubo de alumínio	32
Figura 18 Manípulo	33
Figura 19 Tarugo	33
Figura 20 Finalização da base do suporte	34
Figura 21 Demonstração da força que a haste suporta	34
Figura 22 Protótipo final	35
Figura 23 Teste com o <i>gantry</i>	36
Figura 24 Protótipo em fase de teste na sala de RM na clínica 1	36
Figura 25 Protótipo em fase de teste na sala de RM na clínica 2	37
Figura 26 Teste na sala de RX	37
Figura 27 Encaixe da cuba rim na bandeja	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MATERIAIS UTILIZADOS PARA CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO 25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EUA	Estados Unidos
FDM	<i>Fused Deposition Modeling</i>
IV	Intravenoso
PET	Tereftalato de Polietileno
PETG	Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol
PLA	Ácido Poli láctico
PV	Punção venosa
RF	Radiofrequência
RM	Ressonância Magnética
RX	Raios X

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 OBJETIVO GERAL	14
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 PRINCÍPIOS FÍSICOS DA RM	16
2.2 MEIOS DE CONTRASTE	19
2.3 ERGONOMIA	20
2.3.1 PROBLEMAS ERGONÔMICOS	20
2.3.2 ANTROPOMETRIA NA ERGONOMIA	21
2.3.3 MEDIDA ANTROPOMÉTRICA DO COTOVELO E DO ANTEBRAÇO	21
3 MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1 MATERIAIS	24
3.1.1 APROVAÇÃO COMITÊ DE ÉTICA	24
3.1.2 DESENHO NO SOLIDWORKS	24
3.1.3 MATERIAIS UTILIZADOS	25
3.1.4 FILAMENTO DE PLA	25
3.1.5 TUBO DE ALUMÍNIO	26
3.1.6 IMPRESSORA 3D	27
3.2 MÉTODOS	29
3.2.1 ESCOLHA DO MATERIAL PARA A CONFECÇÃO DO PROTÓTIPO E SUPORTE	29
3.2.2 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	30
3.2.3 CONFECÇÃO DA BANDEJA	30
3.2.4 CONFECÇÃO DA HASTE DA BASE	32
4 RESULTADOS	35
4.1 TESTE COM O PROTÓTIPO	35
4.2 TESTE DA CUBA RIM DA BANDEJA	37
5 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

As propriedades da Ressonância Magnética (RM) têm origem na interação entre um átomo em um campo magnético externo. De forma mais precisa, é um fenômeno em que partículas contendo momento angular e momento magnético exibem um movimento de precessão quando estão sob ação de um campo magnético (LUFKIN, 1999).

Os principais átomos que compõem o tecido humano são: hidrogênio, oxigênio, carbono, fósforo, cálcio, flúor, sódio, potássio e nitrogênio. Estes átomos, exceto o hidrogênio, possuem no núcleo atômico prótons e nêutrons (LUFKIN, 1999). Apesar de outros núcleos possuírem propriedades que permitam a utilização em RM, o hidrogênio é o escolhido por três motivos básicos:

- é o mais abundante no corpo humano: cerca de 10% do peso corporal se deve ao hidrogênio;
- as características de RM se diferem bastante entre o hidrogênio presente no tecido normal e no tecido patológico;
- o próton do hidrogênio possui o maior momento magnético e, portanto, a maior sensibilidade à RM.

Por sua abundância, o hidrogênio é o tipo de núcleo mais utilizado para a obtenção das imagens de ressonância magnética.

Na RM existe limitação de materiais compatíveis, pois existe um forte campo magnético que fica confinado não somente no equipamento, mas sim no interior da sala. E por isso requer uma blindagem específica, a Gaiola de Faraday, chamada de blindagem de radiofrequência (RF). Essa blindagem garante o isolamento de RF das frequências exigidas pelos fabricantes, evitando assim interferências externas que podem gerar problemas na aquisição de imagens. Alguns materiais não são seguros para serem utilizados na sala de RM.

Alguns exames de RM requerem o uso de contraste intravenoso (IV) sendo necessária a punção venosa (PV) paciente. Porém, nem todas as clínicas realizam a punção antes de entrar na sala de exames dependendo da rotina. Atualmente, existem braçadeiras que auxiliam na punção, porém, vale salientar que essas não possuem as medidas e o design adequado para seu uso, quando utilizadas durante o exame. Ressalta-se ainda que muitas dessas são feitas de materiais ferromagnéticos que não

são permitidos dentro da sala de exame. Estas alteram a homogeneidade do campo magnético, podendo assim gerar artefatos nas imagens coletadas. Existe ainda o agravante que, caso estas braçadeiras possuam material ferromagnético serão atraídas pelo magneto, causando assim, graves acidentes.

1.1 JUSTIFICATIVA

A iniciativa para desenvolvimento do suporte foi através da percepção da dificuldade que os profissionais da clínica do setor da enfermagem e os tecnólogos de radiologia possuem na hora de fazer a punção no braço do paciente. Tais dificuldades se demonstraram bem presentes no público jovem, adulto. O estudo iniciou-se através da observação dos empecilhos relacionados a esse posicionamento em um estágio não obrigatório em uma clínica de diagnóstico por imagem na cidade de Curitiba-PR.

O uso de um suporte que auxilia na punção venosa na RM pode trazer como benefício a redução do tempo consumido e conseqüentemente, o conforto para o paciente. Além disso, a segurança para os profissionais e usuários do público, asseguram a redução do número de erros na punção e evitam acidentes durante a mesma.

Atualmente, existem braçadeiras no mercado que auxiliam na punção venosa, porém, vale salientar que essas não possuem as medidas e os design adequados para seu uso, quando utilizados durante o exame. Ressaltando também que muitas dessas são feitas de materiais ferromagnéticos que não são permitidos dentro da sala de exame. Pois, alteram a homogeneidade do campo magnético, podendo assim gerar artefatos nas imagens coletadas. Existe ainda o agravante que, caso essas braçadeiras possuam material ferromagnético, serão atraídas pelo magneto, causando assim, graves acidentes. A Figura 1 mostra uma braçadeira para injeção, disponível no mercado, com altura regulável, construída em tubos de 7/8" x 0,9mm; base em tripé de ferro fundido, haste em aço inox 3/4" x 0,9mm, apoio de braço em chapa aço inox 0,80mm, com altura mínima de 0,80m e altura máxima de 1,08m.

Ademais, pode ser realizada a punção na sala de RM, porém, sem suporte algum (Figura 2), pois a mesa da RM não possui suporte para o braço na hora de aplicar o contraste no acesso venoso. Isto provoca uma série de transtornos tanto para os profissionais que acabam não tendo um lugar apropriado para deixar o

material, precisando improvisar e até mesmo realizar um procedimento não com muita técnica. Ocasionalmente assim, desconforto para paciente e profissionais da radiologia.

Figura 1: Braçadeira existente no mercado.



Fonte: Cirurgicaestilo, 2022

Figura 2: Demonstração do braço sem suporte



Fonte: autoria própria, 2022

Em vista disso, este trabalho propõe desenvolver uma braçadeira para o auxílio da punção venosa na RM, não ferromagnética, visando otimizar o tempo consumido e conforto, segurança e agilidade na realização da técnica.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma braçadeira para o auxílio da punção venosa na RM, com o emprego de materiais não ferromagnéticos, visando otimizar o tempo de exame e proporcionar conforto e segurança ao paciente.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desenvolver protótipo para acomodar a região do cotovelo e antebraço do paciente, utilizando medidas antropométricas e oferecer conforto ergonômico durante o uso.
2. Realizar teste primário de peso, agilidade na manipulação do suporte.
3. Fabricar o suporte com materiais que respeitem a desinfecção hospitalar, como material impermeável, de fácil limpeza e pintar com tinta de cor neutra.
4. Otimizar o tempo, pois o protótipo oferece suporte para colocar as ferramentas necessárias que o profissional precisa na hora do exame.
5. Realizar os testes finais em clínicas de diagnóstico por imagem na cidade de Curitiba-PR.
6. Fazer levantamento das avaliações positivas e negativas, e verificar se o suporte atende o resultado esperado, qualidade, conforto e posicionamento do paciente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados alguns princípios físicos da RM, protocolo de segurança na sala de exame, uso do agente de contraste e a ergonomia.

2.1 PRINCÍPIOS FÍSICOS DA RM

A imagem por RM é, resumidamente, o resultado da interação do forte campo magnético produzido pelo equipamento com os prótons de hidrogênio do tecido humano.

Ela cria uma condição para que se possa enviar um pulso de RF e esta radiofrequência modificada é coletada através de uma bobina receptora. Este sinal coletado é processado e convertido em uma imagem ou informação (WESTBROOK; KAUT; TALBOT, 2013; BUSHONG, 2003).

As propriedades de RM têm origem na interação entre os átomos de hidrogênio em um campo magnético externo. De forma mais precisa, é um fenômeno em que os prótons de hidrogênio contendo momento angular e momento magnético exibem um movimento de precessão quando estão sob ação de um campo magnético (WESTBROOK; KAUT; TALBOT, 2013; BUSHONG, 2003).

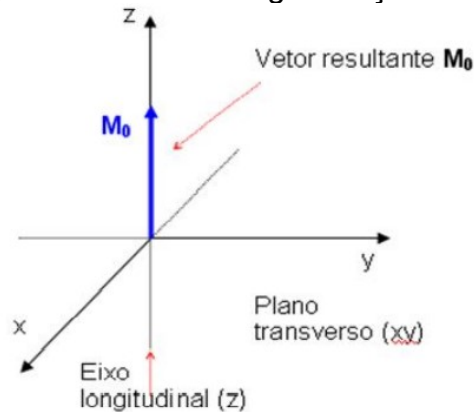
A imagem por RM é obtida por meio de um campo magnético (magneto) e ondas de rádio. Também é empregado um processo de reconstrução matemática. A imagem é fornecida de acordo com o comportamento de determinados prótons ou nêutrons do núcleo do átomo e a velocidade com que se recuperam de uma estimulação provocada pela absorção de energia. No equipamento da RM os campos gradientes atuam a partir do isocentro aumentando gradativamente a intensidade do campo magnético em uma direção e diminuindo também de forma gradativa a intensidade na direção oposta. No momento da formação da imagem, bobinas específicas geram os campos gradientes necessários para a seleção do corte e codificação espacial de RM.

O aparelho de RM utiliza-se de pulso de radiofrequência (RF) calculado, que será emitido na mesma frequência de precessão dos núcleos de hidrogênio, entrando em ressonância com os mesmos. Isso resultará em um aumento no movimento de precessão, fazendo com que o vetor de magnetização efetiva (VME classificado como o momento magnético efetivo do hidrogênio (Figura 3) seja transferido para o plano

transversal. Para isso, utiliza-se um pulso de RF 90°, conhecido como pulso de excitação. O ângulo de inclinação do pulso de RF pode ser de 5° a 180°, sendo que o pulso de RF 180° é conhecido como pulso de inversão.

Esses pulsos serão conduzidos para a área de interesse a ser examinada no corpo, fazendo-se com que os prótons naquela área absorvam a energia necessária para fazê-los girar em uma direção e frequência específica, a qual é chamada de frequência de Larmor (ω_0) (equação 1), e é calculada com base no tecido cuja imagem será gerada e na intensidade do campo magnético principal (GOULD, 2000).

Figura 3: Vetor de magnetização efetiva



Fonte: Nota de aula de RM ministrado pela professora Rita Zanlorensi Visneck Costa, UTFPR 16/09/2019.

$$\omega_0 = \gamma \cdot B_0 \quad (1)$$

onde, γ : razão giromagnética; B_0 : valor do campo magnético externo aplicado.

Para o hidrogênio, a razão giromagnética é de 42,58 MHz/T. Portanto, ao se considerar um campo de 1,5 T, a frequência de precessão será de 63,87 MHz.

A frequência de onda usada na RM é calculada pela famosa equação de *Larmor* (1), que diz que a frequência é produto da intensidade do campo magnético multiplicada pela razão giromagnética do elemento estudado.

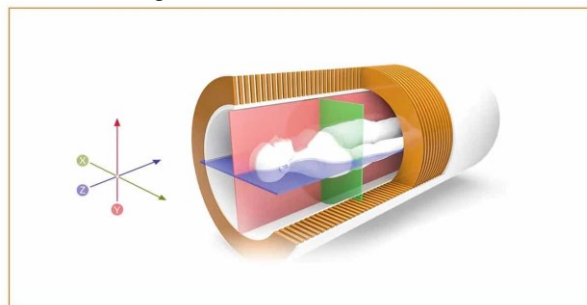
Quando cessado o pulso de RF, os núcleos de hidrogênio voltarão ao seu alinhamento em direção ao campo magnético B_0 (relaxamento). Nesse momento de retorno, o núcleo de hidrogênio emitirá um sinal (eco), que será captado por uma bobina. Esse sinal será responsável por levar informações sobre o tecido para o equipamento e será ele responsável pela formação da imagem por RM, ou seja, o VME gera em uma bobina próxima uma corrente elétrica induzida que constitui o sinal

em RM. Esse processo será repetido várias vezes para formar uma única imagem (WESTBROOK, KAUT, TALBOT, 2013).

O sistema de RM possui 3 eixos físicos (Figura 4):

- Eixo Z - Longitudinal
- Eixo Y - Vertical
- Eixo X – Horizontal

Figura 4: Eixos físicos na RM



Fonte: Star Telerradiologia (2022)

Na etapa de seleção de cortes, cada núcleo de hidrogênio fica situado em diferente posição ao longo do eixo (x, y ou z), no qual o gradiente (taxas de variação linear do campo magnético) é acionado e irá precessar com um valor diferente de frequência. A geração dos gradientes é feita por bobinas condutoras nas quais circulam correntes elétricas. Se este gradiente permanecer ligado, pode-se enviar um pulso de RF com frequência central de precessão igual a da região que se quer excitar. Por exemplo, se o gradiente de seleção de cortes for acionado no eixo z, as imagens serão obtidas em cortes axiais. Os outros dois gradientes (codificação de fase e de frequência) serão acionados nos eixos que restaram, x e y ou y e x (WESTBROOK, KAUT, TALBOT, 2013).

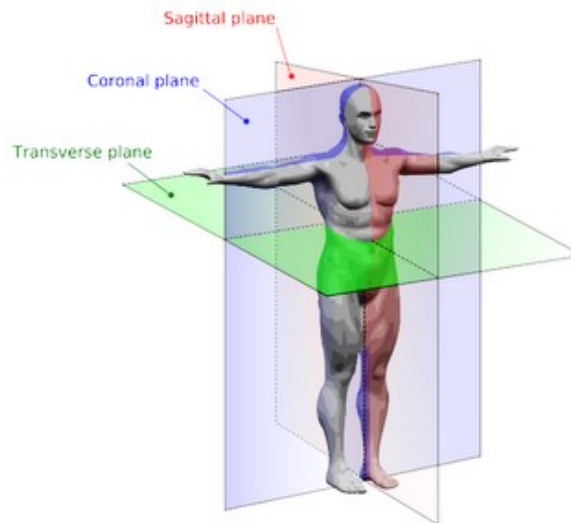
A RM consegue gerar imagens em três diferentes planos, sendo eles (Figura 5):

Plano axial: também chamado de plano transversal, este plano divide o corpo ao meio, separando em duas partes, a parte superior e a parte inferior;

Plano sagital: divide o corpo ao meio separando em duas partes, a parte esquerda e a parte direita;

Plano coronal: também chamado de plano frontal, divide o corpo em duas porções, parte frontal e parte posterior.

Figura 5: Representação dos planos Axial, Coronal e Sagital



Fonte: Adaptado de Zuccarello (2007)

2.2 MEIOS DE CONTRASTE

Utilizado em alguns tipos de exames, o contraste é uma substância que permite uma melhor avaliação de certas estruturas do organismo, ajudando a realçar lesões e preencher vasos do corpo. Na RM, o contraste de tecidos moles está relacionado às diferenças na ressonância dos prótons dentro do tecido. Os prótons no interior da gordura ressoam com frequências de precessão diferentes das frequências da água contida em determinadas estruturas. Sendo assim, diferenças nessas propriedades específicas dos tecidos podem ser enfatizadas (KAPLAN et al., 2001).

Em diversos casos, o contraste é indispensável para se ter um diagnóstico mais preciso. O contraste pode ser aplicado no paciente principalmente por via intravenoso. Os contrastes dos exames de radiologia e diagnóstico por imagem são basicamente fabricados com três substâncias de diferentes utilidades: o bário, iodo e gadolínio. Na RM, usa-se o gadolínio que é um composto paramagnético.

Os meios de contraste paramagnéticos são utilizados na RM para aprimorar o contraste entre os tecidos avaliados, melhorando a qualidade final da imagem. Esses meios de contraste são denominados de paramagnéticos, pois são constituídos de íons metálicos com elétrons não pareados, os quais têm propriedades paramagnéticas. Dentre os possíveis íons metálicos utilizados em meios de contraste paramagnéticos, temos o ferro (Fe^{3+}), manganês (Mn^{2+}), lantanídeo (La^{3+}) e gadolínio (Gd^{3+}), sendo este o mais amplamente utilizado na prática clínica.

Há duas vias de administração, intravenoso e intra-articular. A sua aplicação

tem como objetivo demonstrar melhor algumas lesões nos órgãos internos, veias e artérias. O aspecto do realce é importante e irá fornecer informações específicas que auxiliam nos diagnósticos mais precisos. Portanto, aumentam a acurácia no diagnóstico final (KAPLAN et al., 2001).

A necessidade do uso do contraste varia de acordo com o local a ser examinado e/ou a patologia específica. Em alguns casos, após a observação das primeiras imagens do exame em andamento, pode ser necessária uma mudança de estratégia, sendo preciso realizar a injeção de contraste nos pacientes, que a princípio, iriam realizar o exame sem o seu uso. Exige-se então, que a punção venosa seja feita ainda com o paciente na mesa e preferencialmente sem que se mova, para assim manter a possibilidade de comparação das imagens pré e pós contraste.

2.3 ERGONOMIA

A Associação Internacional de Ergonomia explica que a ergonomia consiste no estudo da forma de adaptação do homem no ambiente de trabalho. É a ciência que procura aplicar teorias, princípios, dados e métodos para a otimização do bem-estar do ser humano, e melhorar o desenvolvimento de toda a sistemática do trabalho. No ambiente de trabalho, preocupa-se com a saúde e o bem-estar do trabalhador na rotina de suas atividades, e com o bom funcionamento que envolve o sistema de trabalho (IIDA, 2005).

2.3.1 Problemas ergonômicos

Os problemas que a ergonomia descreve são aqueles estudados e classificados. É de suma importância a classificação para que problemas similares ou iguais possam ser sanados, e desta forma, haver uma mesma solução que possa ser utilizada para dificuldades futuras (OLIVEIRA e MONT'ALVÃO MORAES, 2015). No caso do problema do presente estudo, no posicionamento para realização dos exames de RM, não existe um suporte adequado na hora de realizar a punção venosa. Na maioria das vezes, o profissional precisa de ajuda de um outro profissional na sala para segurar o braço e a cuba rim, onde ficam os acessórios que ele precisa na hora de realizar a punção.

2.3.2 Antropometria na ergonomia

A antropologia é o estudo do conhecer cientificamente o ser humano na sua totalidade. A antropologia física ou biológica estuda a natureza física do homem, estrutura anatômica, evolução, processos fisiológicos, origem e as diferenças raciais das populações (RODRIGUEZ-AEZ, 2001).

Tem sua origem na antropologia física que como registro e ciência comparada remonta-se às viagens de Marco Polo nos anos de 1273 à 1295, que revelou um grande número de raças humanas diferentes em tamanho e constituição. Nesta situação a antropometria, com o objetivo de levantar dados das diversas dimensões dos segmentos corporais (RODRIGUEZ-AEZ, 2001).

Existem três tipos de dimensões antropométricas, a estática, dinâmica e a funcional. A medida antropométrica estática caracteriza-se pelas medidas obtidas com o corpo parado. Já a medida antropométrica dinâmica é utilizada para medir o alcance dos movimentos corporais. E, a medida antropométrica funcional, é relacionada com a execução de tarefas específicas, onde cada parte do corpo não se move isoladamente, mas há diversos movimentos realizados em uma determinada função (IIDA, 2005).

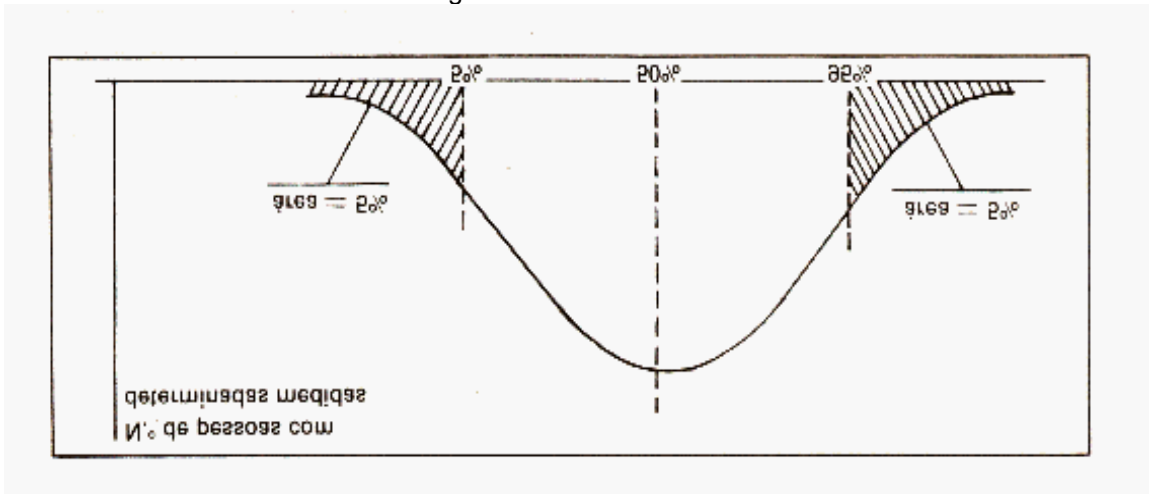
O estudo desenvolvido neste trabalho, utiliza-se do conceito de medida antropométrica estática, pois o exame não necessita de movimentação ao ser realizado.

2.3.3 Medida antropométrica do cotovelo e do antebraço

Utilizou-se como base a medida o peso do cotovelo e antebraço do livro *Adultdata* para fabricar a bandeja para o apoio do paciente. O livro é um banco de dados de antropometria onde dimensiona o peso e a estatura das pessoas considerando o percentil no ano de 1998.

O percentil é representado por uma curva de Gauss (Figura 6). Em uma ponta há 5%, na outra ponta 95% e no meio, 50%. Por exemplo, uma pessoa de estatura pequena está no percentil 5%, pois é mais alta que 5% da população. Os outros 95% são mais altos. Da mesma forma para quem está no 95% percentil, são pessoas altas, então são mais altos que 95% da população. E o valor de 50% representa a média da população.

Figura 6: Curva de Gauss

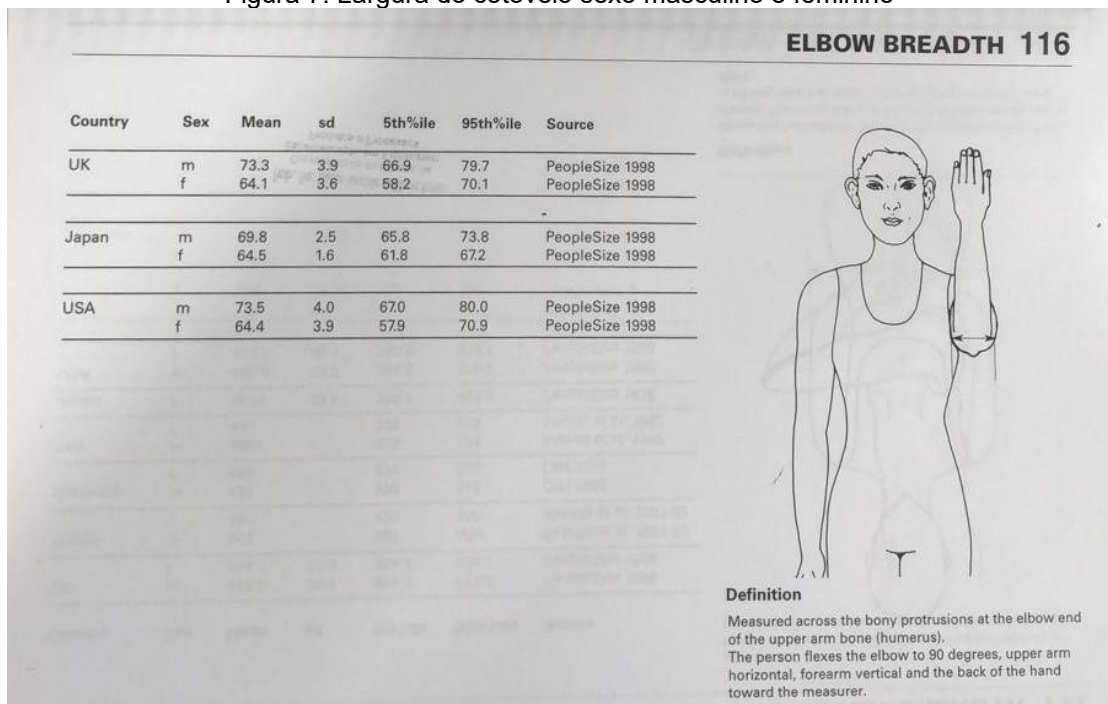


Fonte: Geocities, 2009.

No estudo, utilizou-se a medida de 95 percentil tanto do sexo feminino quanto do masculino a largura do cotovelo (Figura 7) e o comprimento do antebraço (Figura 8) da população dos Estados Unidos (EUA) como base, que é o mais próximo da população brasileira, já que no estudo não tem do Brasil.

Foi utilizada a medida da largura do cotovelo do sexo feminino 70,9 cm e do sexo masculino 80,00cm. E a medida do comprimento do antebraço feminino 514,1 cm e do masculino 470,8 cm.

Figura 7: Largura do cotovelo sexo masculino e feminino



Fonte: Livro Adultdate: The Handbook of Adult Anthropometric and Strength Measurement, pág. 116

Figura 8: Comprimento do antebraço sexo masculino e feminino

BACK OF ELBOW TO TIP OF MIDDLE FINGER 124						
Country	Sex	Mean	sd	5th%ile	95th%ile	Source
UK	m	477.0	21.3	442.0	512.1	PeopleSize 1998
	f	431.1	21.2	396.3	465.9	PeopleSize 1998
Brazil	m	475	22	440	510	Pheasant 1996
China	m	450.1	20.9	415.7	484.5	PeopleSize 1998
	f	411.2	19.7	378.8	443.5	PeopleSize 1998
France	m	470		435	503	Rebiffe et al. 1981-82
	f	426		394	458	Rebiffe et al. 1981-82
Japan	m	444.8	19.4	412.9	476.7	PeopleSize 1998
	f	408.6	19.2	377.1	440.1	PeopleSize 1998
Poland	m	460	18	430	490	Pheasant 1996
	f	420	18	390	450	Pheasant 1996
Sri Lanka	m	450	34.26	414	492	Abeysekera & Shahnava 1987
	f	410	29.32	378	449	Abeysekera & Shahnava 1987
Sweden	m	475	20	440	510	Pheasant 1996
Netherlands	m	490	20	455	525	Pheasant 1996
	f	440	20	405	475	Pheasant 1996
USA	m	478.5	21.7	442.9	514.1	PeopleSize 1998
	f	432.9	23.0	395.0	470.8	PeopleSize 1998

**Definition**

Measured from the back of the elbow (olecranon) to the tip of the middle finger. The person sits or stands, with the upper arm vertical and the elbow flexed to 90 degrees. The hand and fingers are held straight and in alignment with the forearm.

Fonte: Adulthood, pág 124.

3 MATERIAS E MÉTODOS


3.1 MATERIAIS


3.1.1 Aprovação Comitê de Ética

O projeto passou pelo Comitê de Ética da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e foi aprovado. (Figura 9).

Figura 9: Aprovação do Comitê de Ética

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA	
Título da Pesquisa:	DESENVOLVIMENTO DE BRAÇADEIRA PARA O AUXÍLIO NA PUNÇÃO VENOSA DE PACIENTES SUBMETIDOS A EXAMES DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA
Pesquisador Responsável:	DANIELLE FILIPOV PEREIRA
Área Temática:	
Versão:	1
CAAE:	16656719.5.0000.5547
Submetido em:	02/07/2019
Instituição Proponente:	UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Situação da Versão do Projeto:	Aprovado
Localização atual da Versão do Projeto:	Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal:	Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1353058

Fonte: Plataforma Brasil

3.1.2 Desenho no solidworks

Foram feitos diversos desenhos da braçadeira como escopo, depois no programa SolidWorks onde a Figura 10 apresenta o desenho inicial e Figura 11 a ideia final aperfeiçoada.

Figura 10: Ideia inicial



Fonte: Autoria própria, 2021

Figura 11: Aperfeiçoamento final



Fonte: autoria própria, 2021

3.1.3 Materiais utilizados

Os materiais utilizados na construção do protótipo, estão listados na Tabela 1, e descritos posteriormente.

Tabela 1 - Materiais utilizados para construção do protótipo

Materiais	Quantidade
Cano de alumínio	2 tubos
Filamento de PLA	2 kg
Impressora 3D	2
Super bonder	5 g
Lixa	1 unidade
Lima	1 unidade
Spray cinza	1 unidade
Manipulo	2 unidades
Máquina de solda inversora	1

3.1.4 Filamento de PLA

PLA é o acrônimo para ácido polilático e é um dos materiais mais utilizados na impressão 3D por fusão, que usa filamentos como matéria-prima. O termoplástico PLA tem características únicas, que o tornam o plástico de maior facilidade de

impressão, além de elevada dureza e brilho. Tem a sua fama no fato de ser considerado como um dos materiais mais fáceis para se utilizar na impressão 3D e garante bons resultados para as peças fabricadas.

O filamento PLA é um poliéster termoplástico, produzido a partir de fontes naturais como milho, cana de açúcar e o café, o que o faz ser um material biodegradável. Este material precisa estar em estado de compostagem para que retorne ao meio ambiente de forma segura. É também chamado de bioplástico e possui o diferencial de ser renovável, ao contrário da maioria dos outros termoplásticos que derivam do petróleo.

O PLA, assim como o Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol (PETG) (um termoplástico copoliéster similar ao PET (tereftalato de polietileno), muito versátil, pode ser parafusado, estampado a quente, serrado, cortado, jateado, rebitado, termoformado, usinado, pintado, polido e até mesmo dobrado a frio. Tudo isso sem lascas, esbranquiçar, rachar ou deformar), tem alta dureza superficial, possui alta resistência à abrasão. Por ser um filamento forte e resistente, pelo detalhamento ser geralmente muito elegante, além de não ser propenso ao aparecimento de bolhas, foi escolhido como material para imprimir a bandeja. Foram utilizados dois rolos de PLA.

3.1.5 Tubo de Alumínio

O tubo foi utilizado para construção da haste que sustenta a bandeja. O material escolhido foi o alumínio. O alumínio é um metal branco prateado, possui muitas propriedades desejáveis. É leve, não é magnético e não incinera. Está em segundo lugar entre os metais em termos de formabilidade e em sexto lugar em termos de ductilidade.

O alumínio é um metal leve, cerca de três vezes mais leve que o ferro, fácil de processar e moldar. É também um excelente condutor de eletricidade e calor. Além da baixa densidade, as ligas de alumínio possuem diversas vantagens, como temperatura de fusão relativamente baixa, baixa solubilidade a gás (com exceção do hidrogênio), boa usinabilidade e acabamento superficial, boa resistência à corrosão e boa condutividade elétrica e térmica.

Em adição, o alumínio pode ser facilmente fabricado em diversas formas, podendo ser moldado em diferentes métodos de fundição, e assim competindo de maneira bem-sucedida com materiais mais baratos que exigem maior trabalhabilidade

na moldagem. As combinações exclusivas de propriedades fornecidas pelo alumínio e suas ligas fazem com que o alumínio seja um dos materiais mais versáteis, econômicos e atraentes para uma ampla gama de aplicações (GRUZLESKI e CLOSSET, 1990).

É um material durável e resistente à corrosão. Pois como o alumínio reage facilmente com o oxigênio, em contato com o ar forma-se uma camada de óxido de alumínio sob o metal, que atua como uma película protetora. A sua alta reatividade é um dos motivos de não se encontrar alumínio puro na natureza. Por sua baixa toxicidade, os compostos deste metal são utilizados em cosméticos e no tratamento de água, por exemplo. Para melhorar suas propriedades, outros elementos, como cobre, zinco e silício, são unidos ao alumínio para formar ligas metálicas.

Outra característica importante é que o alumínio é facilmente reciclável. Por isso o processo de reciclagem do metal é amplamente utilizado e muito mais barato que a sua extração. Segundo os autores Ferreira, Silva e Galdino (2010), a reciclagem baseia-se em separar os materiais que integram um objeto e organizá-los para serem utilizados novamente como matéria prima dentro do processo industrial.

Uma das características positivas da reciclagem do alumínio quando comparada com a de outros materiais, é que esse metal não perde as suas propriedades quando é reciclado. Dessa forma, a sua aplicação em um novo produto não implica em desvantagens, exceto quando se exige um alto grau de pureza, com isso, comprometendo a sua utilização. Um fator que deve ser considerado para a aplicação do alumínio é o seu tempo de vida útil, pois ele varia de acordo com o produto. No caso do setor de embalagem, sua vida útil é de alguns meses, já em outros segmentos, tais como na construção civil, pode ser de até 35 anos (CARDOSO et al., 2011).

3.1.6 Impressora 3D

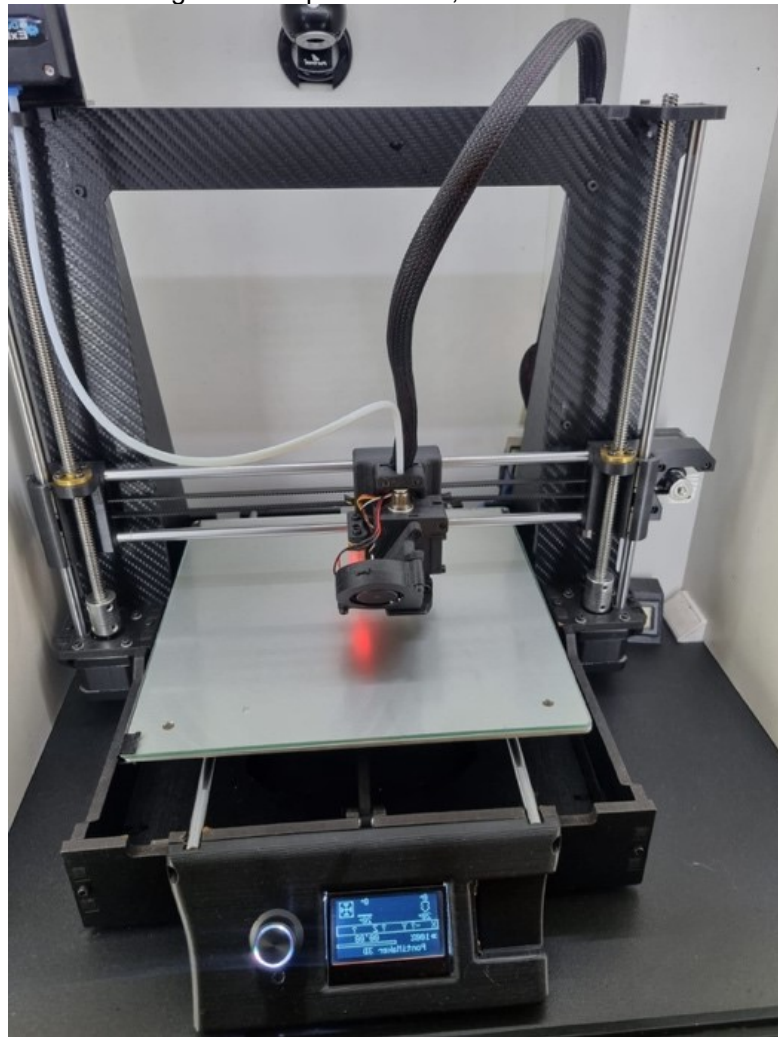
Com o passar do tempo, à utilização da impressora 3D, que era destinada para atender à produção industrial, foi ampliada. Hoje existe uma diversidade de aplicações em vários setores, como as áreas sociais e acadêmicas (OLIVEIRA, 2014).

No meio acadêmico, ela pode ser utilizada para reproduzir itens para a utilização em escolas e universidades, com o fim de auxiliar nos estudos (PEREIRA, 2013). Na engenharia é utilizada para o desenvolvimento e produção de protótipos,

estes que poderiam levar desde dias até semanas para serem criados e testados, podem agora ser desenvolvidos apenas em algumas horas. Além da agilidade, o uso da impressora 3D contribui para a redução do custo final do protótipo, facilitando também os ajustes e consertos, no caso de uma quebra ou da necessidade de fazer manutenção em alguma peça (VILELA, 2015).

A impressão 3D é uma forma de tecnologia de fabricação aditiva em que um modelo tridimensional de um objeto é criado por sucessivas camadas de material sobrepostas, ordenadas de acordo com a programação de um software de impressão. A impressora 3D utilizada foi a modelo Graber extrusora bowden (Figura 12). Extrusão – FDM (*Fused Deposition Modeling*) – É o método mais comum. Funciona a partir de um extrusor que libera camadas de um material plástico aquecido/derretido como ABS, PLA e PETG.

Figura 12: Impressora 3D, modelo Graber



Fonte: Autoria própria, 2022.

3.2 MÉTODOS

Para a confecção e desenvolvimento de um suporte, foi necessário observar um problema na rotina de uma clínica de diagnóstico por imagens em RM, e reconhecer sua necessidade. Então, através de análises, pesquisas e estudos foi proposta uma solução encontrada uma solução. Para o desenvolvimento e construção deste projeto a seguir estão descritas as etapas que compõem o método deste trabalho. Este trabalho foi realizado com a ajuda de dois mecânicos.

A primeira fase deste estudo, ocorreu durante o estágio curricular realizado pela autora em 2018. Foram observadas as dificuldades que os profissionais da área da radiologia encontravam ao realizar o posicionamento do braço do paciente ao realizar a punção venosa para injeção do meio de contraste dentro da sala de RM.

Na segunda etapa constatou-se que não existem acessórios específicos para a sala de ressonância magnética que auxiliem no posicionamento do braço do paciente.

A terceira etapa consistiu no desenho do protótipo, com base nas medidas antropométricas no livro *Adultdata*.

A quarta etapa consistiu na compra dos materiais necessários para confecção do suporte. Foi realizada a usinagem e soldagem do tubo de alumínio que constituiu a base do suporte, e a impressão da bandeja na impressora 3D.

A quinta etapa foi realizar o teste, através do levantamento de informações que assegurassem que o suporte atendia as necessidades observadas no início do estudo. Verificou-se que o posicionamento ideal seria feito com mais humanidade e rapidez, sem a necessidade de terceiros no momento da realização do exame.

Por fim, o desenvolvimento deste projeto foi realizado pela autora com ajuda de colaboradores próximos e os testes finais ocorreram em duas clínicas de Curitiba.

3.2.1 Escolha do material para a confecção do protótipo e suporte

Os materiais para confecção do protótipo foram pensados minuciosamente para as salas de RM. Tais materiais não poderiam ser ferromagnéticos e nem causarem artefatos nas imagens.

Com isso, os materiais escolhidos para a montagem e confecção do suporte foram o alumínio, para a base do suporte, e o PLA para a bandeja do mesmo. O

alumínio empregado na base é um metal leve, não magnético e resistente. O PLA empregado na bandeja, além de ser um material de fácil impressão em 3D, possui alta dureza superficial e alta resistência à abrasão.

É de grande importância que o material do suporte possua alta resistência para que tenha vida útil elevada.

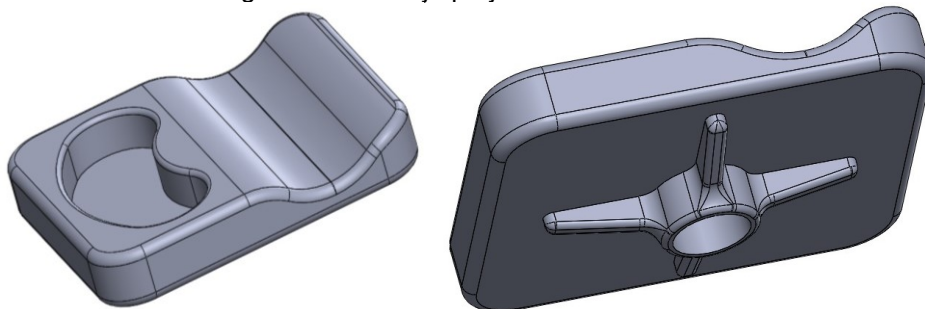
3.2.2 Desenvolvimento do protótipo

Para o desenvolvimento da haste como suporte da bandeja, foi considerada a medida física da altura da mesa 1,15cm de exame da RM. No desenvolvimento da bandeja foi utilizada a largura e peso médio do cotovelo e antebraço da população do livro Adultdata como base. Foram calculadas também as medidas da maior cuba rim do mercado, usada pelo setor da enfermagem, pensando-se em colocar na bandeja do suporte todos os materiais necessários para a punção.

3.2.3 Confeção da bandeja

A bandeja foi dividida em 5 partes para ser impressa, pois a impressora 3D tem limitação de tamanho de impressão. Foi calculado também um espaço para colocar a cuba rim com as medidas 26x12cm. Foram usadas medidas projetadas no SolidWork (Figura 13) como base da impressão.

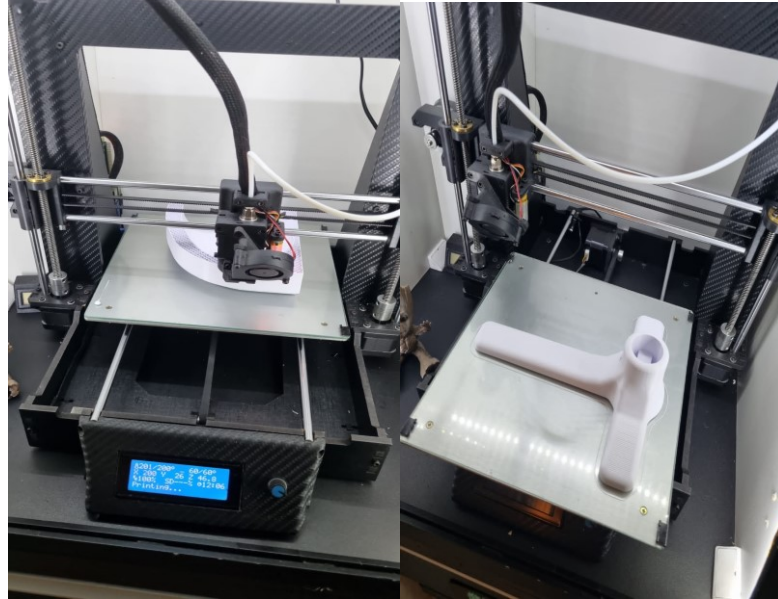
Figura 13: Bandeja projetada no solidwork



Fonte: Autoria própria, 2021.

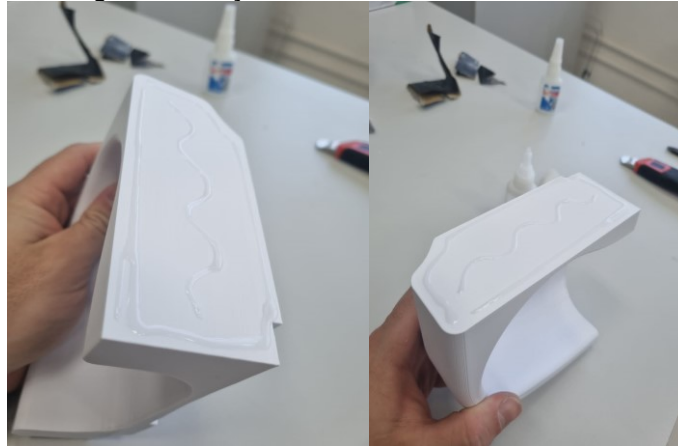
A impressora utilizada foi a modelo Graber. Cada peça demorou em torno de 25h para ser impressa (Figura 14). Após a impressão de todas as peças, foi usada uma cola de super bonder para encaixar todas elas (Figura 15 e 16).

Figura 14: Impressão das peças da bandeja



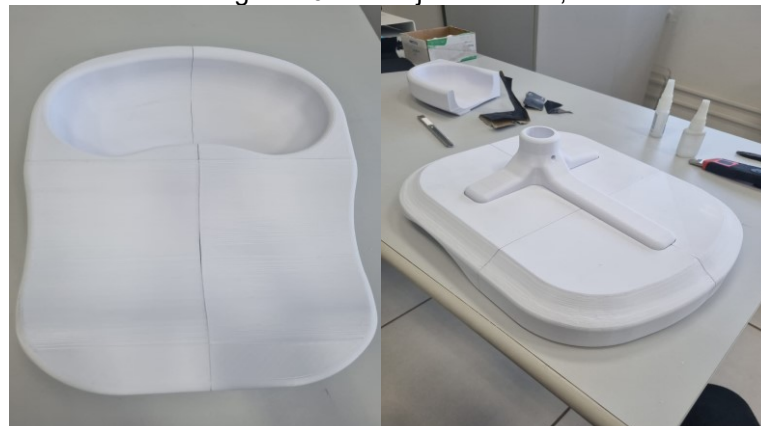
Peça 1, cuba rim Peça 5, encaixe da bandeja com a haste
 Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 15: Peças 1 e 2 da cuba rim com a cola



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 16: Bandeja concluída,



Fonte: Autoria própria, 2022.

3.2.4 Confeção da haste da base

Sabendo que o alumínio é um excelente material para se reciclar, buscou-se este material em centros de reciclagens e foram encontrados tubos de alumínio (Figura 17).

Um pedaço de tarugo que foi utilizado para usinagem do prisioneiro do manípulo e a peça de encaixe entre o tripé e a bandeja.

Figura 17: Tubo de alumínio



Fonte: Autoria própria, 2022.

O manípulo (Figura 18) também foi encontrado no centro de usinagem em um equipamento antigo.

Entretanto o prisioneiro (“parafuso”) da peça era de aço carbono, o que não é compatível com a ressonância magnética, então foi levado na usinagem para a confecção de um novo prisioneiro que fosse de material compatível.

O tarugo (Figura 19), foi levado até uma ferramentaria e utilizou-se um torno e uma fresa para a fabricação do mesmo. Já para os tubos, foi utilizada uma serra para o corte nas dimensões, uma furadeira para a confecção dos furos e um macho M6 para a abertura da rosca. Com todas as peças em mãos, foi realizada a solda do componente utilizando uma máquina de solda inversora.

Figura 18: Manípulo



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 19: Tarugo



Fonte: Autoria própria, 2022.

Realizou-se uma solda intermitente para a união dos tubos, pois não havia a necessidade de grande resistência. E para a peça usinada com o tubo realizou-se uma solda de cordão contínua a fim de manter a estética do produto. O prisioneiro do manípulo também foi usinado no torno e por fim, foi colado no manípulo vermelho de plástico. Foi realizado também a soldagem de 3 tubos pequenos para servir como tripé, garantindo assim, a estabilidade da haste.

Com isso, finalizou-se a fabricação da base com regulagem de altura (Figura 20).

Figura 20: Finalização da base do suporte



Fonte: Autoria própria, 2022.

Para comprovar mais ainda a resistência da haste, na Figura 21 mostra o soldador em cima dela demonstrando a força que pode ser suportada.

Figura 21: Demonstração da força que a haste suporta (peso: 80kg)



Fonte: Autoria própria, 2022.

4 RESULTADOS

4.1 Teste com o protótipo

O produto final ficou como mostra a Figura 22.

Figura 22: Protótipo final



Fonte: Autoria própria, 2022.

Foram realizados testes de agilidade ao manuseio, peso do protótipo e qualidade no posicionamento em clínicas de Curitiba. Primeiramente, foi realizado o teste do ímã com a haste, para se certificar de que não seria atraído dentro da sala de RM. Após o teste preliminar, foi confirmado que não houve atração do ímã pela haste.

Em seguida, foi realizado um teste próximo ao gantry da sala de ressonância magnética para verificar se haveria alguma atração. (Figura 23) O resultado foi que não houve.

Figura 23: Teste realizado com o protótipo encostado com o gantry



Fonte: Autoria própria, 2022.

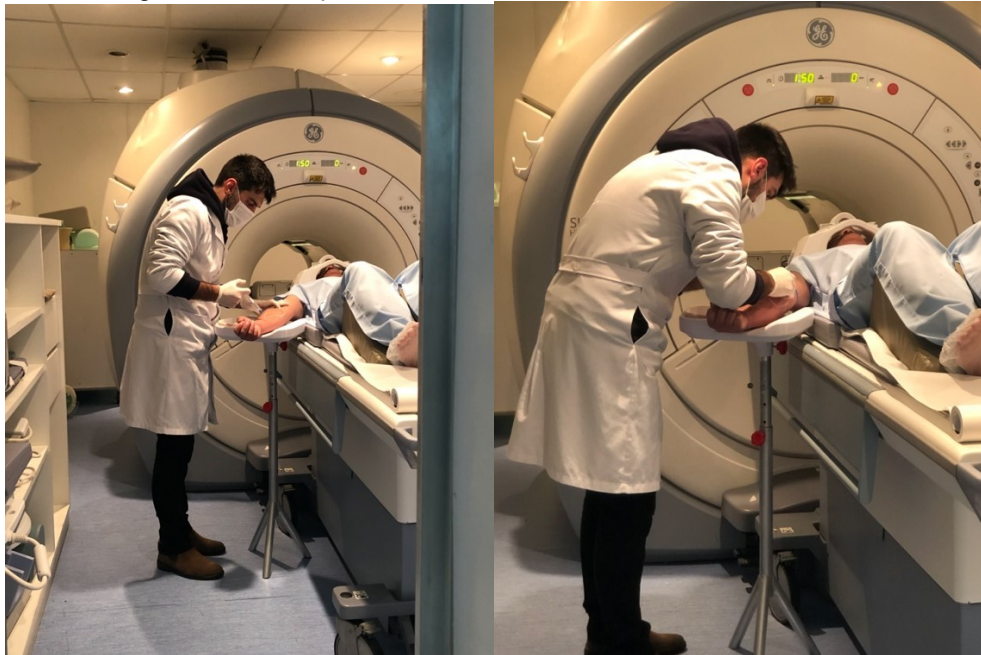
É possível observar que o suporte para o cotovelo e antebraço se mostrou satisfatório para o posicionamento correto na mesa de RM (Figura 24 e 25) e de Raios X (Figura 26).

Figura 24: Protótipo em fase de teste na sala de RM na clínica 1



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 25: Protótipo em fase de teste na sala de RM na clínica 2



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 26: Testes preliminares na sala de RX



Fonte: Autoria própria, 2022.

4.2 Teste da cuba rim na bandeja

Foi projetado o tamanho maior da cuba rim utilizado pela equipe de enfermagem para colocar os materiais necessários para punção venosa, de acordo com a Figura 27, demonstra-se o encaixe satisfatório no suporte.

Figura 27: Encaixe da cuba rim na bandeja



Fonte: Autoria própria, 2022.

5 CONCLUSÃO

O presente projeto de desenvolver uma braçadeira para o auxílio na punção venosa na RM, com emprego de materiais não ferromagnéticos, visando otimizar o tempo de exame, proporcionar conforto e segurança ao paciente.

O desenvolvimento teve como objetivo os parâmetros ergonômicos, entrega da humanização no momento do exame para o paciente e agilidade com a rotina para o profissional.

Os materiais escolhidos para a confecção dos protótipos, como o PLA e o alumínio, mostraram-se satisfatórios para realização dos testes primários. Os materiais escolhidos para o desenvolvimento do protótipo mostraram-se resistentes contra impactos e adversidades da rotina médica, após os testes secundários.

Além disso, as avaliações práticas referentes ao projeto pelos profissionais da enfermagem e pelos tecnólogos em radiologia que realizaram os procedimentos, mostraram que o suporte otimizou tempo e ofereceu conforto para realização do exame.

Conforme os testes realizados, pode-se concluir que a produção do suporte para punção na RM se mostrou adequada e o mesmo pode ser utilizado em outras salas como a tomografia e raios-X também.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO (Brasil). **Fundamentos e Aplicações do Alumínio**. São Paulo: Abal, 2012.

DOYON, D; CABANIS, E.A. – **Diagnóstico por Imagem em Ressonância Magnética** Rio de Janeiro – RJ - Medsi, 2000

FERREIRA, Dérick da Costa; SILVA, Josivan Bezerra da; GALDINO, Jean Carlos da Silva. **RECICLAGEM DE LIXO ELETRÔNICO**. *Holos*, Santa Cruz, v. 5, n. 26, p.104-112, 2010.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2^aed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

Kaplan, Phoebe A; Helms, Clyde A; Dussault, Robert. **Ressonância Magnética Musculoesquelética** – Ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2001.

MAZZOLA, Alessandro A. **Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações em imagem funcional**. *Revista Brasileira de Física Médica*. 2009.

MORAES, A.M.; MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia: conceitos e aplicações**. 3 ed. Rio DE Janeiro: 2AB, 2015.

PEREIRA, A. P. **7 áreas que poderão ser beneficiadas por impressoras 3D**. *TECMUNDO*, 2013. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/impressora-3d/44064-7-areas-que-poderao-ser-beneficiadas-por-impressoras-3d.htm>>. Acesso em 27 mar. 2015.

RODRIGUEZ-AEZ, Ciro Romelio. **A antropometria e sua aplicação na ergonomia**. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano* , Florianópolis, v. 3, n.1, p.102-108, 2001

WESTBROOK, Catherine; KAUT, Carolyn; TALBOT, John. **Ressonância Magnética: aplicações práticas**. 4. Ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2013.

APENDICE A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.453.649

Básicas do Projeto	ETO_1353058.pdf	15:02:27		Aceito
Outros	RESPOSTAS_AO_PARECER_DO_CEP DA_UTFPR.docx	02/07/2019 15:02:03	DANIELLE FILIPOV	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	02/07/2019 15:01:48	DANIELLE FILIPOV	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DA_PESQUISA.docx	02/07/2019 15:01:35	DANIELLE FILIPOV	Aceito
Brochura Pesquisa	BROCHURA_DA_PESQUISA.docx	02/07/2019 15:01:19	DANIELLE FILIPOV	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_DA_PESQUISA.docx	18/06/2019 11:59:20	DANIELLE FILIPOV	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_instituicao_coparticipante.pdf	24/05/2019 15:17:14	DANIELLE FILIPOV	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_COMPROMISSO_CONFIDENCIALIDADE_ENVIO_RELATORIO_FINAL.jpg	16/05/2019 14:42:38	DANIELLE FILIPOV	Aceito
Folha de Rosto	0605_001.pdf	15/05/2019 16:36:30	DANIELLE FILIPOV	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO_DA_PESQUISA.docx	14/05/2019 11:13:03	DANIELLE FILIPOV	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CURITIBA, 14 de Julho de 2019

Assinado por:
Frieda Saicla Barros
(Coordenador(a))

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165
Bairro: CENTRO CEP: 80.230-901
UF: PR Município: CURITIBA
Telefone: (41)3310-4494 E-mail: coep@utfpr.edu.br