FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNINCA LIBERATO SALZANO VIEIRA DA CUNHA
CURSO TÉCNICO DE MECÂNICA

IURI MIGNONI FINOTI

LUCAS WASEM FRIEDRICH

DISPOSITIVO MÓVEL PARA SUPORTE DE APARELHO ELETRÔNICO EM CADEIRA DE RODAS

Orientador: Ramon Fernando Hans

Novo Hamburgo

2016

IURI MIGNONI FINOTTI

LUCAS WASEM FRIEDRICH

DISPOSITIVO MÓVEL PARA SUPORTE DE APARELHO ELETRÔNICO EM CADEIRA DE RODAS

Relatório de pesquisa apresentado ao Curso de Mecânica da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha como requisito para aprovação nas disciplinas do curso.

Orientador: Prof. Ramon Fernando Hans

Novo Hamburgo, setembro de 2016.

FOLHA DE ASSINATURAS

IURI MIGNONI FINOTTI

LUCAS WASEM FRIEDRICH

DISPOSITIVO MÓVEL PARA SUPORTE DE APARELHO ELETRÔNICO EM CADEIRA DE RODAS

FUNDAÇÃO ESCOLA TÉCNICA LIBERATO SALZANO VIEIRA DA CUNHA

CURSO TÉCNICO DE MECÂNICA

Novo Hamburgo, setembro de 2016.

_____

Iuri Mignoni Finotti

_____

Lucas Wasem Friedrich

_____

Ramon Fernando Hans

Professor Orientador

RESUMO

Este projeto busca a realização de um suporte para notebook para cadeira de rodas. O protótipo tem o intuito de ajudar o cadeirante no dia a dia, para utilizar o notebook com mais segurança, facilidade e conforto no trabalho, em casa ou na faculdade. O objetivo é criar um projeto de suporte para fixar o notebook em uma cadeira de rodas, para isso o grupo criou um dispositivo que se acopla um suporte magnético utilizado para prender relógio comparador em qualquer posição e um suporte para iPad com sistema de ventosa, porém adaptados para a utilização do projeto. Teve-se a intenção de realizar um projeto em que o protótipo fosse fácil de ser ajustável, pudesse ser colocado em qualquer posição e quando fixo, fosse bem preso para não ocorrer incidentes como o sistema de travamento ceder e o notebook sair da posição fixada, e que não ocupasse espaços para os lados da cadeira, visto que os cadeirantes sofrem com problemas de locomoção em locais de curto espaço. O grupo realizou croquis até chegar no desenho ideal do suporte. Foi realizada uma pesquisa com cadeirantes para saber o que poderia melhorar no protótipo e como poderia funcionar o seu sistema. Terminados os desenhos o grupo realizou a análise de tensões no mesmo software que foi realizado a modelagem dos desenhos em 3D, no Autodesk Inventor, na qual o suporte foi submetido a solicitações de cargas o mais próximo da realidade que o uso do suporte poderia solicitar, a fim de concluir se o suporte estaria adequado ou não nas dimensões para receber essas solicitações e para que na prática funcionasse. Pode concluir-se que com o fim da realização do presente projeto o grupo conseguiu atingir parcialmente os objetivos planejados, os desenhos do suporte para o notebook ficaram em cotas ideais para o uso, podendo suportar as solicitações simuladas no software, porém o suporte para relógio comparador não pode ser utilizado para fixar o suporte do notebook em qualquer posição, visto que que com a solicitações impostas ele acaba se movimentando.

Palavras chave: Cadeira de rodas. Suporte. Notebook.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 05
2 REFERENCIAL TEÓRICO 08
2.1 Tipos de suporte 08
2.1.1 PID semelhante 10
2.2 Notebooks 10
2.3 Dimensões de cadeira de rodas 11
2.4 Funcionamento e tipos de suportes para relógio comparador 12
2.5 Plásticos 14
2.5.1 Plástico ABS 15
3 METODOLOGIA 16
3.1 Pesquisa com cadeirantes 16
3.2 Desenhos do suporte 17
4 RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS 35
4.1 Análise do suporte para relógio comparador 35
4.2 Análise de tensão no suporte 36
5 CONCLUSÃO 44
REFERÊNCIAS 45

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que os cadeirantes são em grande número no Brasil e no mundo, grande parte destes são ativos na sociedade, trabalham e convivem socialmente como uma pessoa sem nenhuma dificuldade motora. Os cadeirantes têm inúmeras dificuldades de locomoção por terem que usar cadeira de rodas em seu dia a dia, como ter que andar por ruas que não apresentam condições adequadas para um cadeirante passar, ou até mesmo dificuldade de se locomover dentro de suas próprias casas ou locais públicos com espaços muito reduzidos.

Com tantas dificuldades, o grupo pensou em realizar um projeto no qual pudesse amenizar algum tipo de problema que os cadeirantes enfrentam no dia a dia. Então o grupo se propôs a realizar um projeto de um suporte de notebooks para cadeira de rodas. Para isso utilizou de conhecimentos em softwares de desenhos em 3D e 2D para criar, desenhar e dimensionar um suporte para o notebook. Visto que já há produtos parecidos no mercado, o grupo procurou desenvolver um suporte melhorado comparado com os que já existem, para cadeirantes com dificuldades em movimentação dos braços ou não.

Nos dias atuais o notebook é um aparelho eletrônico muito utilizado no cotidiano de qualquer pessoa, seja para o trabalho ou em momentos do seu lazer. Visto que existem muito cadeirantes no qual necessitam utilizar de notebooks em suas rotinas de trabalho, por exemplo, o grupo resolveu criar um suporte para que os quais se utilizem do notebook na própria cadeira de rodas, observando também que é inapropriado e desconfortável a utilização do aparelho no colo da pessoa ou apoiado em uma mesa. Então o grupo chegou à pergunta norteadora do projeto: Seria viável a criação de um projeto de um suporte para notebooks em cadeira de rodas, diferente do que já existe no mercado, que beneficie o deficiente físico, para utilizá-lo na própria cadeira de roda e que seja mais prático, fácil de ser utilizado, ajustado e adaptado a cadeira?

Segundo o Censo Demográfico realizado em 2010 pelo IBGE, cerca de 7% da população brasileira possui alguma deficiência motora, o que seria em torno de 13,2 milhões de brasileiros. E com a alta utilização da tecnologia nos dias de hoje, os cadeirantes necessitam de todo o auxílio que possa lhes ser dado, por isso a

ideia de desenvolver um suporte que possa facilitar e melhorar a vida do cadeirante.

Outra questão é a paralisia cerebral, estima-se que ela pode alcançar até 7 para cada 1.000 nascidos vivos no Brasil. Outros estudos citam a estimativa de 30 mil a 40 mil novos casos de paralisia cerebral por ano somente no Brasil. O suporte poderia ajudar este público também para a utilização do suporte na cadeira, Como elas possuem diversas dificuldades de movimentação motora nas pernas e também nos braços, o suporte poderia lhes auxiliar em utilizar o notebook na cadeira para elas conseguirem mexerem de maneira mais adequada no notebook em suas cadeiras, tendo em vista a utilização no colo pode trazer inúmeros malefícios, igualmente para a utilização do notebook em uma mesa com um tamanho inadequado.

O projeto visou realizar algumas melhorias com produtos similares já existentes, para isso então o grupo pesquisou sobre alguns produtos, analisou algumas deficiências e buscou aperfeiçoá-las em um novo e diferenciado protótipo, além disso o grupo realizou no início deste projeto uma entrevista com cadeirantes, realizando um questionário, no qual foi perguntado sobre como o cadeirante acharia melhor na ideia proposta de suporte, as vantagens e opiniões de como poderia ser as características do mesmo.

Buscou-se no projeto criar um protótipo com a vantagem de poder ser ajustável na posição que o cadeirante ache mais confortável, que não balance quando estiver em uso e também esteja bem fixo para o mesmo não ocorrer de desprender do suporte, um diferencial importante é o fato de que com o suporte desenvolvido, seja possível que o cadeirante saia da cadeira sem a necessidade de remover o suporte, podendo movê-la para o lado sem o atrapalhar, e que também não ocupe espaços para fora da área da própria cadeira, levando em conta as dificuldades que os cadeirantes têm para se movimentarem em espaços pequenos.

Em geral o objetivo deste projeto foi desenvolver um suporte para notebook que seja fixado na cadeira de rodas, para que o cadeirante consiga utilizar o notebook nela, seja para o trabalho ou para momentos de lazer, e também para que o cadeirante possa utilizar o notebook na rua, não apenas na calçada, mas sim em lugares como sua instituição de estudos, como por exemplo, as universidades. Em locais fora da sala de aula como uma biblioteca ou pelo campus, o suporte seria ideal para esses momentos no qual o cadeirante não precise utilizar uma mesa para apoiar o notebook.

Para criação deste projeto de protótipo, foram utilizados softwares de modelagem como Autodesk Inventor Professional 2016 e AutoCAD, e após ser modelado, o grupo se beneficiou do software de CAE para realizar a análise de tensões no protótipo para testar se ele suportava as solicitações impostas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para realizar o referencial teórico o grupo realizou inúmeras pesquisas que serviram de base para a realização do projeto, incluindo pesquisas de modelos parecidos com o suporte para notebook em cadeira de rodas.

Nesse tópico serão apresentadas as pesquisas que foram úteis para o projeto, como os tipos suportes parecidos que se pode encontrar no mercado, Pesquisa sobre o peso e as dimensões de notebook que serviram de base para a criação de um suporte ideal para essas cotas. Também será relatado sobre cadeira de rodas, mais especificamente sobre suas dimensões conforme a norma NBR 9050 cuja norma é da ABNT para Acessibilidade a edificações, imobiliário, espações e equipamentos urbanos e sobre o funcionamento do suporte magnético articulado para relógios comparadores e apalpadores, pois o relógio será usado para servir de haste articulável para o suporte do notebook. No início do projeto foi realizado um questionário que serviu como base para a realização do projeto, foi fundamental a opinião dos cadeirantes para desenvolver um suporte em prol deles.

Por último foi realizado uma pesquisa sobre os tipos de plásticos, para determinar a matéria prima ideal para a criação do protótipo.

2.1 Tipos de suporte

Foi pesquisada no mercado online a existência de suportes parecidos com o suporte para notebook em cadeira de rodas, para o grupo avaliar o funcionamento e a engenharia dos demais suportes, para então o grupo pensar em produto diferenciado do que já existe e também com melhorias no suporte criado com os já existentes.

Foi encontrado um produto chamado Suporte Flex para cadeirante, que não é retrátil, ou seja, para que o cadeirante possa sair da cadeira, ele tem que remover o suporte inteiro da cadeira, e também precisa ser retirado completamente para remover o suporte.

Figura 1- Suporte flex.

Fonte: Resolve soluções ergonômicas (2016).

Outro produto semelhante pesquisado foi uma espécie de “mesa” que é apoiada na cadeira de rodas, onde a mesa tem como apoio os braços laterais da cadeira de rodas, ela pode servir para estudantes durante horário de aula e trabalhadores em seus expedientes. O produto se assemelha com o anterior, precisando ser totalmente removido para o cadeirante poder sair da cadeira de rodas.

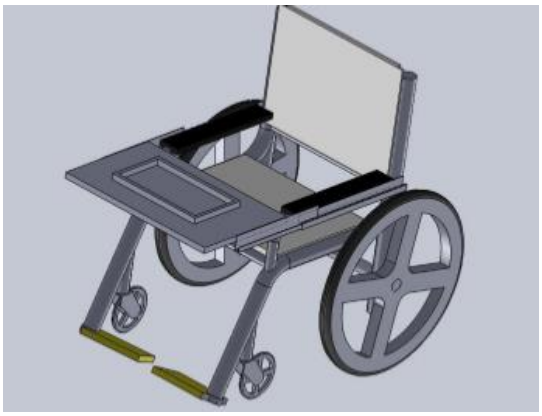
Figura 2- Suporte tipo “mesa”

Fonte: RehabMart (2016).

2.1.1 PID semelhante

Foi pesquisado também projetos já realizados relacionados com o suporte para notebook, foi realizada uma pesquisa com PID's de anos anteriores no site da escola e foi encontrado um projeto parecido com o suporte anterior, ele se assemelha com uma mesa acoplada na cadeira para servir de apoio para colocar o notebook sobre ela. O projeto pode ser encontrado no site da Fundação Liberato.

Figura 3- PID- Mesa acoplada em cadeira de rodas.



Fonte: Guia Liberato (2016).

2.2 Notebooks

Para realizar o dimensionamento e proporcionamento de um suporte para o notebook foi necessário saber as dimensões de variados tipo de laptops que podem ser adquiridos no mercado atualmente. Em lojas online de compra de eletrônicos e eletrodomésticos, foi pesquisado pelos notebooks mais vendidos atualmente e de diferentes tamanhos e marcas, entre elas citamos: Acer, Lenovo, Dell, Samsung e tamanhos de tela entre 15,6" à 11,6".

Entre os notebook de 15,6" das marcas citadas acima, o peso médio dos produtos ficou entre 2,43 quilogramas sem o notebook da marca Samsung que apresentou peso inferior, próximo a 2 quilogramas. Outro tamanho bastante procurado foi de 14", que nas marcas procuradas ficou com peso médio de 2,05 quilogramas.

Foram pegos valores de notebooks menores e analisados os pesos, os da marca Samsung possuem peso inferior aos demais, com a tela de 11,6” o peso é de 1,18 quilogramas e as dimensões de 29cm de largura x 1,68cm de altura x 20,5cm de profundidade, sendo o menor pesquisado até então.

A tabela abaixo apresenta os produtos pesquisados junto com suas dimensões e pesos que foram úteis para o dimensionamento do protótipo.

Tabela 1- dimensões de notebooks

Produtos	Peso (kg)	Largura x altura x profundidade (cm)
Acer 15,6”	2,4	38,16 x 2,92 x 25,6
Dell 15,6”	2,4	38,1 x 2,5 x 26,7
Lenovo 15,6”	2,5	38,4 x 2,5 x 26,5
Samsung 15,6”	2,0	37 x 2,3 x 24,8
Acer 14”	2,1	47,5 x 6,5 x 30,6
Dell 14”	2,0	34,6 x 2,5 x 25,4
Lenovo 14”	2,1	38,5 x 4 x 29
Samsung 14”	2,2	33,6 x 3 x 23,3

Fonte: Os autores (2016).

2.3 Dimensões de cadeira de rodas

A cadeira de rodas é o objeto fundamental para a realização do projeto na qual o grupo se impôs a realizar, saber suas dimensões são tão importantes quanto as dimensões de um notebook. Os dados coletados serão em cima da norma da ANBT NBR 9050 que é a norma de Acessibilidade a edificações, imobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Segundo a norma ABNT NBR 9050, as dimensões referentes para cadeira de rodas manuais ou motorizadas são:

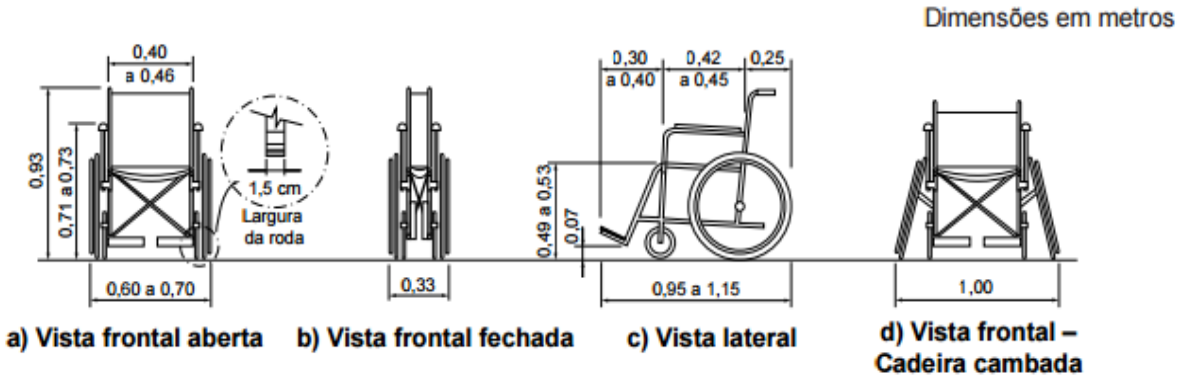
a) Na vista frontal: Com a cadeira aberta, a cadeira deve apresentar de 0,60 à 0,70m entre uma roda e outra; a largura da roda deve ser de 1,5cm; a altura do chão até o apoio do braço deve ser de 0,71 à 0,73m; a altura total de 0,93m e largura nas costas de 0,40 à 0,46m;

b) Vista frontal fechada: A cadeira deve ter 0,33 metros, com a cadeira recolhida;

c) Vista lateral: O comprimento deve ter de 0,95 à 1,15 m; a altura do apoio dos pés ao chão deve ter 0,07m; a altura do chão até o assento deve ter de 0,49 à 0,53m; o comprimento da roda menor até o fim do apoio das pernas precisa ter de 0,30 à 0,40m; o comprimento do assento de 0,42 à 0,45m; e o comprimento do fim do assento até o fim da roda, de 0,25 metros.

A imagem abaixo mostra melhor visualmente como é as cotas da cadeira de rodas segundo a norma.

Figura 4- dimensões para cadeira de rodas segundo norma ABNT NBR 9050



Fonte: Norma ABNT NBR 9050 (2016).

2.4 Funcionamento e tipos de suportes para relógio comparador

O relógio comparador pode ter diversos tipos de suporte para fixação, dede o sistema mais simples até o suporte hidráulico. Para a realização do projeto, interessa ao grupo saber o funcionamento do Suporte magnético articulado e fixado por trava mecânica, na qual o suporte é totalmente articulado e pode-se ser colocado em qualquer posição, afim de que o cadeirante possa com isso fixar o notebook na altura que lhe seja mais confortável para a utilização na cadeira de rodas. No site da Digimess podem ser encontrados diversos suportes para relógio comparador. O suporte cujo código é 240.270B foi o produto utilizado para a

realização do protótipo do suporte para sustentação do notebook. Na sua descrição diz que o suporte possui coluna e braços articulados, e que possui ajuste fino, facilitando o posicionamento do relógio. Ainda diz que o travamento é por trava mecânica e que possui trava magnética de 60 kgf.

O travamento do sistema é realizado por trava mecânica, porém tem o mesmo princípio da hidráulica que utiliza-se de fluidos e de um pistão para empurrar o fluido gerando pressão e travando o sistema. No travamento mecânico ao girar o manípulo, ele empurra um cilindro que existe internamente no eixo horizontal que junta as duas hastes, internamente destas também há eixos que vão desde o início do eixo horizontal, até a ponta da haste que, quando girado o manípulo ele empurra o cilindro, que pode ser cônico, que faz com que o mesmo empurre os eixos das hastes contra as suas pontas, gerando uma pressão de contato que faz travar todo o sistema.

Figura 5- Suporte relógio comparador.

Fonte: Digimess (2016).

2.5 Plásticos

O grupo realizou uma pesquisa sobre plásticos para qual o tipo ideal para se usar na fabricação do suporte para o notebook, com uma enorme variedade de plásticos, foi importante delimitar um tipo, e fazer o projeto do protótipo com o plástico determinado.

Os plásticos são produzidos através de um processo químico conhecido como polimeração, que é a união química de monômeros que formam polímeros. Os polímeros podem ser tanto do tipo naturais como sintéticos. O tipo suado no projeto será o sintético que é produzido por indústrias. Os polímeros ainda podem ser de dois tipos: Termoplásticos e termofixos. O primeiro são plásticos que não sofrem alteração na sua estrutura química durante o reaquecimento e que podem ser novamente fundidos após o resfriamento, diferente dos termofixos que não fundem com o reaquecimento.

Há vários tipos de plásticos e eles são divididos em grupos de acordo com as categorias, cada plástico tem uma característica, fazendo com que cada tipo de plástico gere um tipo diferente de produto com características diferentes. Citamos alguns exemplos abaixo:

1- PET: Usado em frascos de refrigerante, farmacêutico e produtos de limpeza.

2- PEAD: Embalagem para cosméticos e produtos químicos entre outros.

3- PVC: Utilizado mais em tubos e conexões.

4 - PEBD: Embalagem de alimentos, sucos industriais, rótulos de brinquedos.

5- PP (polipropileno): Embalagens, potes de margarina, seringas descartáveis.

6- Poliestireno: Copo descartável e alguns tipos de embalagens.

7- Outros (ABS etc...): Brinquedos , corpo de computadores, para choque de carros.

Analisando cada categoria e os produtos para cada plástico, o grupo concluiu que o tipo ABS seria mais viável para ser o material de utilização no protótipo. Então realizamos uma pesquisa mais aprofundada sobre plástico ABS.

2.5.1 Plástico ABS:

Plástico ABS é a abreviação de Acrilonitrila Butadieno Estireno é um copolímero. Unido por estes três componentes. O resultado físico da união destes copolímeros é um material termoplástico rígido e leve, com alguma flexibilidade e resistência na absorção de impacto. É muito comum na fabricação de produtos moldados para uso diversos. É usado também pelo acabamento de alto brilho, também há excelente relação de preço e qualidade, o que torna um produto desejável, por ser econômico e eficaz.

O ABS é muito tenaz, duro e rígido, possui resistência química aceitável, baixo índice absorção de água e bastante estabilidade dimensional, apresenta ainda alta resistência à brasão. Fisicamente é um material leve, fácil de moldar, mas ainda assim resistente à tração e ao impacto, apresenta também dureza superficial, rigidez, resistência ao calor. Normalmente a peça pode ser curvada além de seu limite de elasticidade sem que chegue a se romper, porem enfraqueça na fadiga.

É aplicado em diversos materiais de construção, eletrodomésticos, partes de automóveis e motos, impressoras e fones de ouvido e moldura frontal de aparelho de televisão e carcaça de ar-condicionado, utiliza-se também em brinquedos como lego.

3 METODOLOGIA

3.1 Pesquisa com cadeirantes

No início do projeto, o grupo definiu que necessitaria realizar uma pesquisa com pessoas cadeirantes a fim de ajustar alguns quesitos no projeto e saber sobre a utilidade do projeto realizado para essas pessoas, e saber sobre a opinião deles de como poderia ser um suporte para notebook ideal que atenderia as carências.

Foi criado um questionário para perguntar para eles, foi realizada a pesquisa com três cadeirantes, e as perguntas eram:

1) Você utiliza notebook?

2) Se utiliza, você usa algum suporte para ele na cadeira de rodas?

3) Visto que já existe alguns suportes similares, você acha que o modelo de projeto que descrevemos teria alguma vantagem sobre os outros? Qual seria essa vantagem?

4) Quais seriam as dificuldades para utilizar o suporte?

5) Em quais situações seria necessário a utilização do suporte?

6) Qual o preço máximo que você pagaria em um suporte?

Com essas perguntas obtivemos respostas dos cadeirantes. A primeira pessoa respondeu que usa notebook, não utiliza nenhum suporte para isso, e que a vantagem seria de poder movimentar o suporte para poder fixa-lo em qualquer posição, que as dificuldades seriam de que o suporte deveria estar bem fixo para a utilização, sem balançar ou mover, e não haver dificuldade de locomoção da cadeira enquanto o suporte estiver fixado na cadeira, ele utilizaria o suporte em casa e no trabalho. Um custo razoável estaria na faixa de R$100,00.

O segundo respondeu dizendo que utiliza notebook, mas que nunca utilizou algum tipo de suporte, existe algumas vantagens, e que as dificuldades seriam para cuidar para o suporte não atrapalhar na hora da movimentação da cadeira de rodas e que não ocupe tanto espaço para fora da cadeira, que isso atrapalharia na

locomoção do cadeirante pois, já existem muitas dificuldades de mobilidade para cadeirantes, se o suporte atrapalhasse nisso também, seria um defeito considerável para o suporte. Ele utilizaria o suporte em casa ou no trabalho e um custo razoável ficaria em torno dos R$ 100,00.

Um terceiro entrevistado não utiliza notebook, mas disse que a nossa ideia para suporte teria uma vantagem sobre as outras, que é a facilidade de poder posicionar o notebook em qualquer posição à gosto da pessoa que à está utilizando na cadeira de rodas, deu a ideia também de que o suporte poderia ajudar tetraplégicos por terem sérias dificuldades de movimentação inclusive nos braços, e que o suporte poderia ajudar eles com isso. Um ponto de dificuldades que ele citou foi o fato de o suporte não apresentar apoio para os braços, podendo assim, dependendo da altura que o suporte fosse fixado, cansar os braços da pessoa. Por último relatou que utilizaria o suporte e o notebook no trabalho ou em casa quando não ou houvesse uma mesa para apoiar o laptop, porém ainda pode ficar desconfortável usar o notebook na mesa para o cadeirante. Por último foi dito pelo entrevistado que a utilização na rua seria inviável devido ao alto nível de violência e assaltos nas cidades, levando em conta ainda a fragilidade dos cadeirantes para com a violência urbana.

3.2 Desenhos do suporte

Após a realização de diversas pesquisas como outros produtos similares já existentes, e entrevista realizada com cadeirantes para saber como se diferenciar dos produtos já existentes, e realizar um produto que pudessem oferecer total movimentação e que também pudesse ser utilizado como base do suporte, dimensões de notebooks, da cadeira de rodas, tipos de suportes que existem para outras aplicações, o grupo deu andamento ao projeto com a realização de croquis, feitos a mão, que idealizaram o suporte ideal a ser projetado.

Depois de ter os croquis feitos, o grupo começou a projetar todo o suporte no programa Autodesk Inventor Professional 2016. A ideia do componente que poderia sustentar todo o suporte surgiu em uma reunião do grupo com o orientador e foi definido que seria utilizada uma base magnética para relógio comparador com trava

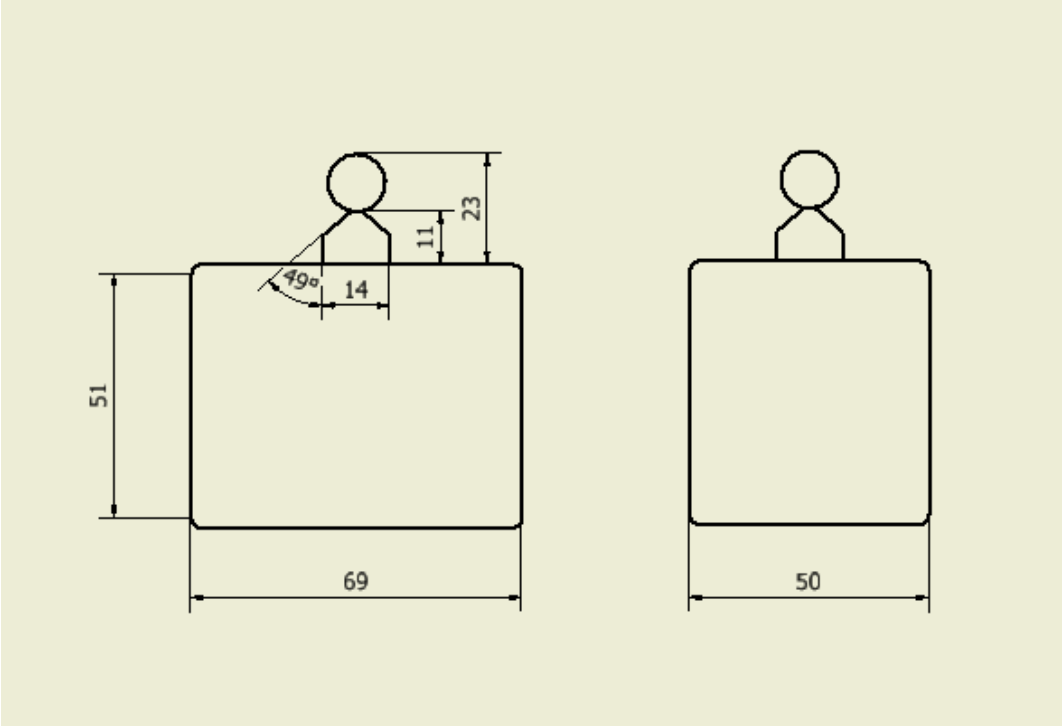
mecânica e foi o primeiro desenho a ser feito no software. Para isso, foi necessário realizar a medição de tal equipamento com a finalidade de realizar um desenho 3D com as dimensões similares as do produto original no software Inventor, já que o grupo entrou em contato com o fabricante da base e solicitou um desenho em 2D ou 3D do produto original, ou apenas as dimensões, entretanto a resposta foi negativa.

O desenho foi desenvolvido em sete diferentes componentes, sendo eles a base magnética, haste maior, haste menor, cilindro de fixação 01, cilindro de fixação 02, fixação eixo 01 e fixação eixo 02. A montagem completa e o detalhamento dos componentes seguem nas imagens abaixo.

Figura 6 - Base magnética para relógio comparador

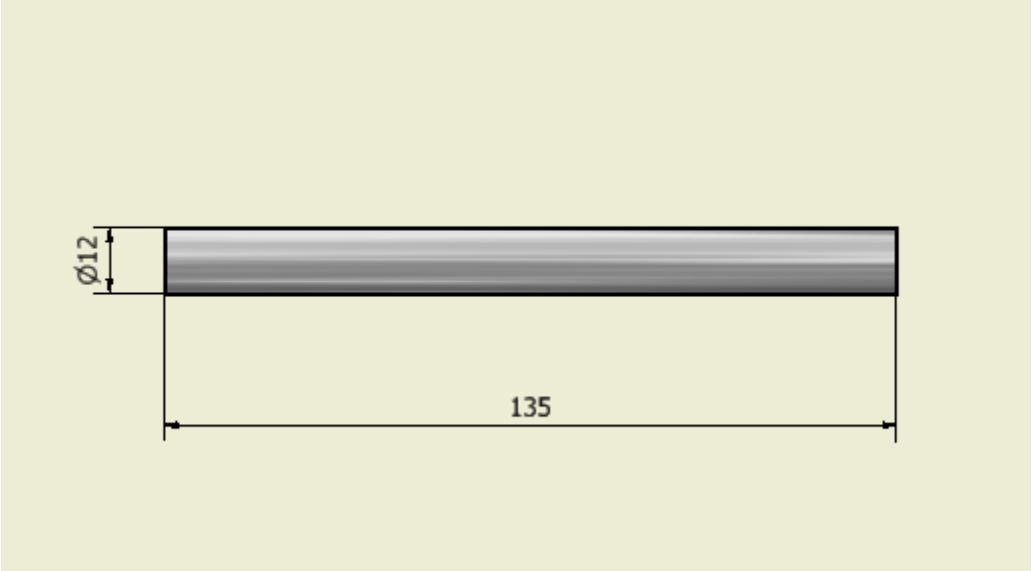
Fonte: os autores (2016).

Figura 7 - Base magnética



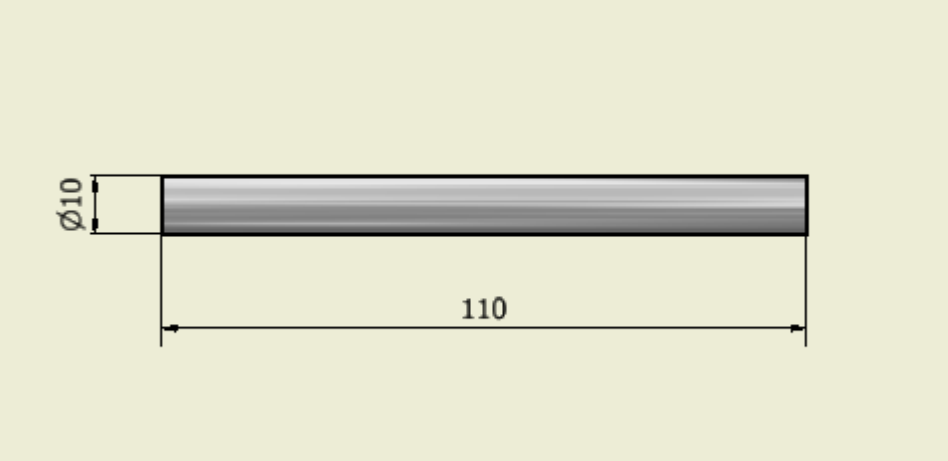
Fonte: Os autores (2016).

Figura 8 - Haste maior



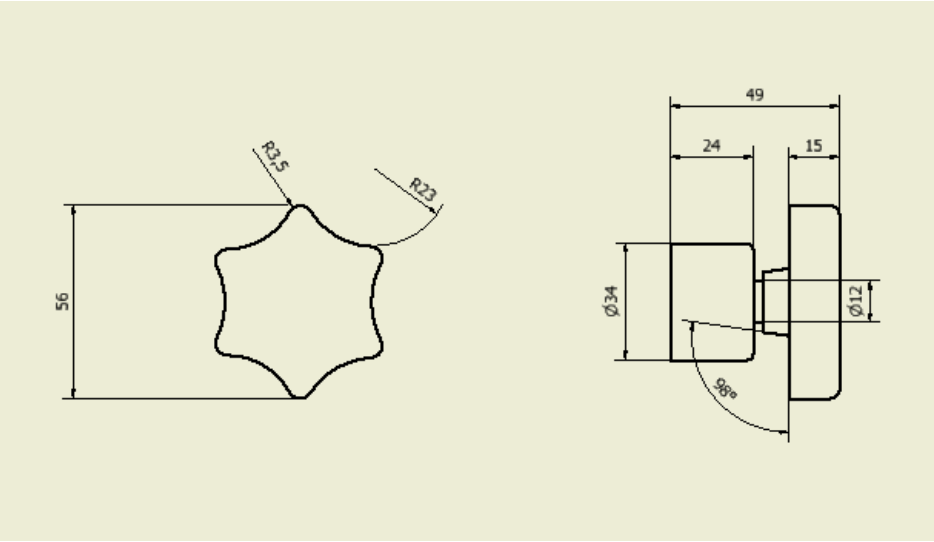
Fonte: os autores (2016).

Figura 9 - Haste menor



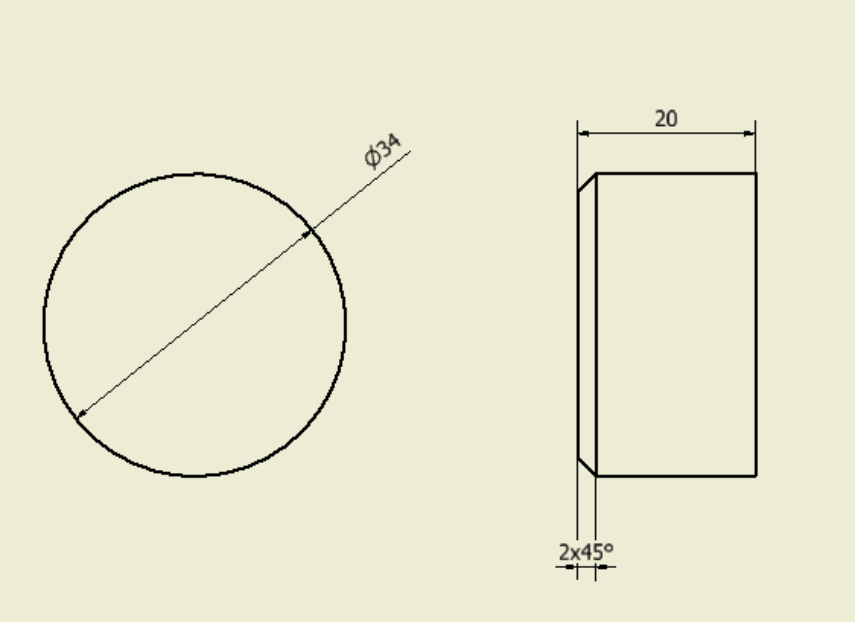
Fonte: os autores (2016).

Figura 10 – Cilindro de fixação 01



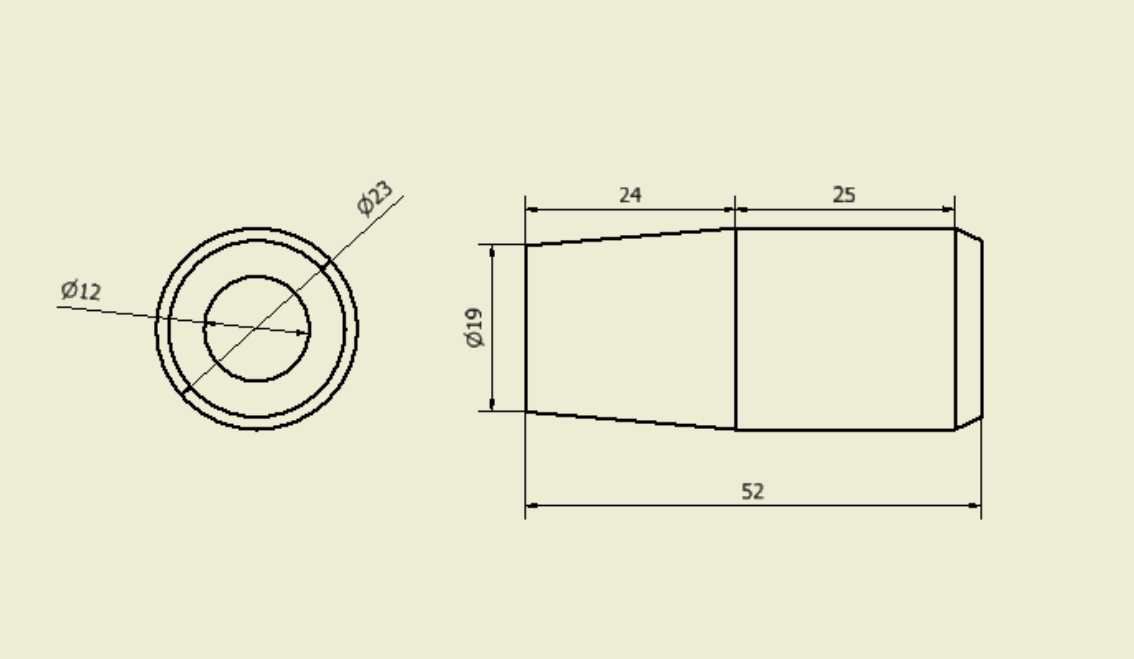
Fonte: os autores (2016).

Figura 11 - Cilindro de fixação 02



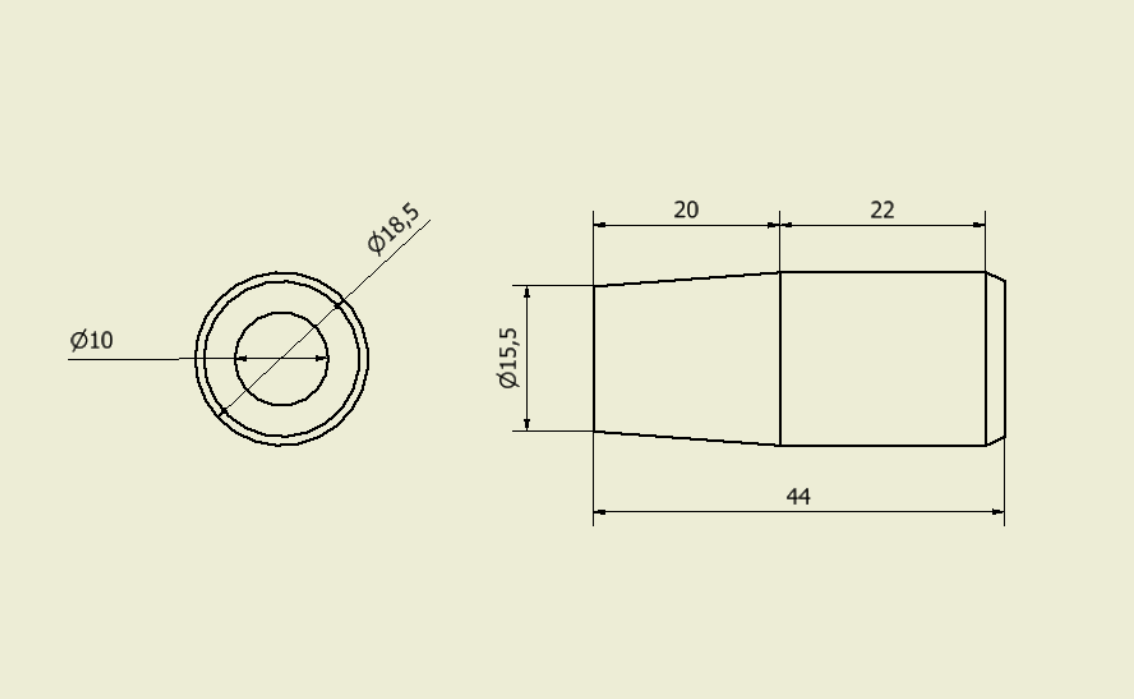
Fonte: os autores (2016).

Figura 12 - Fixação eixo 01



Fonte: os autores (2016).

Figura 13 - Fixação eixo 02



Fonte: os autores (2016).

Com a base magnética já pronta, o grupo começou a realizar o desenho em 3D do suporte, fabricado em plástico ABS e que possui uma haste fixa e a outra móvel. Foi desenvolvido dessa maneira para que tenha a opção de ser ajustado para as dimensões de praticamente todos os notebooks atualmente comercializados.

O suporte é apenas um componente, entretanto para facilitar o entendimento do funcionamento foi dividido, nos desenhos, em parte inferior e superior.

O sistema funciona da mesma maneira que o suporte de um iPad, na qual existe um lado que é fixo e não abre, e outro que pode ser colocado em qualquer distância a fim de poder ser colocado qualquer tamanho de notebook. O travamento do sistema ocorre com o manípulo que fica na parte inferior do suporte, o mesmo possui uma rosca, e para fixar o sistema, exerce uma pressão de contato na parte inferior da haste não fixa, assim travando o sistema e fazendo que o notebook fique bem preso ao suporte, sem chances de acontecer algum incidente.

A imagem abaixo mostra o produto encontrado no mercado para comprar, e no qual o grupo buscou reproduzir no software, para suportar o notebook.

Figura 14- Produto encontrado no mercado.

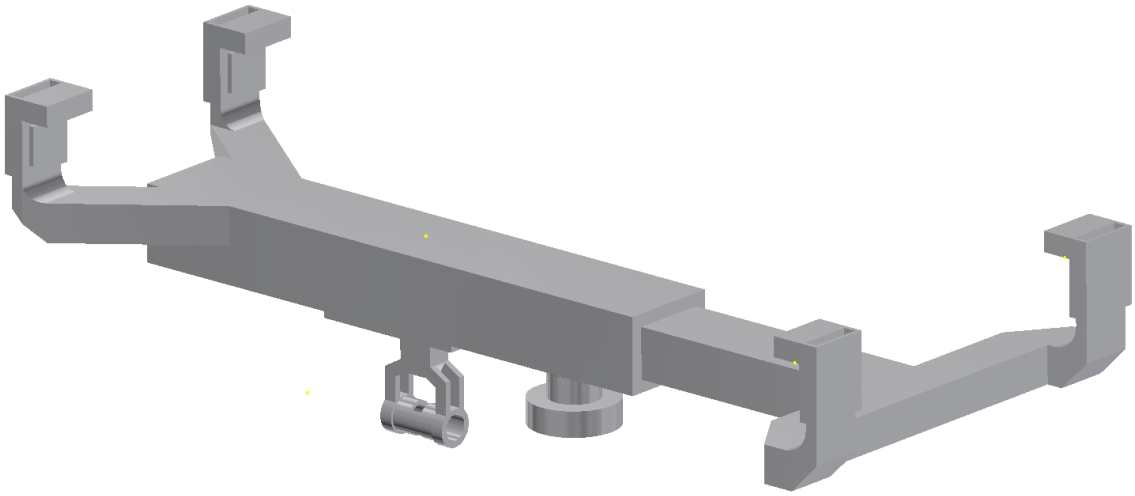
Fonte: Mercado livre (2016).

Para a realização desses desenhos a mão, o grupo realizou as pesquisas já mencionadas no tópico anterior, na qual buscar analisar a geometria dos componentes para a realização dos croquis. Para a realização do desenho do suporte para iPad, o grupo visualizou o produto na internet e o reproduziu, não em uma cópia idêntica, mas aproximada da geometria original.

Depois de realizado este desenho, as suas dimensões foram sendo alteradas, afim de o suporte poder abrigar um notebook, na qual já havíamos realizado a pesquisa de suas dimensões, foram analisadas as cotas pela tabela de dimensões de notebook, assim, o suporte foi reproduzido para conseguir abrigar as cotas de um notebook. Todos os desenhos foram realizados no software de modelagem Autodesk Inventor. Com essas dimensões desenhadas, o suporte consegue fixar qualquer tamanho de notebook que existe no mercado, desde o maior que apresenta comprimento de 38,16 cm até o menor com 29 cm de comprimento.

Abaixo, imagem do produto com as dimensões corretas e cotadas do suporte para colocar o notebook.

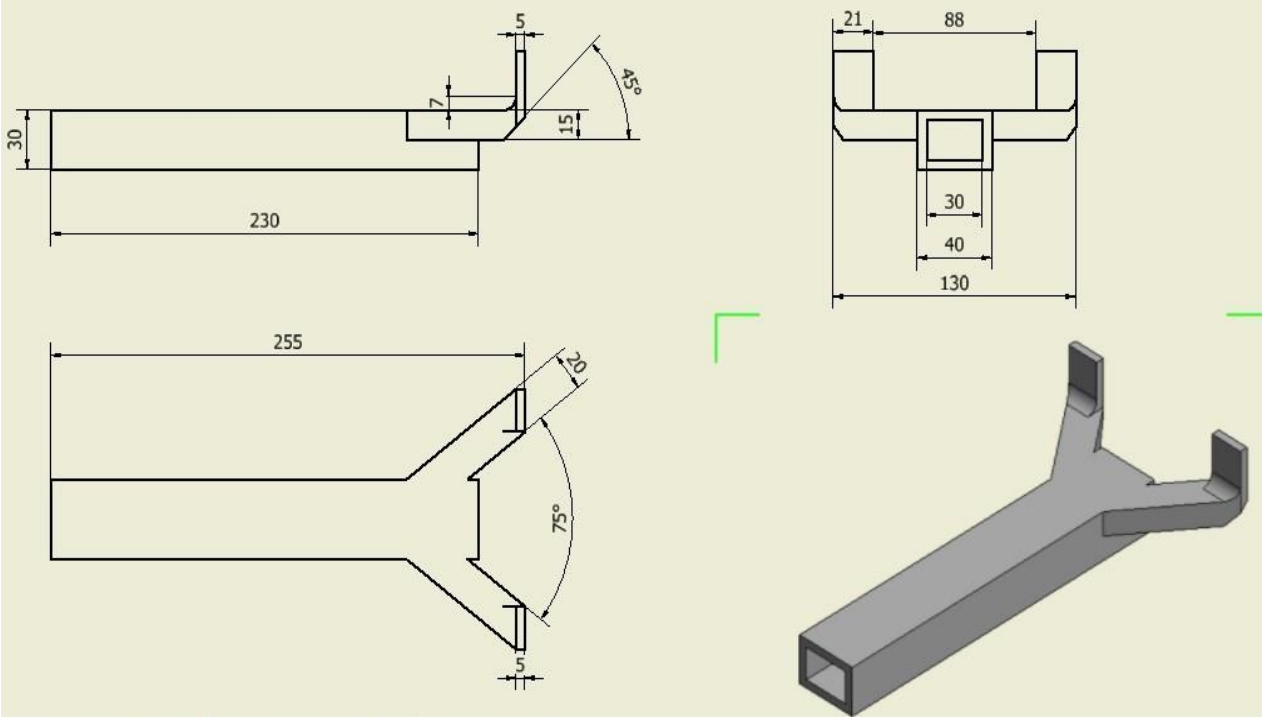
Figura 15 - Desenho no Inventor com as dimensões corretas.



Fonte: Os autores (2016).

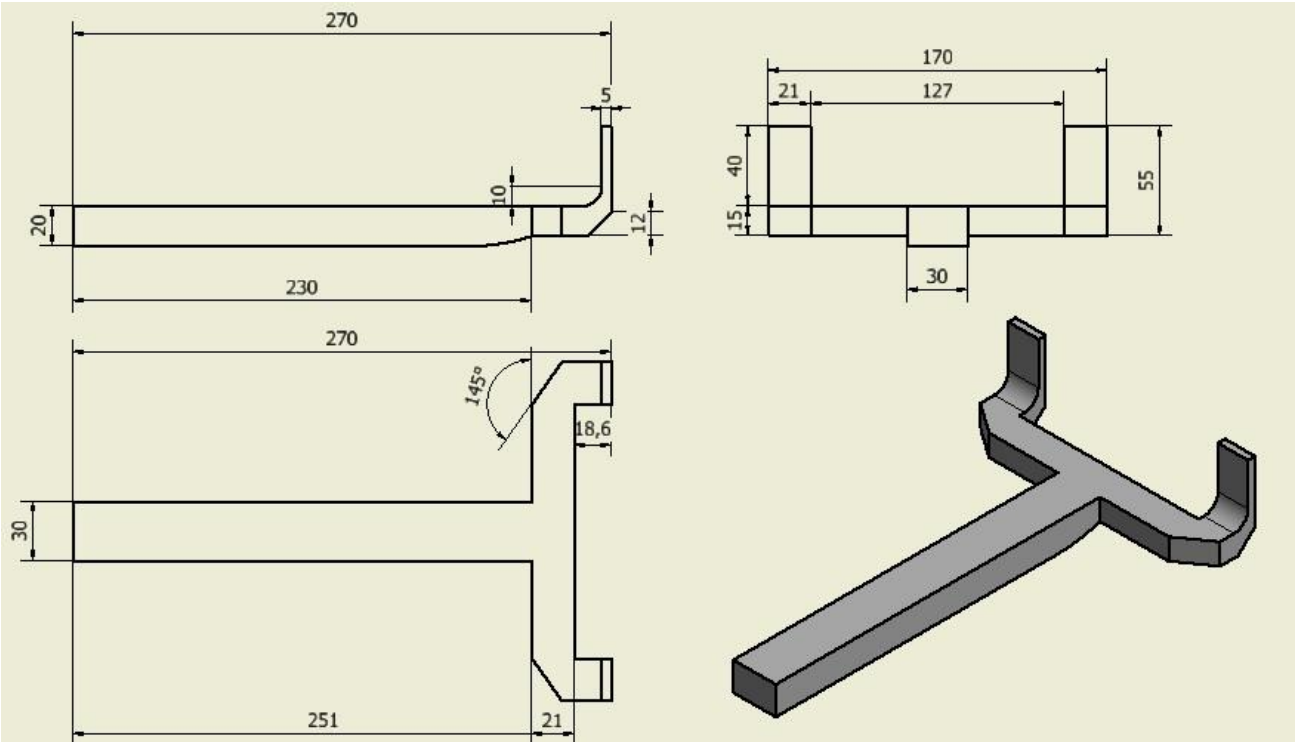
Abaixo, cotas de partes separadas do suporte em mm para melhor ideia e visualização de suas dimensões.

Figura 16 - Peça base



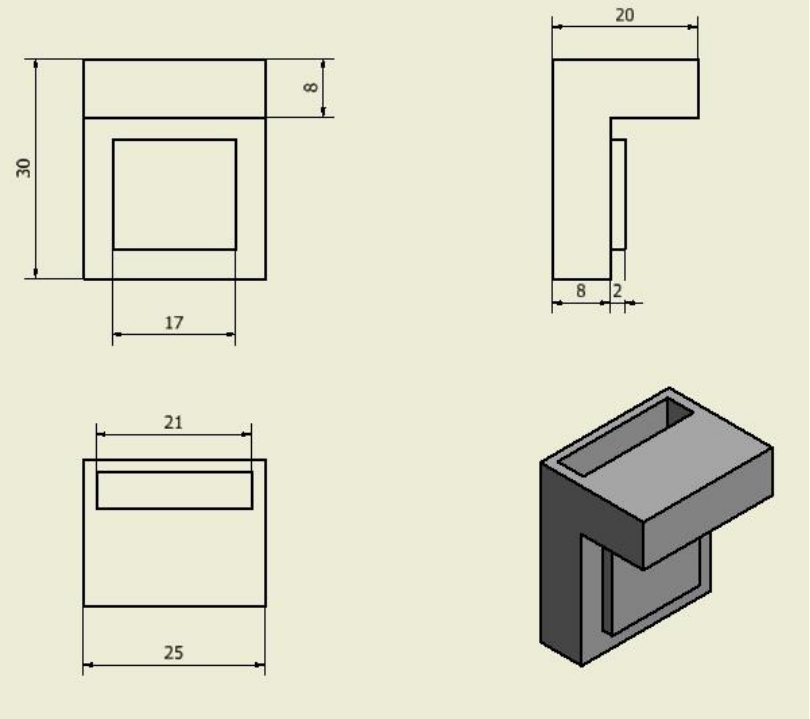
Fonte: Os autores (2016).

Figura 17 - peça móvel



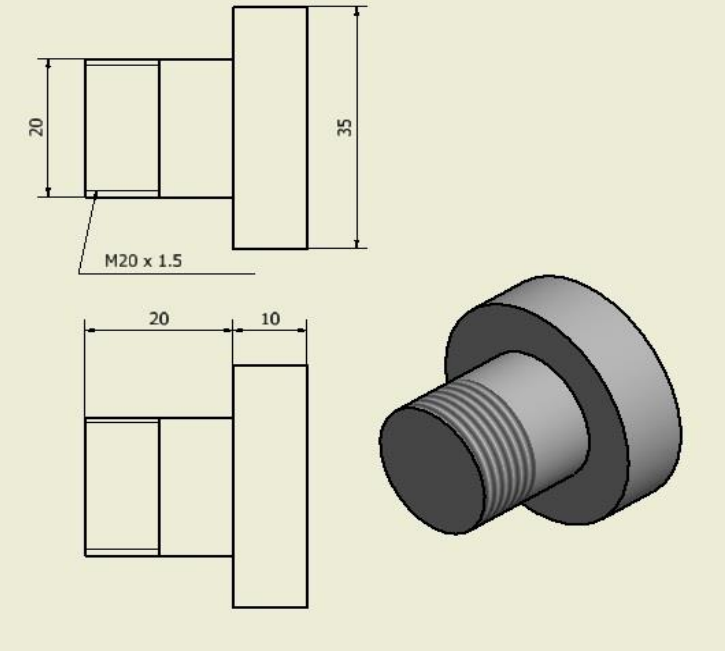
Fonte: Os autores (2016).

Figura 18 - peça fixação lateral



Fonte: Os autores (2016).

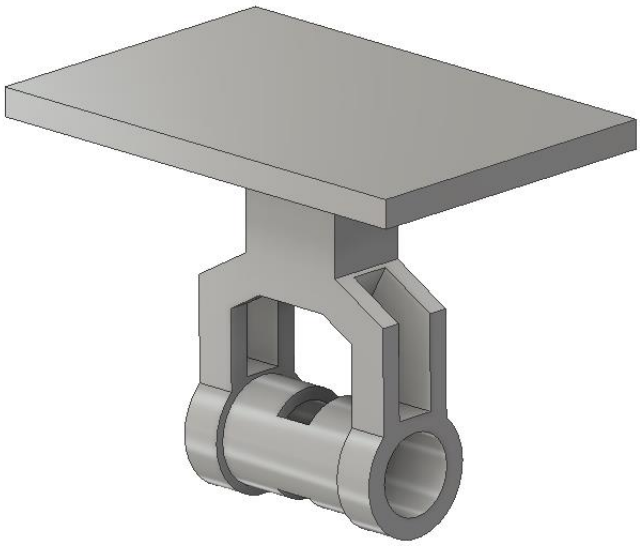
Figura 19 - Manípulo



Fonte Os autores (2016).

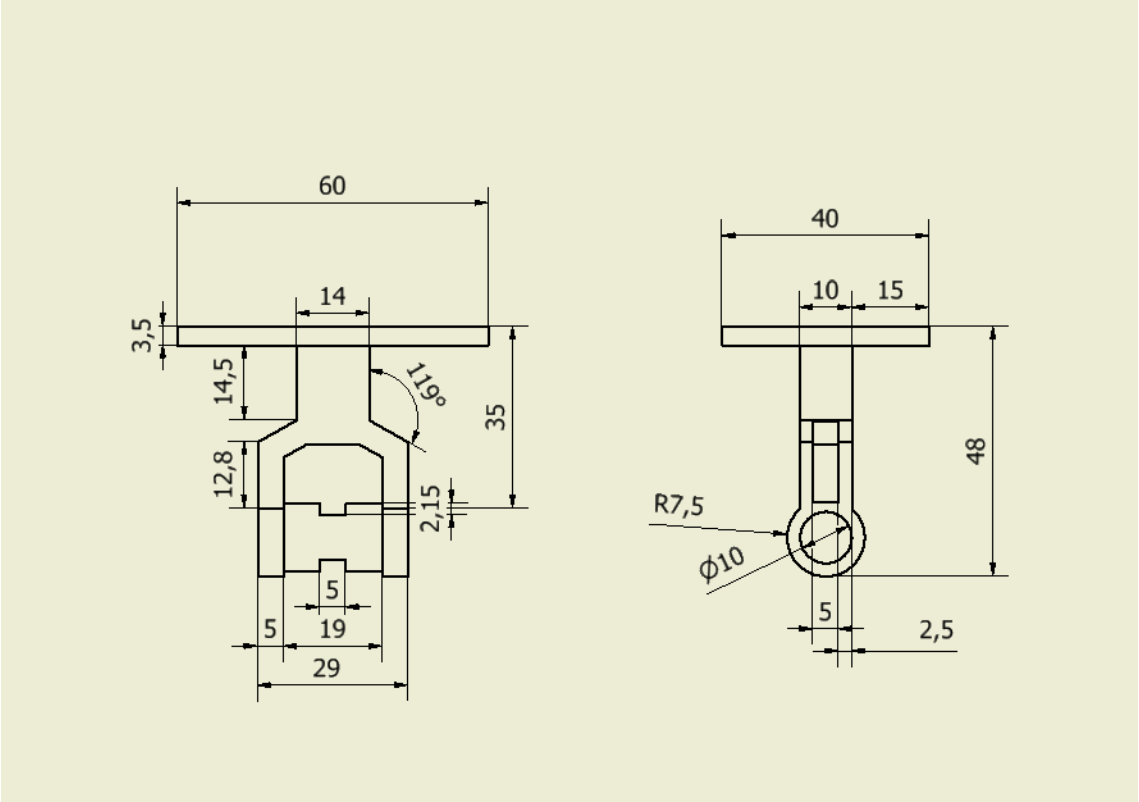
A parte inferior do suporte é aquela que será inserida no mesmo eixo da haste menor da base magnética para relógio comparador. A parte cilíndrica possui um furo para que possa ser inserida na haste menor e deve permitir o movimento de rotação ao redor da mesma, pois o notebook deve ficar na posição que o cadeirante necessitar. Caso fosse fixo, poderia limitar as posições em que seria possível utilizar o suporte. Nas extremidades da parte cilíndrica há duas partes de diâmetro maior para que seja feita a geometria de fixação do suporte.

Figura 20 - Parte inferior do suporte



Fonte: os autores (2016).

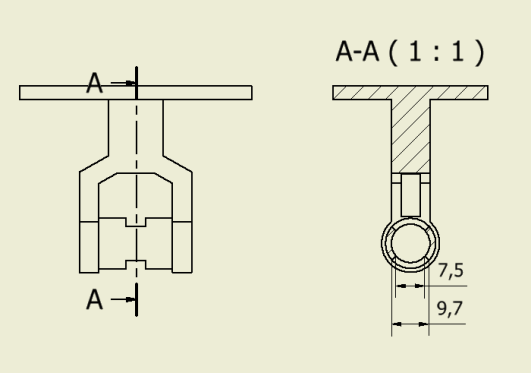
Figura 21 - Desenho cotado da parte inferior do suporte



Fonte: os autores (2016).

Os dois rasgos presentes na parte cilíndrica atravessam toda a espessura do componente e servem para posterior inserção de uma abraçadeira com alavanca que fará o travamento do movimento de rotação desses componentes, pois como já foi descrito, esse movimento é inicialmente indispensável para o posicionamento do suporte.

Figura 22 - Vista em corte da parte inferior do suporte



Fonte: os autores (2016).

Para garantir que as dimensões dessa parte inferior do suporte fossem suficientes para a carga que ela é solicitada, o grupo decidiu que a melhor opção era realizar a análise de tensões do software Inventor, já que os desenhos foram todos feitos nesse programa, facilitando a análise. Esse diagnóstico permite identificar a máxima tensão, o deslocamento máximo e o fator de segurança em qualquer parte do componente. E será descrito com mais detalhes no próximo tópico.

O componente adicionado com o objetivo de travar o movimento de rotação do suporte na periferia da haste é a abraçadeira com alavanca.

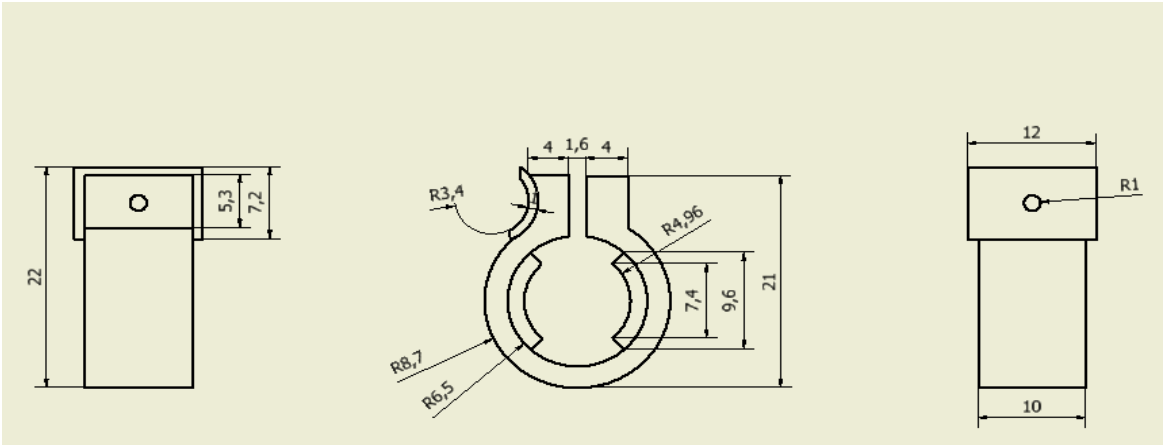
No momento em que a alavanca está para trás, o sistema está aberto e a abraçadeira fica apenas encaixada no suporte, permitindo a rotação. Essa junção é feita por dois dentes que existem na abraçadeira e são posicionados nos dois rasgos da parte cilíndrica do suporte.

Já quando a alavanca é acionada e fecha o sistema, os dois dentes da abraçadeira exercem pressão diretamente sobre a superfície da haste, impedindo a rotação do suporte e travando o conjunto.

Figura 23 - Abraçadeira com alavanca

Fonte: os autores (2016).

Figura 24 - Detalhamento da abraçadeira com alavanca



Fonte: os autores (2016).

Levando em conta que o suporte precisa ser fixado na cadeira de rodas, o grupo decidiu que a melhor opção para isso seria retirar a base magnética e manter o resto do sistema dela, como é apresentado na figura a seguir.

Figura 25 – Sistema sem a base magnética

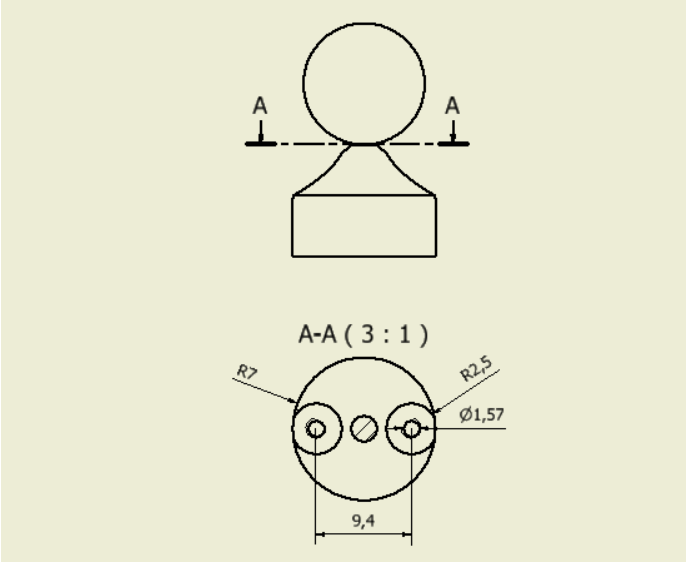
Fonte: os autores (2016).

Na parte logo abaixo da esfera, foram realizadas duas furações com rosca que permite que dois parafusos sejam adicionados, ligando esse sistema ao componente de fixação.

Figura 26 – Base magnética atualizada

Fonte: os autores

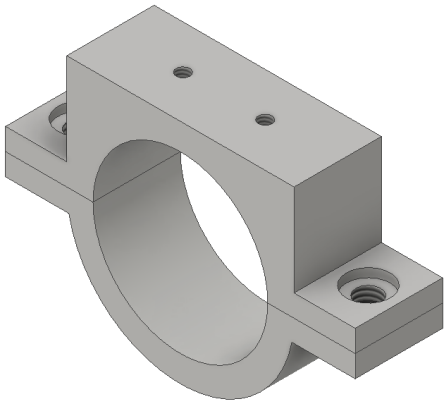
Figura 27 – Desenho cotado da base magnética atualizada



Fonte: os autores (2016).

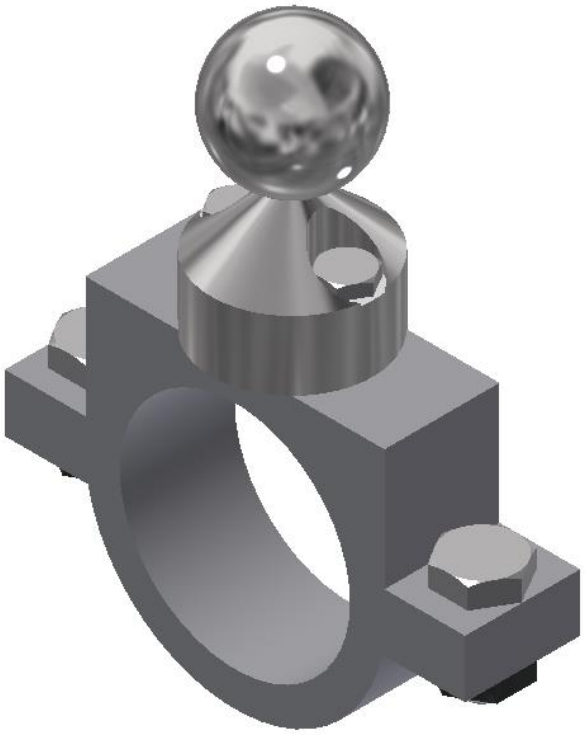
O componente de fixação tem o objetivo de fazer a imobilização do sistema no braço da cadeira de rodas, para isso é dividido em duas partes, que são unidas por dois parafusos ISO 4017 M3.5 x 8 e duas porcas ISO 4036 M3.5 através de furos nas suas laterais permitindo a sua montagem e desmontagem. Na sua parte superior possui dois furos que possibilitam a união com a base magnética atualizada, a partir de dois parafusos ISO 4017 M2 x 8.

Figura 28 – Componente de fixação



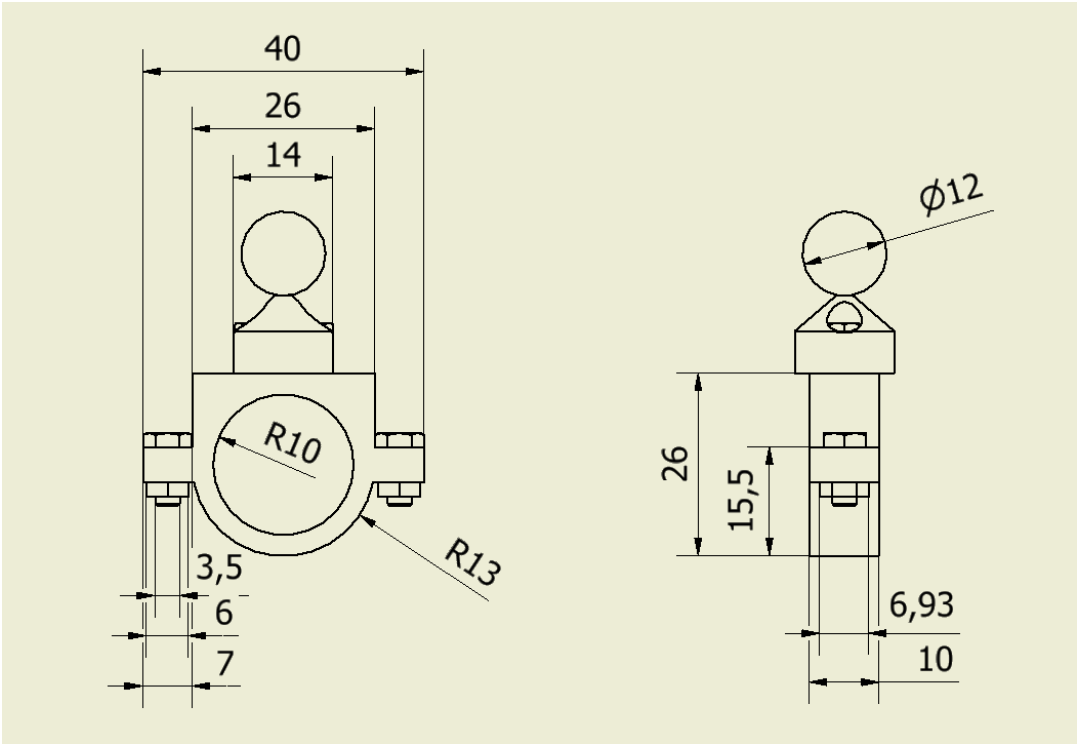
Fonte: os autores (2016).

Figura 29 – Montagem do componente com a base



Fonte: os autores (2016).

Figura 30 – Desenho contado da montagem



Fonte: os autores (2016).

Após a realização de todos os desenhos o grupo chegou a finalização do mesmo, juntando todos em um só protótipo que era o objetivo deste projeto, abaixo, a Imagem da montagem do suporte.

Figura 31 – Protótipo final

Fonte: os autores (2016).

Depois de realizados os desenhos, com as cotas já nas dimensões corretas, o grupo realizou analise de tensão, realizado no próprio software de modelagem, nos componente para verificar se as dimensões impostas anteriormente estavam de acordo com as cargas solicitadas que o suporte iria sofrer na prática em todo o sistema. Também foi realizada a análise do suporte magnético do relógio comparador, para concluir se o suporte aguentaria o peso solicitado pelo sistema do suporte para o notebook.

4 ANÁLISE DE DADOS

4.1 Análise do suporte para relógio comparador

Para descobrir a carga que a base magnética para relógio comparador suportava, o grupo realizou um experimento que consiste em, primeiramente ajustar as hastes em uma posição qualquer, depois travar o sistema utilizando a manivela e por último adicionar diferentes pesos na haste menor com o fim de descobrir a maior carga que a base suporta sem que o sistema de travamento cedesse, mesmo que parcialmente, gerando assim um deslocamento de alguma das hastes, o resultado será analisado no próximo tópico.

Depois de realizar o experimento com as hastes em uma posição, elas são reposicionadas e o processo é realizado novamente.

Primeiramente foi analisada a base magnética para relógio comparador, e o teste descrito anteriormente, com os pesos, não foi totalmente satisfatório, visto que com uma carga de 4.5 Kg solicitada na ponta do relógio comparador com um ângulo de 90 gruas entre as hastes o travamento cede e as hastes se movem, já com um peso de 5 Kg e com a haste à 90 graus, na metade da segunda haste, o travamento não cede, possibilitando o uso do suporte. Porem com 6Kg solicitado na mesmo posição, o suporte cedeu.

Foi realizada também análise em outra posição com os mesmos pesos. Com 6.5 Kg e as hastes a 180 graus, o suporte não cedeu, assim possibilitando o uso para o notebook nessa posição, visto que é o dobro do peso solicitado para utilização do notebook no suporte.

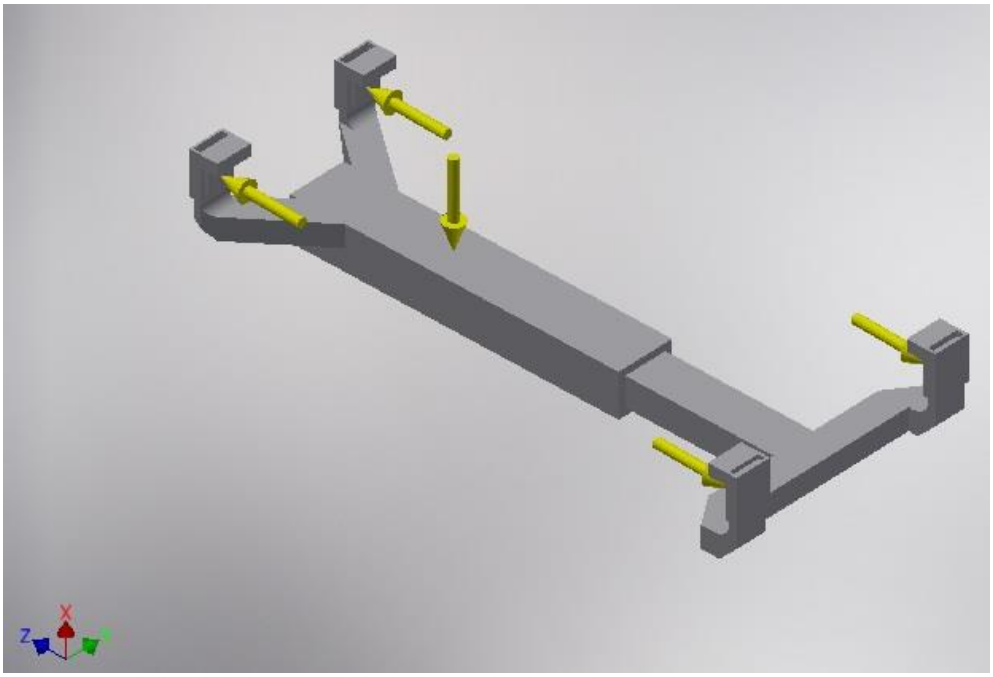
Foram realizados testes com pesos menores em variados posições da haste do relógio, infelizmente em posições que a primeira haste apresentasse uma inclinação menor que 80 graus referente a sua base magnética, a haste se movimentava até ficar em 0 graus, assim o sistema relógio para realizar a sustentação do suporte para o notebook é insuficiente em certas posições, não podendo exercer a função de ficar fixado em qualquer posição.

4.2 Análise de tensão no suporte

A análise de tensão na parte superior do suporte foi o segundo resultado a ser obtido. Primeiramente foi analisado a estrutura, depois atribuído as forças de acordo com as solicitações que o notebook iria realizar na estrutura do suporte. Analisaremos a Tensão de Von Mises, o deslocamento resultante da solicitação e o fator de segurança que está sendo imposto no suporte.

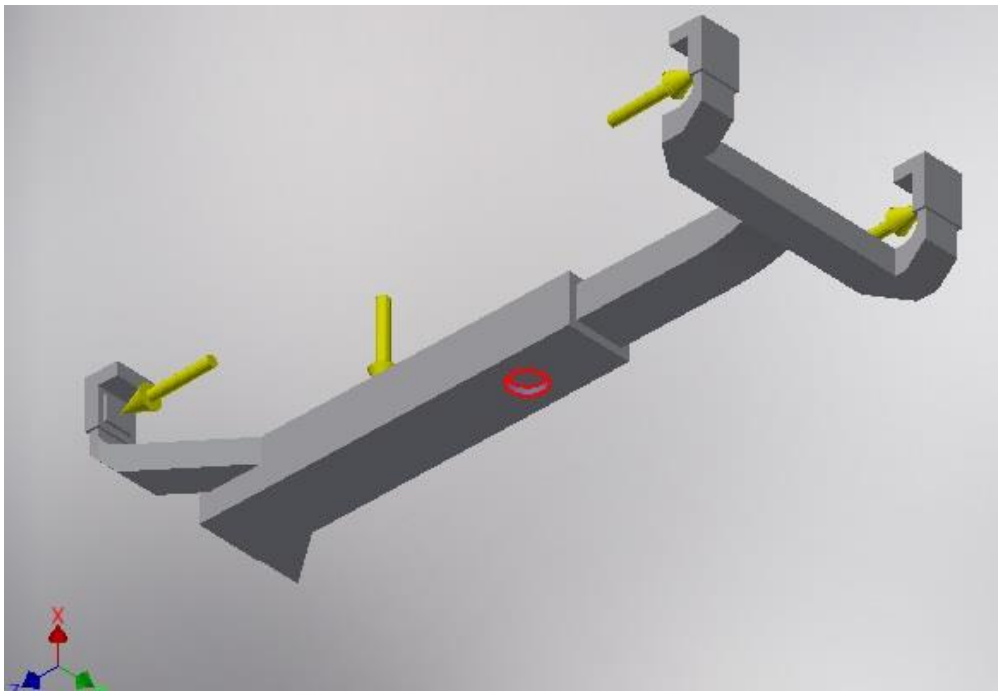
Foi adicionada uma força de 40N no meio do suporte com intuito de simular a força-peso realizada pelo notebook no suporte, as outras quatro forças são forças de intensidade 20N para realizar a fixação lateral do suporte no notebook, para o notebook não ser facilmente deslocado do suporte, ou não ocorrer nenhum incidente. Também foi colocada uma restrição fixa na face do pino da base do suporte fixo do suporte para o notebook, essa restrição tem o intuito de agir como um apoio, que serve para gerar uma reação à solicitação das forças, naquele local é onde se impõe a força para travar o sistema.

Figura 32 - Forças solicitadas no suporte



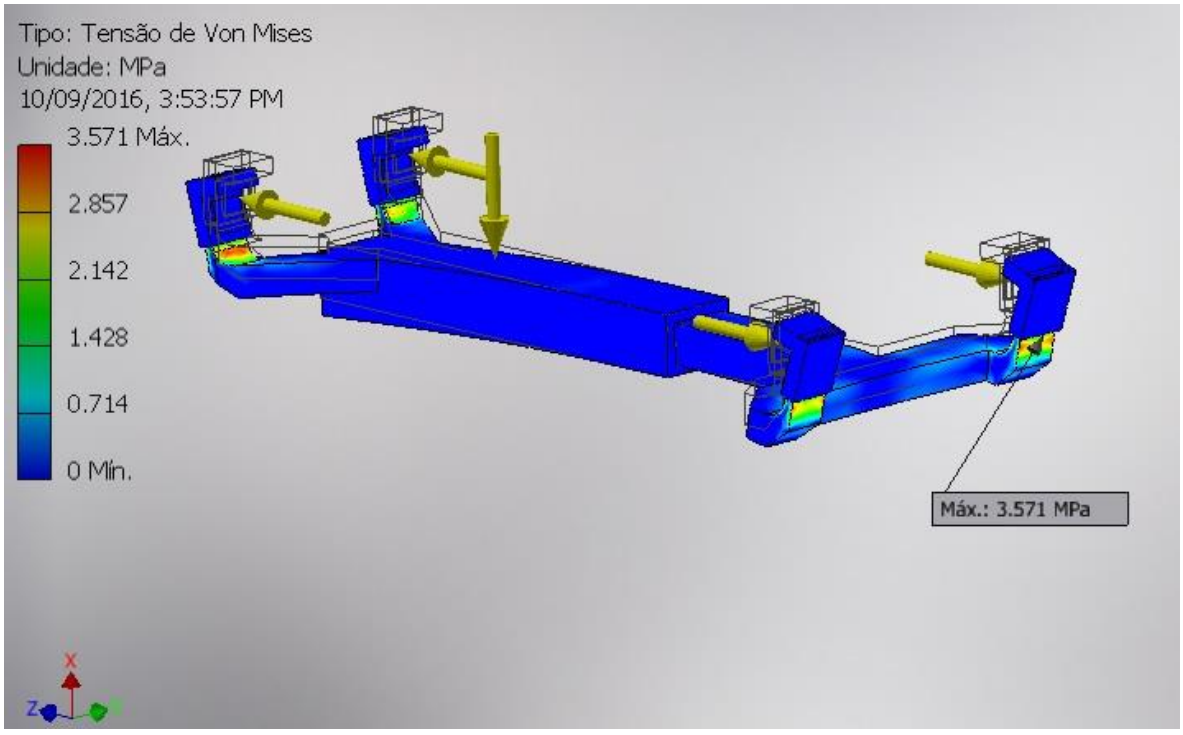
Fonte: Os autores (2016).

Figura 33 - Restrição



Fonte: os autores (2016).

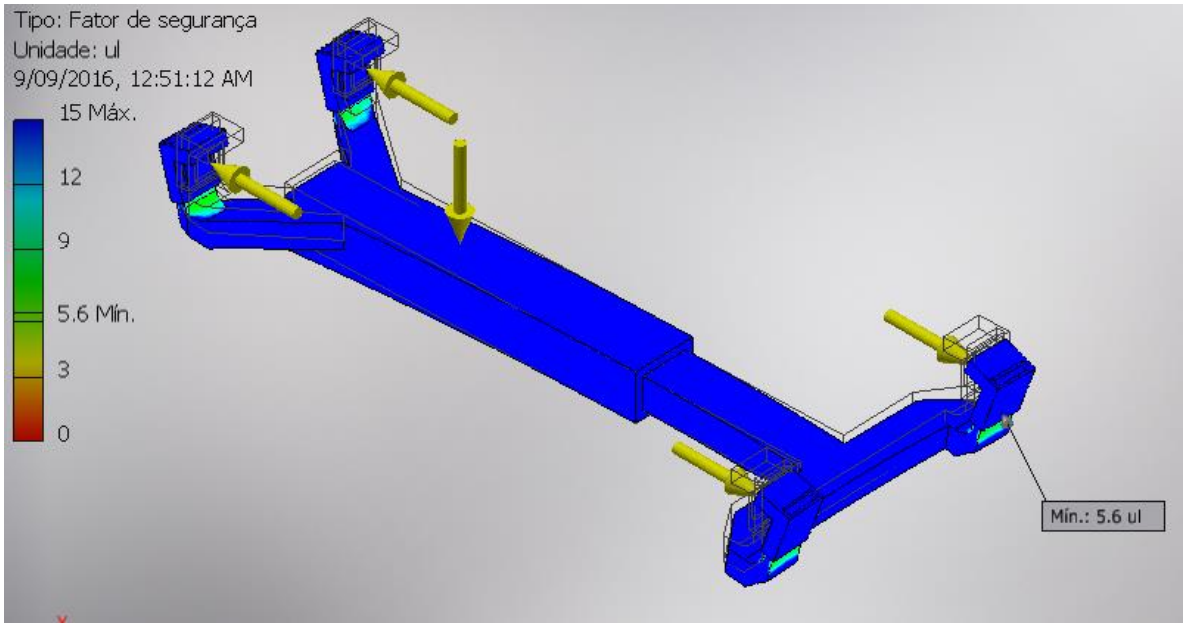
Figura 34 - Tensão de Von Mises



Fonte: Os autores (2016).

Primeiramente foi analisada a tensão de Von Mises. Comparando a tensão resultante com a tensão de escoamento do ABS plástico, podemos ver que a tensão considerável tranquila e confiável para não haver rupturas de material, visto que a maior resultante calculada pelo software foi de 3,571 Mpa e a tensão de escoamento do material é de 20 Mpa, gerando um K superior a 5. A taxa de convergência desta análise girou em torno de 8%, o que resulta em um resultado bem confiável gerado pelo software. Em seguida, foi realizada a análise do fator de segurança calcula pelo CAE.

Figura 35 - Fator de segurança

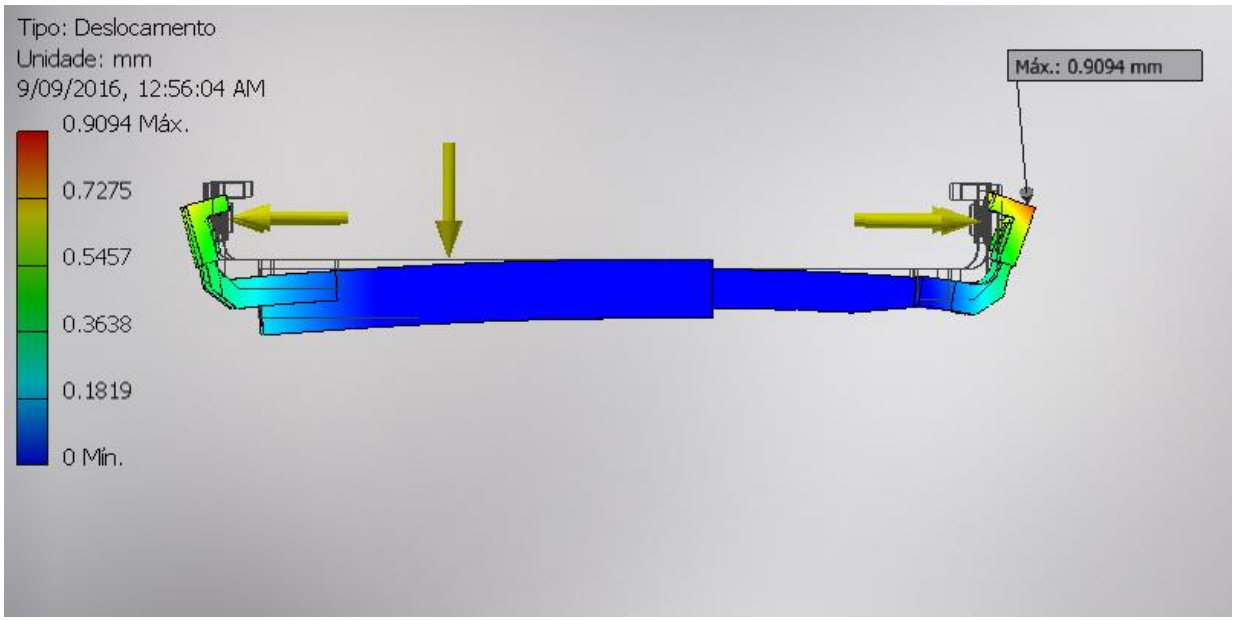


Fonte: Os autores (2016).

Em seguida, foi realizada a análise do fator de segurança calcula pelo CAE. O menor fator de segurança calculado pelo software foi de 5,6 ul, o que significa que o suporte está dimensionado para conseguir suportar até 5,6 vezes mais as cargas solicitadas no suporte. A maior parte do protótipo apresentou um K superior à 12 ul, o que indica que somente em régios especificas está a maior tensão, mais detalhadamente falando, a maior tensão se encontra na parte traseira da haste aonde se prende o notebook na sua face lateral.

Apesar de o suporte apresentar um fator de segurança relativamente alto para a solicitação que está sendo imposta, este fator é necessário, devido ao mal uso imprevisto que o suporte pode vir a ser solicitado, para isso utilizamos um K relativamente maior, devido a essas cargas a mais que o suporte pode receber com o decorrer do seu uso, e que caso ocorra, com o dimensionamento do suporte com um fator de segurança relativamente maior, esta ruptura no suporte não ocorreria.

Figura 36 - Deslocamento do suporte



Fonte: Os autores (2016).

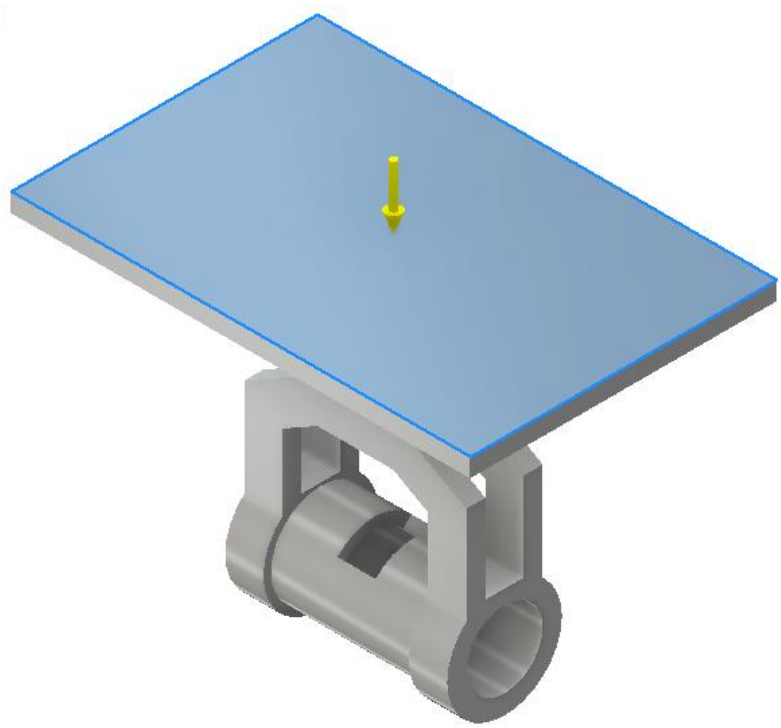
O deslocamento máximo que ocorreu no suporte devido as cargas solicitadas foi de 0,9094 mm. Podemos analisar que este deslocamento para fins práticos é quase desprezível para análise, visto que este deslocamento quando o suporte está em uso pelo notebook, não fara com que o mesmo desprenda do engate ou vá influenciar no uso futuro, pois este deslocamento é muito inferior com o comprimento do “clique” utilizado para prender o notebook. Portanto o deslocamento causado pela flexão na haste pode ser desconsiderado para fins práticos.

Após ser feito o diagnóstico na parte superior do suporte, a análise de tensão foi feita na parte inferior dele. Mesmo que tudo seja apenas um componente, essa análise teve de ser feita separadamente para que o grupo tivesse certeza que

nenhuma parte tivesse risco de romper ou ter uma grande deformação. Nenhuma tensão ou deslocamento é mostrado em escala real nas figuras.

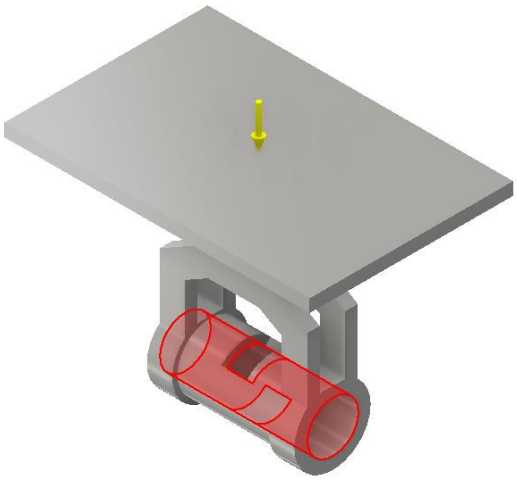
Para a análise em questão foi atribuído o material Plástico ABS, uma restrição fixa na parte interna do cilindro e uma força vertical de 40N na base.

Figura 37 - Força aplicada na base da parte inferior do suporte



Fonte: os autores (2016).

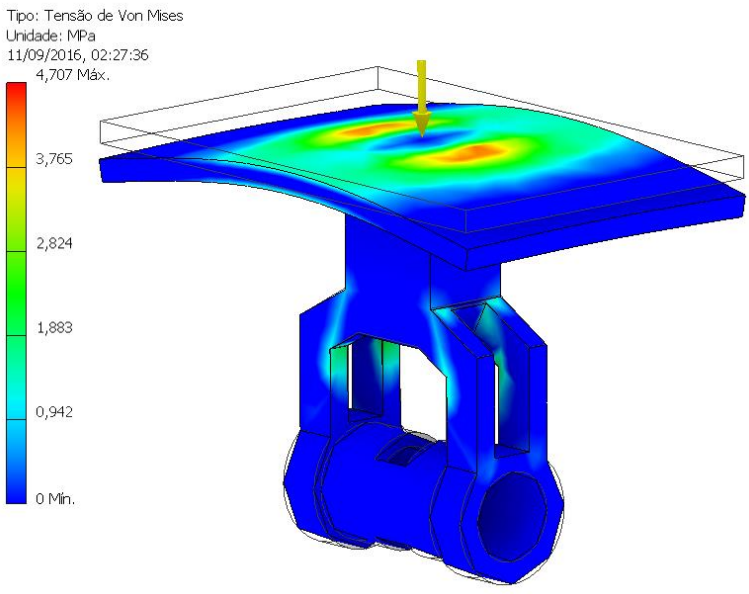
Figura 38 - Restrição fixa aplicada na parte interna do cilindro



Fonte: os autores (2016).

O primeiro resultado analisado foi a tensão, no tipo Von Mises, medida em Mpa. A máxima detectada foi de 4,707 Mpa. Tendo em conta que a tensão de escoamento do plástico ABS, material utilizado no componente, é de 20 Mpa, fica claro que nesse critério a peça não necessita ser redimensionada, pois resiste à tensão que é solicitada.

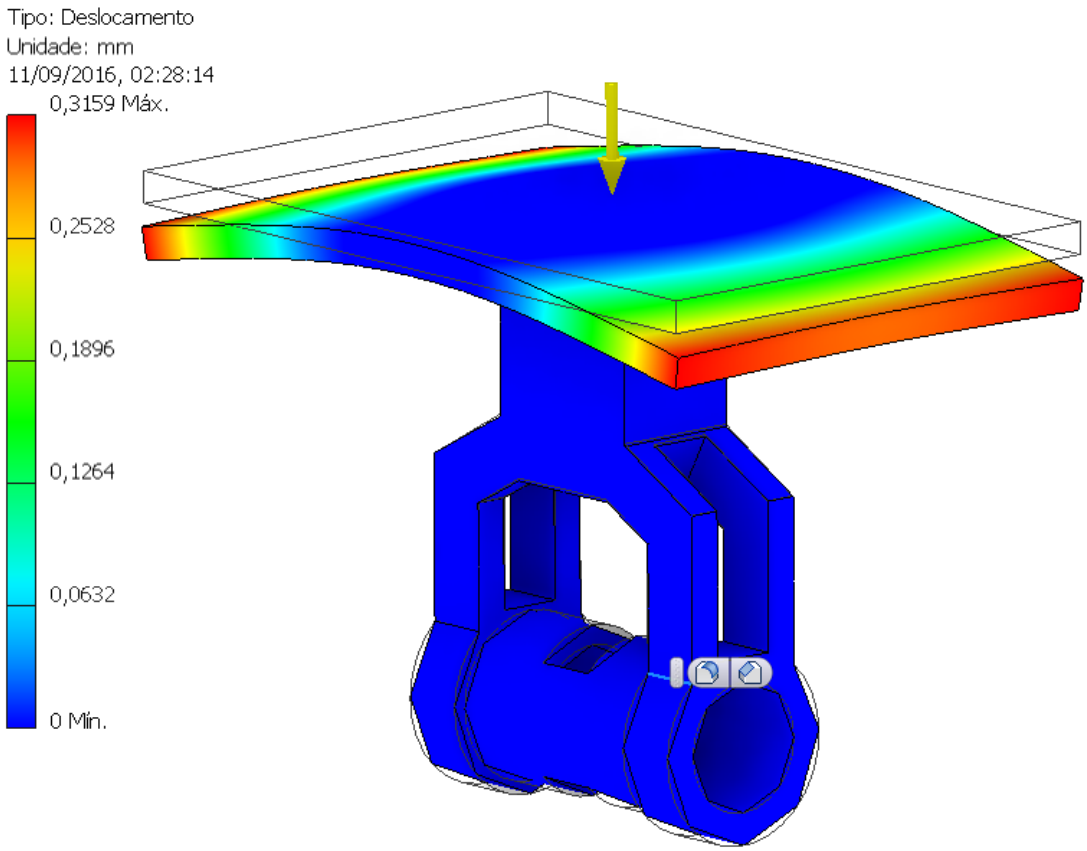
Figura 39 – Tensão máxima na parte inferior do suporte



Fonte: os autores (2016).

Outro fator importante analisado foi o deslocamento que pode ocorrer em toda a peça. O valor máximo encontrado foi de 0,3159mm, que ocorre nas duas extremidades da base da peça, onde o momento gerado é maior. Para o caso do suporte em específico, esse valor é considerado baixo e não influencia no seu funcionamento, portanto as dimensões podem ser mantidas.

Figura 40 – Deslocamento máximo na parte inferior do suporte

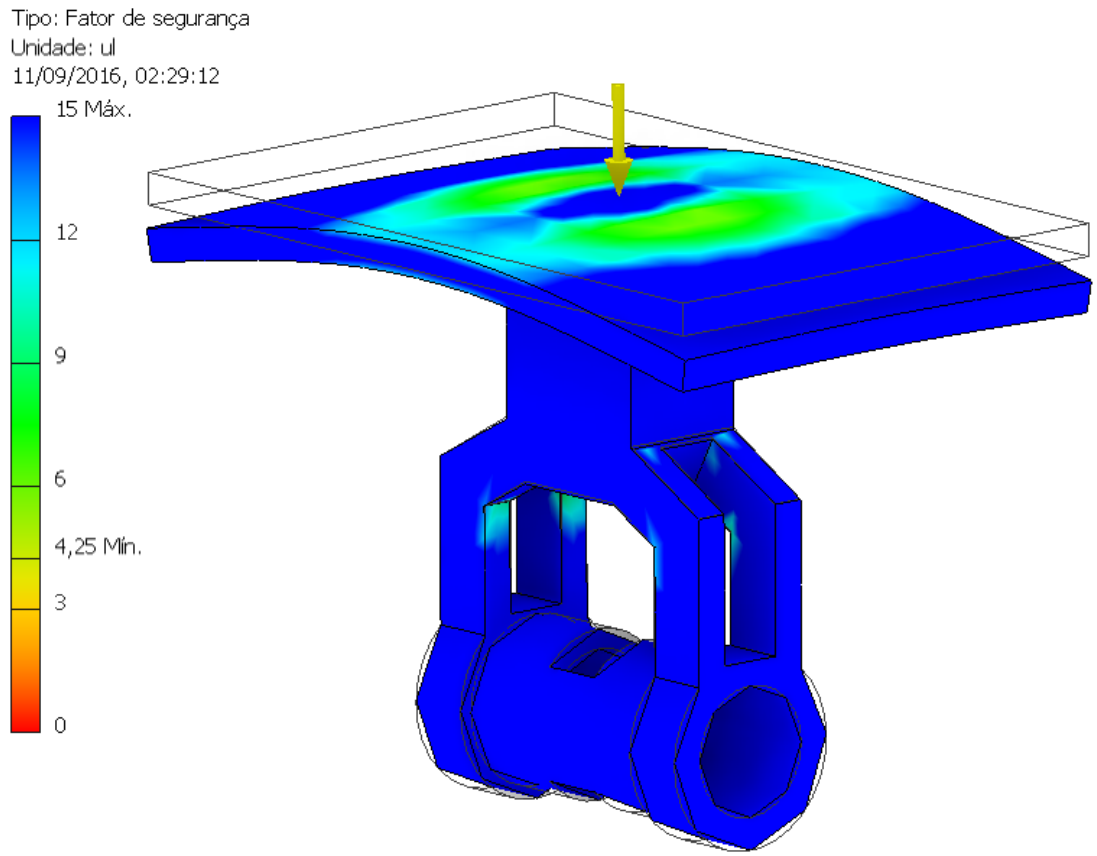


Fonte: os autores (2016).

O último parâmetro analisado nesse componente foi o fator de segurança (K). O valor mínimo encontrado na peça para o K foi de 4,25 e para a aplicação do suporte é considerado um bom número, visto que o mau uso do suporte pode gerar tensões elevadas, levando o material a ruptura. Desse modo que foi dimensionada, a peça pode suportar então 4,25 vezes mais tensões do que a própria tensão de

escoamento do material, tendo assim uma folga caso ocorra um aumento anormal de solicitações no componente.

Figura 41 – Fator de segurança da parte inferior do suporte



Fonte: os autores (2016).

5 CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados o grupo concluiu que conseguiu atender parcialmente aos objetivos propostos no projeto, visto que o suporte desenvolvido pode permanecer na cadeira quando o cadeirante necessita sair, ocupa pouco espaço, suporta todas as cargas que é solicitado, possuindo um bom coeficiente de segurança em caso de mau uso e uma baixa deformação, podendo então ser utilizado para sustentar um notebook. Entretanto a sua movimentação é limitada, pois em determinadas posições o sistema de travamento da base cede e as hastes se deslocam, impossibilitando assim o uso do suporte em qualquer ponto.

Assim, respondendo a pergunta norteadora do projeto: Sim, é possível criar um suporte para notebooks em cadeira de rodas, diferente do que já existe no mercado, que beneficie o deficiente físico, para utilizá-lo na própria cadeira de roda e que seja mais prático, fácil de ser utilizado, ajustado e adaptado a cadeira, todavia com limitação na movimentação.

Há a possibilidade de realizar o suporte em modo físico futuramente, pois o suporte com a parte teórica desenvolvida, e com todos os cálculos, é possível de dar segmento ao projeto e realizar o protótipo futuramente, transformando em algo concreto que possa vir a ser utilizado por cadeirantes futuramente, apenas melhorando algumas partes como por exemplo a fixação, para o suporte vir a poder ficar fixado em qualquer posição, isso seria uma das vantagens que o suporte futuramente poderia ajudar os cadeirantes.

REFERÊNCIAS

DIGIMESS. **Catálogo suportes magnéticos**. Disponível em: <http://www.digimess.com.br/Administrativo/Files/20120504112302__5.pdf> Acesso em 2 maio de 2016.

Laptop Wheelchair Desk. Disponível em: http://www.rehabmart.com/product/laptop-wheelchair-desk1-18765.html Acesso em 18 abr. de 2016.

MORAIS, Bruno S.; FERNANDES, Felipe A.; BRIGONI, Henrique L. Projeto de Integração Disciplinar. **Mesa de suporte para notebook acoplado em cadeira de rodas**. Disponível em: < http://gaia.liberato.com.br/mecanica/ > Acesso em 17 abr. de 2016.

MAGAZINE LUIZA. **Notebooks**. Disponível em: <MagazineLuiza.com/notebooks> . Acesso em: 23 abr. 2016.

O QUE É PARALSIA CEREBRAL? Disponível em: <http://www.nacpc.org.br/paralisia_oque_e.htm > Acesso em: 17 de abr. 2016.

IBGE. **Pesquisa sobre Deficientes**. Retirado do site: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf> Acesso em: 10 abr. 2016.

POLIGRAFO norma ABNT NBR 9050**. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Retirado do site: <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefield-description%5D_24.pdf> Acesso em: 22 abr. de 2016.

Suporte Flex. Disponível em: <http://resolvesolucoesergonomicas.com.br/home/13-suporte-flex-para-cadeirante.html> Acesso em: 15 abr. de 2016.

ADIPLAST ADITIVOS E TERMOPLASTICOS LMTD. **Plástico ABS**. Disponível em: < http://www.adiplast.ind.br/news_abs.php> Acesso em 18 de Ago. 2016.