

Desenvolvimento e prototipagem de um Posicionador Cirúrgico Universal.

Macleane Ferreira Leite Monteiro ^[1], Rodrigo Nogueira de Codes ^[2] e Diego Ariel de Lima ^[3]

^[1] Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Engenharia Mecânica; macleane.34@gmail.com

^[2] Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Engenharias e Tecnologia; rncodes@ufersa.edu.br

^[3] Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências da Saúde; diego.lima@ufersa.edu.br

Resumo: O posicionamento cirúrgico do paciente é basicamente o ato de alocar total ou parcialmente o corpo de forma que a região que ocorrerá a intervenção cirúrgica fique de fácil acesso, além de ser uma decisão de fundamental importância para um procedimento eficaz, em menor período de tempo e com uma taxa menor de complicações pós-cirúrgicas. Para isso, é necessário que os profissionais da área se utilizem de equipamentos específicos capazes de proporcionar tal posicionamento. Contudo, os estudos relatam algumas complicações referentes aos posicionadores existentes no mercado, em especial aqueles que tracionam membros, destacando-se o alto preço de aquisição, dificuldade em locomoção do equipamento, a complexidade na utilização e a falta de sinergia entre os posicionadores e as mesas cirúrgicas mais usuais. Portanto, surge a ideia do desenvolvimento de um Posicionador Cirúrgico, com a possibilidade de tração de membros, sendo ele de baixo custo, fácil manuseio e de alta compatibilidade com mesas cirúrgicas, capaz de solucionar os problemas descritos anteriormente e auxiliar a prática cirúrgica, sobretudo para a ortopedia.

Palavras-chave: Posicionador Cirúrgico; Ortopedia; Peg Board; Tração de Membros; Prototipagem.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Posicionador Cirúrgico

O procedimento de posicionamento do paciente é fundamental para a realização do ato cirúrgico pois ele é responsável pela exposição do sítio cirúrgico e na redução de complicações no período cirúrgico e pós-cirúrgico. Com isso, faz-se necessário que toda a equipe trabalhe junto e com auxílio de equipamentos para realizar tal procedimento com excelência e praticidade [3].

O posicionamento do paciente difere de acordo com a cirurgia em questão, a mesa cirúrgica e as preferências da equipe médica envolvida, contudo, é essencial para todas as ocasiões a facilidade e rapidez na utilização do arco cirúrgico que obtém imagens radiográficas que auxiliam na realização do procedimento [4]. A posição ideal é aquela que proporcione ao paciente conforto, possibilite um menor tempo de procedimento, evite problemas pós-operatórios (como dores musculares e até mesmo trombose), além de facilitar o manuseio de outros equipamentos dispostos [7].

Os modelos de posicionadores disponíveis no mercado possuem diversos problemas, destacando-se o custo associado à aquisição e a dificuldade de transporte, devido ao peso e dimensões [5]. Com a variação de mesas cirúrgicas, nem todos os hospitais tem condições financeiras e falta equipamentos que suportem posicionadores, portanto a criação de um posicionador universal e de fácil manuseio facilitaria o ensinamento e realização de procedimentos que necessitem de tal equipamento [4].



Figura 1: Posicionador de Placa Cirúrgica HE-TWB (Howell Medical).

1.2. Mesas Tracionadoras

Em procedimentos ortopédico-traumatológicos existe a necessidade do posicionamento para a aplicação de implantes e a captura de imagens radiográficas, mas além disso há casos de aplicação de uma força axial no membro lesionado, com isso surgiu a utilização de mesas tracionadoras [8].

Essas mesas devem possuir meios que proporcionem a facilidade de aplicação do implante e de acesso ao sítio cirúrgico, além de fornecer espaço para a mobilidade do intensificador de imagem, sendo esse o equipamento responsável pela captura das imagens radiográficas (Figura 2) [1].



Figura 2: Intensificador de imagem móvel Radius Single (Intermedical).

Embora o surgimento e utilização dessas mesas seja datado de 1927, quando a sua utilização abrangia apenas tração na coluna vertebral e em membros inferiores e superiores,

hoje em dia o uso atinge diversas outras áreas. Contudo os principais são procedimentos que envolvem os membros inferiores, como por exemplo, artroscopia do quadril e osteossíntese de fraturas do fêmur [2, 9].

Mesmo que as mesas tracionadoras contenham diversos pontos positivos para aplicação na ortopedia, o seu uso se torna bem restrito, pelo fato da pouca familiaridade dos profissionais da área com a mesma, isso devido ao seu alto custo de aquisição, a dificuldade de transporte e a complexidade de utilização/montagem correta [1,6].



Figura 3: Estrutura de tração ortopédica de fibra de carbono multifuncional de luxo HE-F08 (Howell Medical).

2. OBJETIVOS

O referente trabalho tem por objetivo geral dimensionar um protótipo de um posicionador e tracionador cirúrgico universal de membros inferiores, sendo ele versátil e de alta aplicabilidade, auxiliando principalmente a Ortopedia, subárea da Medicina.

3. METODOLOGIA

3.1. Dimensionamento Inicial

O dimensionamento do posicionador e tracionador será baseado nos três princípios iniciais da idealização do projeto: ser um equipamento de baixo custo, ter um fácil manuseio e ser universal, acoplável na grande maioria de mesas cirúrgicas comerciais. Portanto, um dos principais fatores envolvidos é a forma de acoplar o posicionador e tracionador de membros à mesa. Além disso, o material de fabricação e *layout* de instalação devem ser feitos de forma a não interferir na utilização do arco cirúrgico, equipamento que obtém imagens radiográficas que auxiliam na realização do procedimento. Haverá visita em mesas cirúrgicas comerciais para a obtenção e confirmação das medidas a serem utilizadas no desenvolvimento.

Os seguintes requisitos têm de ser atingidos, o sistema de tração deve ser intercambiável para os membros inferiores esquerdo e direito, possuir um ajuste de altura e rotação do suporte para pé, além de possuir um sistema de tração macro e um ajuste fino, possibilitando uma vasta escala de deslocamento linear dos membros. Esse deslocamento ocorrerá por meio de força manual do operador, porém também será averiguada a possibilidade da implantação futura de um sistema que reduza os esforços realizado pela equipe médica.

Já o sistema de ajuste fino é realizado por um parafuso de potência que irá movimentar linearmente o carro com o suporte para pé. O material base de início será aço inoxidável, porem também será realizado uma análise de mercado para a viabilidade da utilização de alumínio, como tentativa de deixar mais leve o equipamento num todo. Tudo citado acima foi dimensionado e modelado no software Autodesk Inventor Professional 2024.

A Figura 1 mostra o modelo comercial de base e a Figura 4 uma ideia inicial acerca da placa furada para o posicionador, onde são fixados pinos radiotransparentes, em um ou mais furos, que permite alocar o paciente em diversas posições.

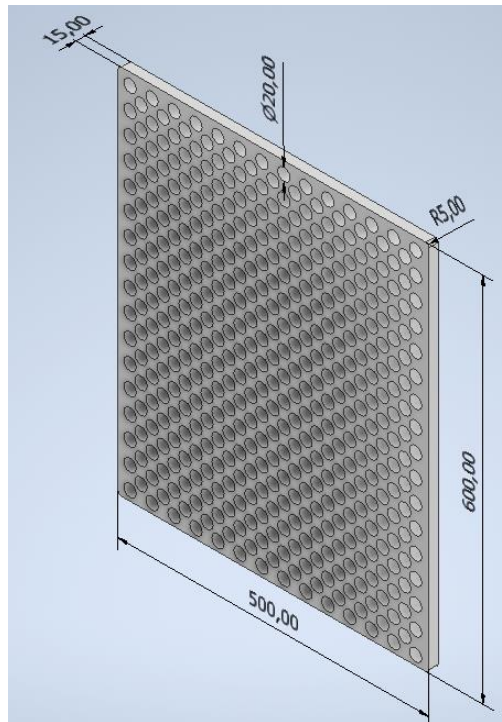


Figura 4: Modelo base de placa furada para o posicionador (autoria própria).

Já na Figura 5, tem-se a ideia inicial exposta, faltando inserir o sistema de rotação do suporte para pé, definição real das medidas dos perfis e algumas partes de movimentação do equipamento.

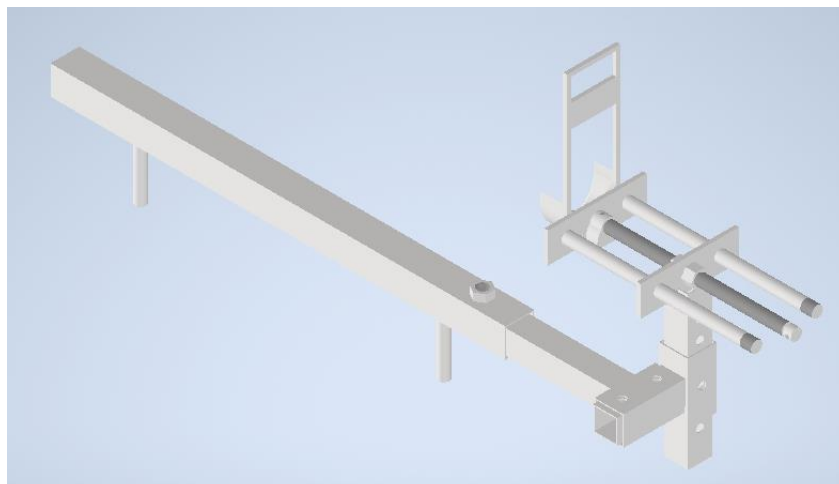


Figura 5: Ideia inicial de tracionador de membros inferiores (autoria própria).

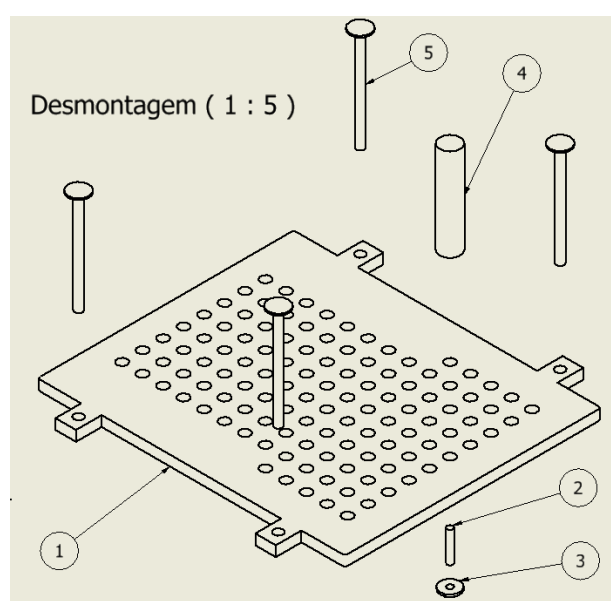
Para a acoplagem dos equipamentos na mesa cirúrgica, pensou-se em utilizar as pinças laterais que as mesas comerciais possuem, como as demonstradas na Figura 6, abaixo.



Figura 6: Pinças laterais para acoplar o acessório (autoria própria).

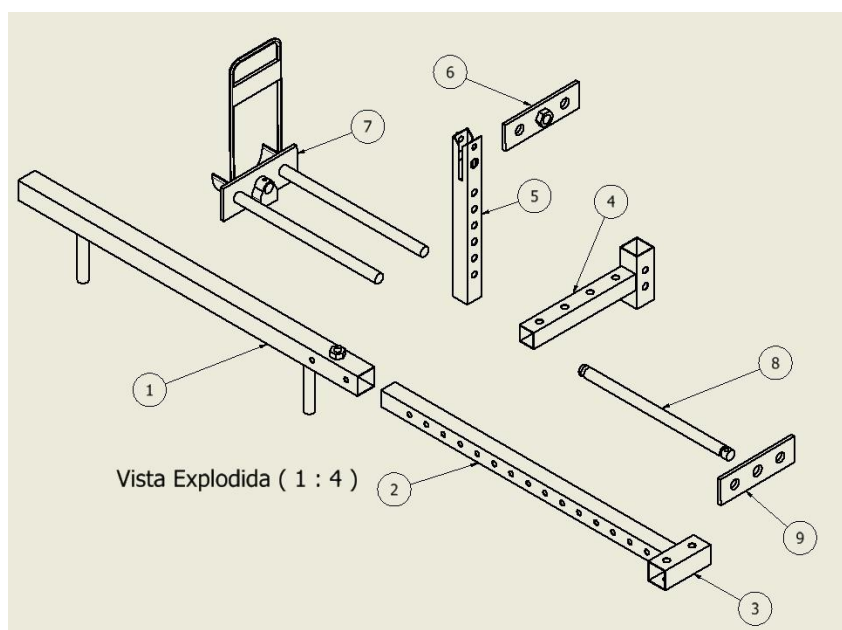
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a visita a uma mesa cirúrgica, confirmações de medidas e tendo em vista o agrupamento de melhorias que ainda seriam implantadas no modelo, foi idealizada uma matriz morfológica de projeto que basicamente define as definições a serem tomadas e as variáveis possíveis, Tabela 1, sendo as situações em verde os pontos mais favoráveis para o andamento do projeto, então ambos os equipamentos passaram por algumas mudanças que o tornaram mais próximo da ideia final desejada e dos diferenciais buscados a partir dos modelos convencionais existentes no mercado. Nas Figuras 6 e 7, tem-se a nomenclatura das peças do Posicionador e do Tractionador, simultaneamente.



Descrição
1 – Placa furada
2 – Barra roscada - Parafuso
3 – Porca Borboleta - Parafuso
4 – Pino posicionador
5 – Pinos de fixação

Figura 7: Descrição das peças do Posicionador PegBoard (autoria própria).



Descrição
1 – Base de fixação
2 – Barra movimento X
3 – Conexão XY
4 – Apoio da barra Z
5 – Barra movimento Z
6 – Rotacional do Apoio do Pé
7 – Apoio do Pé
8 - Barra roscada
9 – Tampa Apoio do Pé

Figura 8: Descrição das peças do Tractionador de membros inferiores (autoria própria).

Posicionador PegBoard	Furos	Furos sobre toda superfície	Quantidade reduzida de furos	
	Material de Fabricação	Madeira	Tecnil (Nylon)	
	Encaixe do Pino posicionador	Parafuso no pino posicionador	Parafuso separado para rosquear no pino	Sem parafuso, apenas encaixe no furo
Tractionador de Membros Inferiores	Travamento	Pino único	Duplo pino	
	Tamanho ajuste fino	Variação curta de 5cm pra cada sentido	Variação media de 10cm pra cada sentido	Variação longa de 20cm pra cada sentido
	Movimentação total	Deslocamento de 20cm	Deslocamento de 30cm	Deslocamento de 40cm
	Ajuste de angulação do pé	Ajuste no ponto de fixação do pé	Ajuste na junção do apoio com a barra de altura	Ajuste no encontro da barra de altura com a de largura
	Fixação na mesa cirúrgica	Apenas um ponto de fixação	Dois ponto de fixação	Três ponto de fixação
	Material de Fabricação	Aço Inox	Aluminio	

Tabela 1: Matriz morfológica de projeto (Autoria própria)

4.1. Posicionador Cirúrgico do tipo PegBoard

Partindo da ideia inicial demonstrada na Figura 4 e tendo em vista que a maior quantidade de furos torna o pegboard mais frágil, é necessário realizar uma distribuição reduzida e com o posicionamento estratégico dos furos, além de ter um aumento no seu diâmetro que proporciona uma melhor fixação dos pinos posicionadores (Figura 8). A utilização da madeira como material de fabricação se torna inviável pelo fato de a mesma estar exposta a produtos líquidos que podem ocasionar danos ao material e inutilizá-lo. Com isso a utilização de uma chapa de Tecnil (Nylon) foi o material adotado para fabricação, pois ele é radiotransparente e tem uma boa resistência mecânica.

Como método de fixação do pegboard na mesa cirúrgica, temos a utilização de 4 pinos que são acopláveis às pinças laterais (Figura 6) que servem exatamente na fixação de implementos nas mesas cirúrgicas. Os tubos posicionadores, que são responsáveis pelo ponto de apoio e posicionamento do corpo durante o procedimento cirúrgico, também serão fabricados em Tecnil, porém os parafusos de fixação deles na placa é de aço convencional, ficando aparente em possíveis capturas radiográficas. Contudo essa aparição afetará minimamente as imagens e sendo possível até não aparecer de acordo com a angulação que seja realizada a captura. Após esses levantamos e adequações necessárias, o pegboard ficou como o demonstrado na Figura 3.

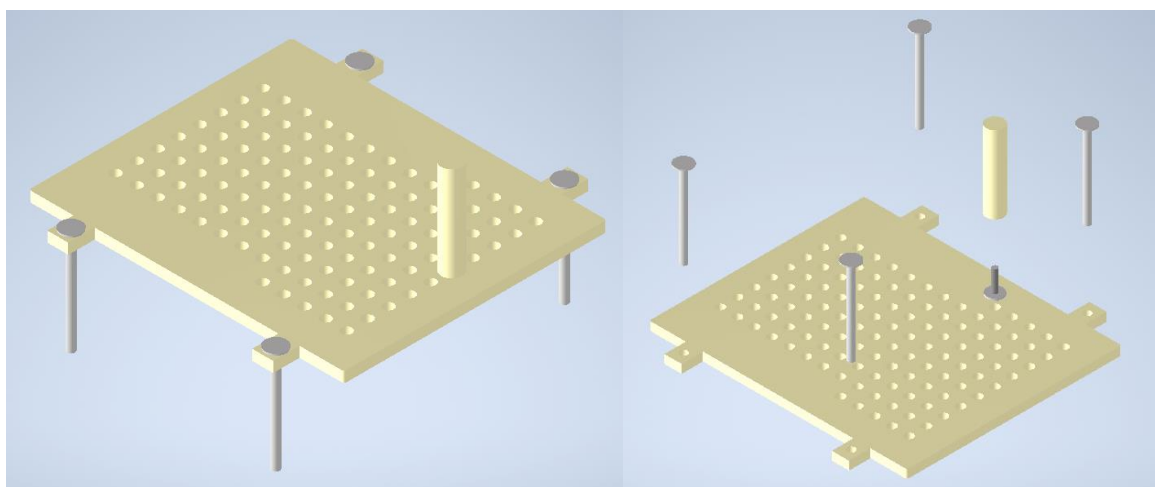


Figura 9: Montagem e desmontagem do PegBoard RJ23-01 (autoria própria).

A distribuição dos furos sobre a placa proporciona uma grande variação de posições possíveis de alocação do corpo, por mais que na imagem seja mostrado apenas um Pino posicionador, durante cirurgias são utilizados três ou mais. A possível aparição do parafuso de fixação do tubo não interfere na imagem radiográfica obtida, apenas deve-se saber que ele existe e desprezá-lo na imagem. A Figura 4 mostra com mais detalhes o pino e seu parafuso.

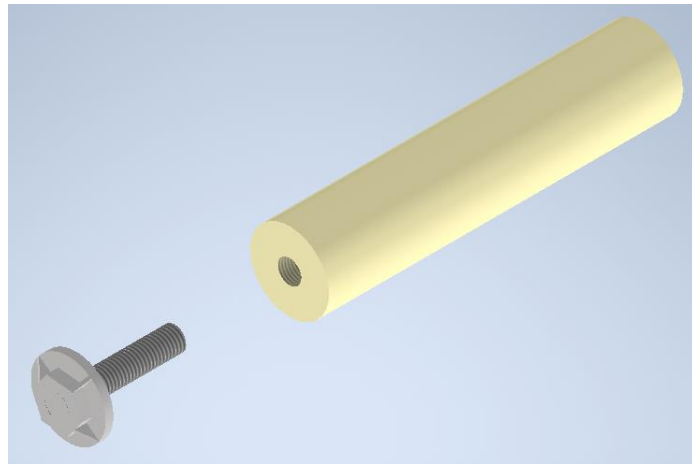


Figura 10: Pino posicionador (Autoria Própria).

Com isso, tem-se uma placa de posicionamento cirúrgico universal, sendo de fácil transporte e atendendo não somente as necessidades das cirurgias ortopédicas, mas também de diversas outras que prezam por um posicionamento seguro e de maior conforto para o paciente.

4.2. Tractionador de Membros Inferiores

Para o tracionador, a ideia inicial permaneceu a mesma, seguindo com a implementação da rotação do apoio de pé, que proporciona uma melhor adequação e posicionamento para realizar os procedimentos cirúrgicos. A intercambialidade para os membros esquerdos e diretos é simples e esta demonstrada na Figura 11.

As partes mais robustas e que estão próximas de possíveis áreas cirúrgicas (perto do corpo humano), são fabricadas em aço inoxidável, sendo ele o de fácil acesso comercial na região, radiotransparente e de baixo custo. Porém, algumas outras peças podem ser de aço convencional para baratear e facilitar o acesso ao material, como por exemplo a barra roscada.

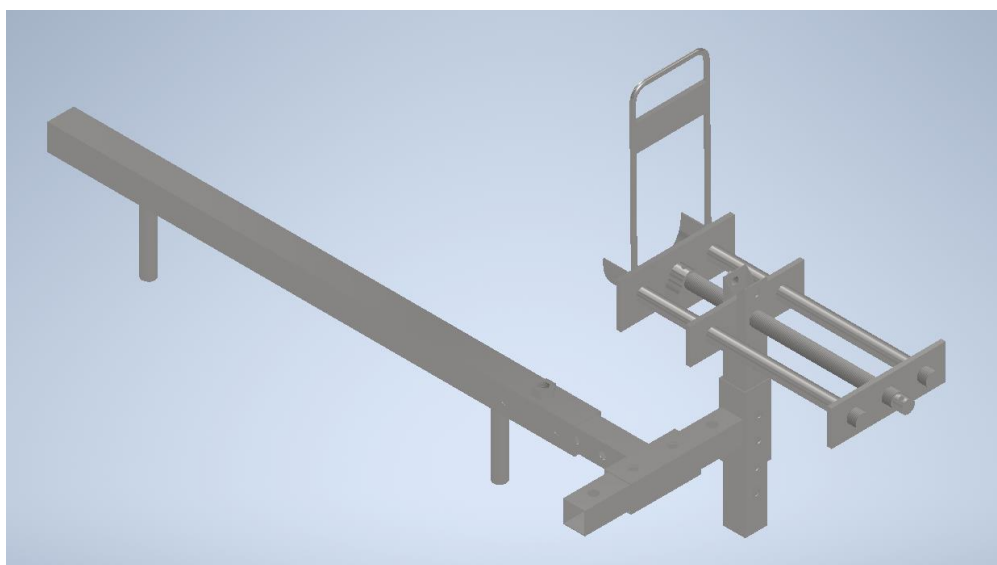


Figura 11: Versão final Tractionador MRD23-01 (autoria própria).

Na Figura 12, tem-se o deslocamento linear máximo obtido pelo equipamento, que é demonstrado como “D” equivalendo a aproximadamente 300mm de macro deslocamento

com variação a cada 30mm, resultando em 11 diferentes modos de adequação. O micro deslocamento representado por “d” possui um deslocamento de 200mm, sendo indicado o seu estado inicial de uso o da Figura 11, para proporcionar um ajuste positivo e negativo de 100mm. Já a altura do apoio do pé, demonstrado por “A”, tem um valor máximo de 100mm de, como mostrado na figura, variando a cada 25mm que gera 5 tipos de elevação. Por fim, o ajuste “L” que seria a “largura” do equipamento tem um ajuste máximo de 90mm com variação de 45mm e 3 modos de utilização. O apoio do pé possui uma rotação de 15° para ambos os sentidos, propondo um ajuste fino de angulação.

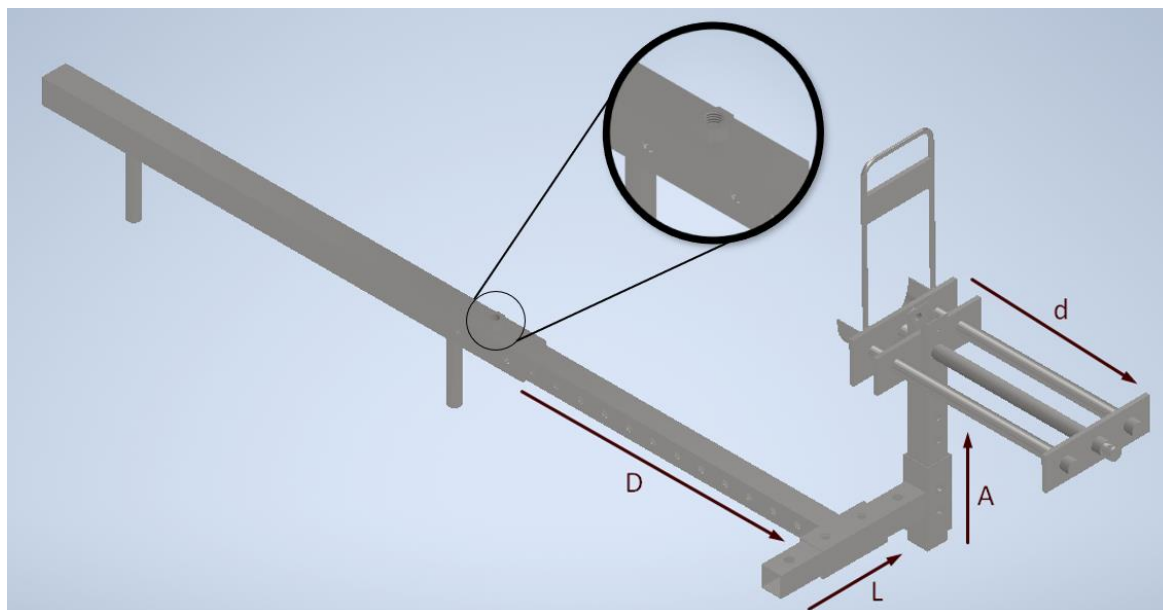


Figura 12: Discriminação de medidas lineares e detalhe trava de segurança (autoria própria).

O manuseio ficou simples e semelhante às comerciais, que utilizam da força manual do usuário para realizar a tração do membro do paciente no deslocamento macro, já no micro faz uso de uma barra rosca que tem a funcionalidade de um parafuso de potência e minimiza os esforços realizado pelo profissional.

O fato de o ajuste fino ter ficado com uma dimensão maior remete a situação de determinado operador não conseguir realizar totalmente a tração com a sua força física, na macrotração, então com uma maior amplitude de movimento do ajuste fino o esforço desgastante realizado acaba sendo minimizado pela presença do parafuso de potência.

Todos os eixos de movimentação possuem um travamento duplo e o ajuste fino possui uma porca autotravante que impede a movimentação livre do mesmo. O eixo de macro movimentação contém uma trava de segurança (Porca/parafuso), detalhada na Figura 11.

Assim como no Posicionador PegBoard, a fixação do tracionador na mesa cirúrgica se dá com o auxílio de pinças laterais que já acompanham a mesa e são prontamente disponíveis com o fabricante, tornando os equipamentos aqui descritos universais e com uma rápida acoplagem.

A intercambialidade para os membros direitos e esquerdos é feita por um movimento simples de uma única peça (Peça 4 da Figura 7), tornando-o assim um equipamento muito

versátil e que apenas um exemplar é capaz de atender as cirurgias de ambos os lados. O movimento citado a cima está descrito na Figura 12.

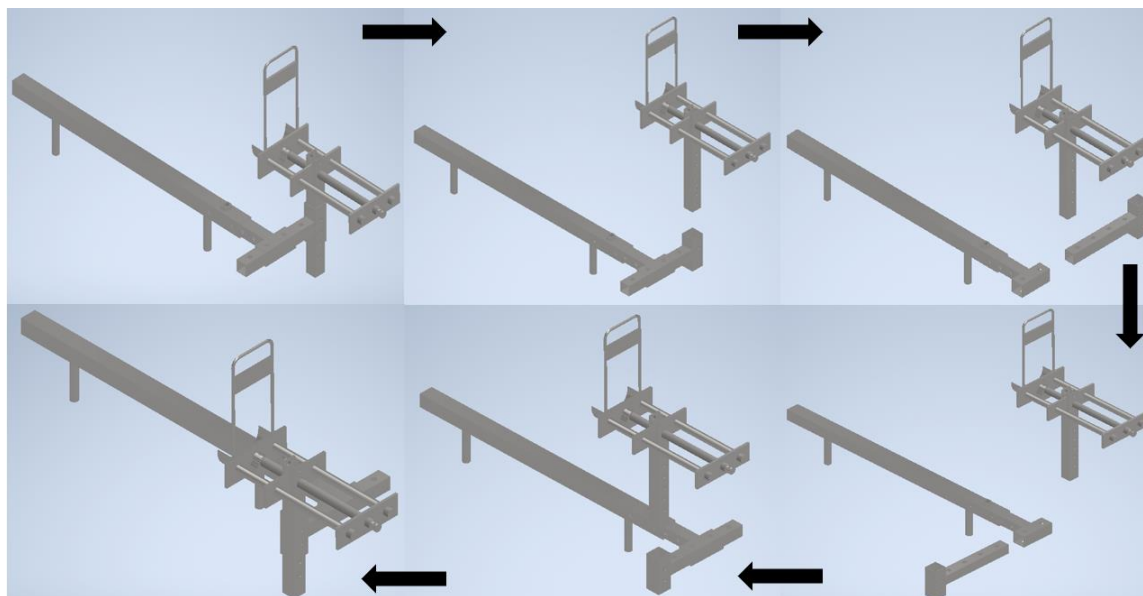


Figura 13: Movimentação da troca de lado (autoria própria).

4.3. Custo médio de fabricação

Foi realizada uma busca comercial no mercado regional e na Internet, então realizou-se uma média e os dados obtidos referentes à fabricação de uma unidade dos equipamentos projetados estão descritos na Tabela 2.

Material	Metragem Comercial (Metros)	Quantidade (Metros)	Preço Méd. Unitário (Reais)	Menor Preço (Reais)	Preço total (Reais)
Tubo Quadrado 30x30mm – Aço Inox	1	1	R\$ 138,03	R\$ 114,06	R\$ 138,03
Tubo Quadrado 25x25mm – Aço Inox	1	1	R\$ 118,48	R\$ 102,10	R\$ 118,48
Chapa 5mm – Aço Inox	0,5x0,5	0,25	R\$ 454,60	R\$ 400,00	R\$ 113,65
Barra circular 6mm – Aço Inox	1	0,63	R\$ 38,83	R\$ 36,50	R\$ 24,47
Barra Circular 15mm – Aço Inox	1,5	1	R\$ 180,43	R\$ 160,80	R\$ 180,43
Barra roscada ½”	1	0,28	R\$ 30,36	R\$ 25,09	R\$ 8,50
Barra Roscada 12mm	1	0,25	R\$ 86,25	R\$ 75,60	R\$ 21,56
Chapa Tecnil 20mm	0,6x0,6	1	R\$ 633,00	R\$ 500,00	R\$ 633,00
Tarugo Tecnil 40mm	1	0,75	R\$ 116,01	R\$ 78,99	R\$ 87,01
Pequenas peças	1	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00	R\$ 100,00
				Total	R\$ 1.425,14

Tabela 2: Custos de Fabricação do modelo de posicionador e tracionador (Autoria Própria).

O material referente a pequenas peças são parafusos, porcas, arruelas, pinos travas, correntes e outros materiais de aquisição baixa e facilmente encontrados no mercado regional. É importante evidenciar a existência desse gasto para ter um custo final mais aproximado o possível do real.

Grande parte do material é comercializado em metragem superior a exigida por unidade de fabricação, então o preço final de R\$ 1425,14 já contém o abatimento referente a utilização de material por equipamento. Os menores valores encontrados são os encontrados via Internet, contudo, o preço de frete e outros encargos acaba tornando-o mais caro. Porém em caso de produção em escala maior, a compra desse material é viável e um fator de barateamento de produção.

Outro ponto importante de custo de produção é a mão de obra para a fabricação, se considerarmos que um serralheiro capacitado leve de 6 a 8 horas para fabricar por completo o equipamento projetado, e que sua hora custa em média R\$ 12,31 o valor da mão de obra fica entre 73,86 a 98,48 reais. Com essa consideração o valor final de fabricação é cerca de R\$ 1511,31. Sendo esse um valor aceitável se comparado ao preço de aquisição de um equipamento convencional como o demonstrado na Figura 3, que tem um preço médio de mercado de 12 a 20 mil reais.

4.4. Manutenção

O projeto foi idealizado na tentativa de reduzir e simplificar o máximo possível a manutenção do equipamento, pois não há necessidade de calibração ou lubrificação recorrente, sendo ideal que haja uma lubrificação semestral apenas na barra roscada (Peça 8 da Figura 7). Além disso, é essencial que ao término do uso cirúrgico o equipamento seja limpo e tenha uma avaliação visual de possíveis elementos (peças pequenas) que estejam próximas da falha, por exemplo, um parafuso trincado ou um pino trava torto.

Grande parte do material é de aço inoxidável ou de material não afetado pela presença de meio líquido. As pequenas peças que são corroídas por esse meio, caso venham a falhar ou apresentem algum dos problemas citados acima, por serem de baixo custo e de fácil acesso, são trocadas em manutenção corretiva simples.

5. CONCLUSÃO

Por fim, o artigo apresentando promoveu o dimensionamento e modelagem dos equipamentos citados na introdução, obedecendo ao objetivo geral e seguindo todos os pontos exigidos para inovação no mercado.

O equipamento é de simples utilização, sendo ate mesmo indicado para o ensino dessa prática cirúrgica, é de fácil transporte, ocupando uma área inferior a $0,5\text{m}^2$, pode ser utilizada em diversas mesas cirúrgicas simples, tirando a necessidade da troca de equipamento e aumentando o leque de procedimentos viáveis em vários hospitais que não possuem as tracionadoras convencionais, além disso, é um equipamento de baixo custo, sendo cerca de 8 vezes mais barata, proporcionando a hospitais de baixo capital de giro a realização das cirurgias que o envolve.

Contudo, ainda existe mudanças a serem implantadas em melhorias futuras, como por exemplo a instalação de um sistema que facilite e reduza os esforços de tração dos membros, contorne a aparição do parafuso de fixação do Pino Posicionador nas imagens radiográficas, possíveis redução de peso e custo, além de um aumento nos limites de movimentação linear e angular do protótipo.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao programa PIVIC da PROPPG/UFERSA.

7. REFERÊNCIAS

- [1] **AZAR, F. M.** *Traumatic disorders*. In: CANALE, S. T.; BEATY, J. H. *Campbell's operative orthopaedics*. Oxford, UK: Elsevier Health Sciences, 2012. p. 2311-2362.
- [2] **BELL, W. L.** An orthopaedic and fracture table embodying new principles. *J Bone Joint Surg Am*, v. 15, n. 2, p. 533-537, 1933.
- [3] **BURLINGAME, B. L.** *Guideline Implementation: Positioning the Patient*. *AORN J*. 106, (2017).
- [4] **DE LIMA, D. A. et al.** *An alternative to the orthopaedic traction table (fracture table): A prototype of low cost, easy reproduction and good applicability*. **International Archives of Medicine**, v. 10 n. 77, p. 1-9, 2017.
- [5] **FLIERL, M. A., Stahel, P. F., Hak, D. J., Morgan, S. J. & Smith, W. R.** *Traction table-related complications in orthopaedic surgery*. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* **18**, (2010).
- [6] **HADDAD, F. S.; COBIELLA, C. E.; WILSON, L.** *Inferior epigastric artery avulsion: a fracture table complication*. *Journal of orthopaedic trauma*, v. 12, n. 8, p. 587-588, 1998.
- [7] **LUOSTARINEN, T. et al.** *Prone Versus Sitting Position in Neurosurgery—Differences in Patients' Hemodynamic Management*. *World Neurosurg.* **97**, (2017).
- [8] **MORTON, H. S.** *Portable Traction Table*. *Canadian Medical Association journal*, v. 51, n. 2, p. 169, 1944.
- [9] **RANKIN JO (1927).** *A new fracture table to be used in conjunction with the fluoroscope*. *J Bone Joint Surg Am* 9 (3):447-449