

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDO ESCUDEIRO SEIFERT

BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO

LONDRINA

2022

FERNANDO ESCUDEIRO SEIFERT

BANCADA DE LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO

Bench for multi-user laboratory

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): André Luis da Silva.

LONDRINA

2022



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

FERNANDO ESCUDEIRO SEIFERT

BANCADA DE LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): André Luis da Silva.

Data de aprovação: 29/novembro/2022

André Luis da Silva
Doutorado em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina

Erico Daniel Ricardi Guerreiro
Doutorado em Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina

Rosana Travessini
Mestrado em Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina

LONDRINA
2022

RESUMO

A inclusão das pessoas com deficiências físicas ou com mobilidade reduzida obteve repercussão nos últimos anos, com leis que entraram em vigor garantindo o acesso onde essa pessoa queira ir, ou seja, essas leis vieram para garantir que, pessoas que possuem alguma limitação possam usufruir de qualquer serviço com autonomia e independência. Assim, as instituições públicas como as universidades devem se adequar as leis e oferecer tanto uma infraestrutura acessível a esse tipo de pessoa, quanto uma experiência de aprendizado completa durante o decorrer do curso. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento do projeto de uma bancada de laboratório multiusuário, para atender tanto as necessidades pessoas com deficiência ou limitações de movimento nas universidades quanto usuários com limitações temporárias. Existe diversas adaptações a serem feitas dentro da universidade, por isso, este trabalho irá abordar a adaptação de uma bancada de laboratório que possibilite o uso por diversos tipos de usuários. Para a criação dessa bancada serão aplicadas as ferramentas de processo e desenvolvimento de produtos contidos na literatura, com o objetivo de identificar as necessidades dos usuários, transformar em especificações e, posteriormente o desenvolvimento do projeto com as especificações dos desenhos e o modelo 3D.

Palavras-chave: bancada. acessibilidade. multiusuário.

ABSTRACT

The inclusion of people with physical disabilities or mobility has had repercussions in recent years, with laws that came into force guaranteeing access wherever that person wants to go, that is, these laws have come to ensure that people who have any limitations can enjoy any service with autonomy and independence. Thus, public institutions such as universities must comply with the laws and offer both an accessible infrastructure for this type of person and a learning experience during the course. This work aims to develop the design of a multi-user laboratory bench, to meet both the needs of people with disabilities or movement limitations in universities and users with temporary limitations. There are several adaptations to be made within the university, so this work will address the adaptation of a laboratory bench that allows use by different types of users. For the creation of this bench, the process and product development tools contained in the literature will be applied, with the objective of identifying the users' needs, transforming them into specifications and, later, the development of the project with the specifications of the drawings and the 3D model.

Keywords: bench. accessibility. multi-user.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	OBJETIVO	7
3	JUSTIFICATIVA	7
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
4.1	Acessibilidade	8
4.2	Leis	8
4.3	Inclusão social	9
4.4	Desenvolvimento do produto	10
4.4.1	QFD (Desdobramento da Função da Qualidade)	13
<u>4.4.1.1</u>	<u>Casa da qualidade</u>	<u>13</u>
4.5	Ergonomia	16
4.5.1	Antropometria	16
4.5.2	Posto de trabalho.....	18
4.6	Sistemas mecânico de elevação	22
4.6.1	Sistema hidráulico	22
4.6.2	Sistema pneumático	24
4.6.3	Sistema cremalheira	25
4.6.4	Sistema de rosca	26
4.6.5	Sistema pantográfico	28
5	METODOLOGIA	30
6	RESULTADO E DISCUSSÃO	32
6.1	Projeto informacional	32
6.1.1	Requisitos dos clientes	32
6.1.2	Requisitos do projeto	33
6.1.3	Relacionar requisitos do projeto	34
6.1.4	Benchmark.....	35
6.1.5	Identificar alvos	39
6.2	Projeto conceitual	40
6.2.1	Sistema de elevação	40
<u>6.2.1.1</u>	<u>Sistema de elevação por atuadores lineares</u>	<u>40</u>
<u>6.2.1.2</u>	<u>Sistema de elevação pantográfico</u>	<u>42</u>

6.2.1.3	Sistema de elevação pinhão/cremalheira	43
6.2.2	Encaixe do tampo	45
6.2.3	Sistema de regulação de altura e acionamento.....	47
6.2.4	Seleção do sistema de elevação	48
6.3	Projeto detalhado	50
6.3.1	Hastes	50
6.3.2	Atuador Linear	55
6.3.3	Estrutura	59
6.3.4	Rodízios.....	61
6.3.5	Rolamento	63
6.3.6	Tampo	65
6.3.7	Análise de esforços	66
6.3.8	Sistema de acionamento elétrico.....	70
6.3.9	Resultado Final.....	71
7	CONCLUSÃO.....	74
	REFERÊNCIAS.....	75
	ANEXO A – DESENHOS DETALHADOS	80

1 INTRODUÇÃO

A inclusão das pessoas com deficiências físicas ou com mobilidade reduzida é algo que obteve grande repercussão nos últimos anos, com leis que entraram em vigor garantindo o acesso e uso de transportes públicos, shoppings, calçadas, escolas, universidades e todos os lugares onde essa pessoa queira ir, ou seja, essas leis vieram para garantir que, pessoas que possuem alguma limitação possam usufruir de qualquer serviço com autonomia e independência.

As leis que abordam esse tema, foram criadas para garantir a acessibilidade das pessoas com algum tipo de limitação. Visto que a definição de acessibilidade trazida pela (ABNT NBR 9050, 2004) consiste na possibilidade e condição do uso de edificações, vias públicas e educação, entre outras coisas, com segurança e autonomia.

Assim, as instituições públicas como as universidades devem se adequar a essas atuais leis, e oferecer tanto uma infraestrutura acessível a esse tipo de pessoa, quanto uma experiência de aprendizado durante o decorrer do curso, sem que tais limitações dificultem o aprendizado do aluno.

Com a necessidade de adaptação de ambientes cada vez mais exigida pela inclusão social, a importância das adequações de laboratórios para que os estudantes com deficiência pudessem ter igualdade em relação aos colegas de curso. Atualmente as mesas e bancadas não possuem as configurações ergonômicas necessárias para a realização das atividades de ensino por pessoas com alguma limitação de movimento, o que pode tornar a atividade dentro da universidade prejudicada. Portanto, uma bancada que possa se adequar as necessidades dos usuários em diferentes ambientes, dentro de uma universidade beneficiaria as condições de aprendizado.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho serão analisadas as opções para a criação de um projeto de bancada que possibilite a utilização por uma gama maior de usuários e a eliminação de outras barreiras que envolvam as bancadas de laboratório.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento do projeto de uma bancada de laboratório multiusuário, para atender tanto as necessidades pessoas com deficiência ou limitações de movimento nas universidades quanto usuários com limitações temporárias.

O desenvolvimento do projeto consiste na pesquisa das necessidades dos potenciais usuários; pesquisa de mercado comparando equipamentos já existentes; elaboração do projeto de acordo com os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de engenharia; dimensionamento, desenho e seleção dos componentes da bancada.

3 JUSTIFICATIVA

As universidades cada dia recebem mais pessoas com a mobilidade limitada devido aos programas e incentivos do governo, entretanto, muitos institutos ainda possuem diversas adequações a serem feitas até chegar a um patamar ideal de acessibilidade tanto na locomoção, quanto no ensino dos alunos que necessitam dessa assistência.

Existe diversas adaptações a serem feitas dentro da universidade, por isso, este trabalho irá abordar a adaptação de uma bancada de laboratório que possibilite o uso por diversos tipos de usuários.

Atualmente, as bancadas possuem uma altura fixa entre outras necessidades, que por sua vez não oferece uma posição adequada para que uma pessoa com mobilidade reduzida consiga utilizá-la de maneira fluida e sem problemas. Portanto, a principal motivação desse trabalho é oferecer uma bancada com a melhor condição para que as pessoas que necessitam desse tipo de adaptação especial possam ter uma experiência completa, independente e autônoma no uso dos laboratórios.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nos tópicos seguintes, serão apresentadas revisões de conteúdos relevantes para o projeto.

4.1 ACESSIBILIDADE

O acesso por pessoas com deficiência a serviços sociais, de saúde, educacionais e profissionais existentes na comunidade e as demais oportunidades disponíveis para pessoas não-deficientes (MADRID, 2002).

Segundo o Guia sobre a Lei Brasileira de Inclusão (MARA GABRILLI, 2015) consiste na possibilidade de qualquer pessoa, com ou sem deficiência, acessar sem nenhum tipo de barreira, um lugar, serviço, produto ou informação de maneira segura e autônoma.

A acessibilidade é a condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia, de edificações, espaços mobiliários, vias públicas, equipamentos urbanos e transporte coletivo (ABNT NBR 9050, 2004).

4.2 Leis

A primeira lei totalmente voltada a acessibilidade foi lançada nos anos 2000, a Lei Nº 10.098 estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, eliminando barreiras e obstáculos em espaços públicos, no meio de transporte e comunicação, na reforma e construção de edifícios. Com um objetivo de quebrar barreiras no dia a dia, a lei assegura a autonomia para pessoas com deficiência e oportunidade para todos (BRASIL, 2000).

Em 2004, o Decreto Nº 5.296 regulamenta as leis Nº 10.048 e 10.098 reforçando a acessibilidade em projetos civis com o Art. 2º item 1 com a aprovação de projetos de natureza arquitetônica e projetos urbanos, de comunicação e informação, transporte coletivo, em qualquer tipo de obra quando destinada ao público e com o item 3 em relação a projetos com a utilização de recursos públicos com destino ao público devem possuir a acessibilidade em todos os níveis. (BRASIL, 2004)

O Artigo 28 da Lei Brasileira de Inclusão (Lei 13.146/15) cita que “incumbe ao poder público assegurar, criar, desenvolver, implementar, incentivar, acompanhar e avaliar” diversos itens referentes a educação, os mais relevantes para este projeto são: Item II, que visa o aprimoramento dos sistemas operacionais de educação, com objetivo de garantir a permanência e aprendizagem por meio da oferta de serviços e recursos para eliminar as barreiras da acessibilidade. No mesmo artigo, o item VI faz menção ao incentivo de pesquisas e projetos que promovam a acessibilidade e o item XVI que promove a acessibilidade a todos os estudantes e trabalhadores da educação nas edificações e atividades que englobam esse setor (BRASIL, 2015).

Ainda, os artigos 77 e 78 da Lei Brasileira de Inclusão, trazem a responsabilidade que o poder público tem de incentivar, estimular e fomentar pesquisas e desenvolvimentos de tecnologia que ampliem o acesso das pessoas com deficiência à tecnologia e a informação (BRASIL, 2015).

Consta no Manual de Verificação in loco das condições institucionais disponibilizado pelo Ministério da Educação, que visa o credenciamento de novas Instituições de Ensino Superior e autorização de cursos de graduação. Entre os diversos requisitos a serem verificados dentro deste manual, consta a verificação das instalações, que possuem itens que avaliam se atendem ou não as condições de acesso para portadores de necessidades especiais nas instalações e laboratórios da universidade. Assim, equipamentos que permitam a uso e eliminam barreiras de utilização para estudantes com necessidades especiais são de grande valor para universidades que estejam interessadas em uma boa nota para os cursos e para o campus perante a avaliação do Ministério da Educação (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2002).

4.3 Inclusão social

A definição do que é inclusão social possui diversos significados, um deles é apresentado por Mota (2007) como “estar incluído ou compreendido, fazer parte”.

De forma complementar, a definição de inclusão consiste na consideração de inclusão um processo estabelecido dentro de uma sociedade que busca satisfazer as necessidades de indivíduos e grupos sociais que em alguma etapa de sua vida encontram-se em desvantagem aos demais membros da sociedade relacionados em

diversos aspectos, como na qualidade de vida, desenvolvimento humano, equidade de oportunidades e direitos (PASSERINO; MONTARDO, 2008).

No contexto de inclusão social, um dos maiores problemas enfrentados na sociedade brasileira é a escassez de recursos e serviços que garantam as condições de acessibilidade às pessoas com deficiência. (ARAÚJO et al., 2007).

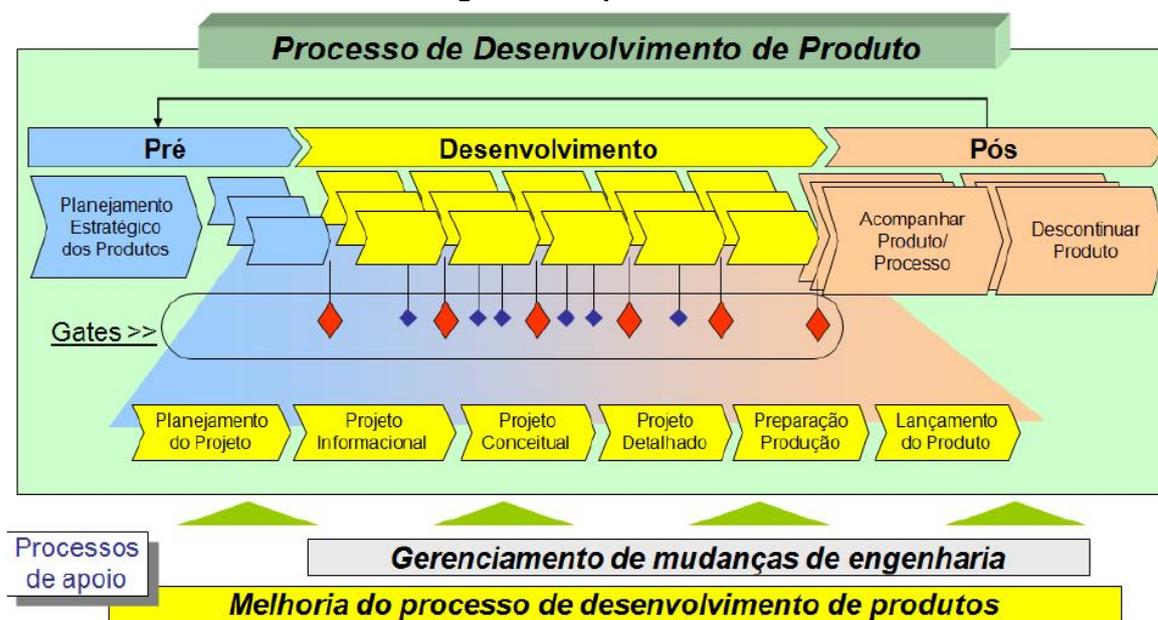
Maciel (2000) defende que a reestruturação das instituições não deve ser apenas uma tarefa técnica, pois, mais importante que esse aspecto, são as mudanças de atitudes, compromisso e disposição dos indivíduos envolvidos. Uma das etapas da inclusão social é a inclusão escolar.

4.4 Desenvolvimento do produto

Para Ulrich e Eppinger (2012), o desenvolvimento de produtos é um conjunto de atividades que começam com a visão de uma oportunidade de mercado a fim da produção, venda e entrega de um produto. Cita também que o processo é a sequência de etapa que transforma um conjunto de entradas em um conjunto de saídas. Dessa forma, algumas etapas dos diversos conceitos de desenvolvimento de produtos apresentados no livro serão utilizadas para o desenvolvimento do projeto.

A modelagem de processos aborda as ferramentas necessárias para a organização e modelagem para descrever o processo de desenvolvimento de produtos (PDP). O PDP genérico proposto por Rosenfeld está representado na Figura 1 e possui 3 etapas macro: Pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento do produto (ROZENFELD et al., 2006).

Figura 1 - Etapas do PDP.



Fonte: Rozenfeld et al., (2006).

A fase do Planejamento estratégico de produtos tem como objetivo garantir que o direcionamento estratégico que a empresa possui, as oportunidades, ideias e restrições sejam mapeados para definir quais projetos que serão desenvolvidos (ARAÚJO; COSTA, 2018). O Planejamento do Projeto faz parte do pré-desenvolvimento, essa fase tem como objetivo identificar todas as atividades, recursos, para que o projeto se desenvolva com o mínimo de erros. Prever as necessidades de integração de informações e decisões entre as áreas da empresa (ROZENFELD et al., 2006).

Para Ulrich e Eppinger (2012) a atividade de planejamento muitas vezes é referida como “fase zero” por anteceder a aprovação e lançamento do processo real do desenvolvimento do produto.

A fase macro que engloba o desenvolvimento é contemplada pelas seguintes fases (ROZENFELD et al., 2006):

- **Projeto Informacional:** Nesta fase são coletadas informações e necessidades do consumidor e transformadas em requisitos para o produto. É realizado também uma coleta de informações de produtos já existentes, o *Benchmark* tem como objetivo contribuir nas tomadas de decisões (ROZENFELD et al., 2006).

O benchmark consiste na coleta de informações de produto com funcionalidade semelhante ao produto em desenvolvimento já existentes no mercado, com o objetivo de apoiar as decisões e posicionamentos do desenvolvimento do produto em questão (ULRICH; EPPINGER, 2012).

- **Projeto Conceitual:** Esta etapa consiste na busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema do projeto. Essa busca por soluções pode ser feita utilizando o benchmark obtido na fase anterior. O processo de criação de soluções é direcionada pelas necessidades, requisitos e especificações do produto (ROZENFELD et al., 2006).
- **Projeto Detalhado:** Em continuação à fase anterior, essa fase tem como objetivo desenvolver e finalizar todas as especificações do produto, para assim, dar continuidade às próximas etapas de manufatura e outras etapas do desenvolvimento (ROZENFELD et al., 2006).
Nessa etapa, as especificações devem fornecer uma descrição precisa da usabilidade do produto. Consiste na transformação das necessidades do consumidor em termos técnicos e representando os objetivos do desenvolvimento. Posteriormente, essas especificações devem ser refinadas para serem consistentes com as condições impostas (ULRICH; EPPINGER, 2012).
- **Preparação para Produção:** Essa etapa consiste na utilização de todos os resultados obtidos nas fases anteriores para a definição dos processos de fabricação e as especificações dos recursos a serão utilizados (ROZENFELD et al., 2006).
- **Lançamento do Produto:** Consiste na inserção do produto no mercado, envolvendo os processos de venda e distribuição, atendimento ao cliente, assistência técnica e campanha de marketing (ROZENFELD et al., 2006).

Após a etapa do desenvolvimento do produto, consiste na macrofase de pós-desenvolvimento, fase na qual a empresa busca alcançar as metas de desempenho

definidas. Nessa macrofase ocorre o acompanhamento do processo e do produto e também sua descontinuação (ROZENFELD et al., 2006).

A ergonomia possui como objetivo principal a adaptação do posto de trabalho às exigências do homem. Já o desenvolvimento do produto possui como proposta associar elementos tecnológicos e conciliando as necessidades dos usuários com as especificações do projeto. Devido a isso, a ergonomia mostra-se como um importante fator mediador que auxilia na conversão das necessidades dos usuários em requisitos do projeto, levando em consideração os aspectos de segurança, conforto e usabilidade (PINTO; JUNIOR; FONTENELLE, 2014).

4.4.1 QFD (Desdobramento da Função da Qualidade)

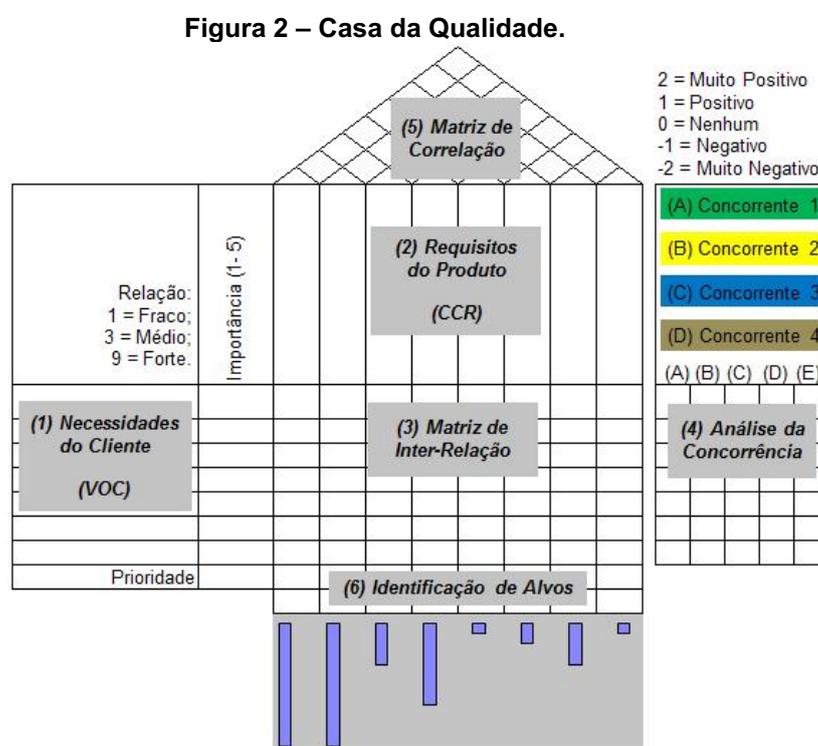
O Desdobramento da Função Qualidade (QFD) foi criado por Yogi Akao, no ano de 1966, como ferramenta de apoio ao projeto de pneus da empresa Bridgestone Tire. Alguns anos depois, em 1972 o fabricante de navios de grande porte chamado Estaleiros Kobe, pertencente ao grupo Mitsubishi, fez a primeira utilização do método de forma sistematizada que só chegaria na América em 1983, nos Estados Unidos, onde a Ford e a Xerox foram às companhias pioneiras. (CASTRO 2008)

Segundo Yogi Akao: QFD é a conversão dos requisitos do consumidor em características de qualidade do produto e o desenvolvimento da qualidade de projeto para o produto acabado através de desdobramentos sistemáticos das relações entre os requisitos do consumidor e as características do produto. Esses desdobramentos iniciam-se com cada mecanismo e se estendem para cada componente ou processo. A qualidade global do produto será formada através desta rede de relações. (AKAO, 1990)

4.4.1.1 Casa da qualidade

Em traços gerais, a aplicação do QFD envolve a construção de um conjunto de matrizes, onde a mais utilizada é chamada de "Casa da Qualidade" (Figura 2) ou Matriz de Planejamento. Nesta matriz, encontra-se nas linhas as necessidades dos clientes (necessidades dos clientes) e nas colunas a resposta desenvolvida pela equipe de trabalho no sentido de satisfazer tais necessidades (requisitos do produto). A "Casa da Qualidade" contém ainda outras submatrizes que permitem aferir o

posicionamento da empresa em relação à concorrência, evidenciando os aspectos a maximizar para se obter um novo produto de valor acrescentado. Efetuado a pesquisa com o cliente e realizando o confronto com a concorrência, a equipe de desenvolvimento de projetos da empresa está apta a estabelecer as especificações básicas ao produto a ser desenvolvido. (CASTRO 2008)



Fonte: SILVA, 2017.

1- Necessidades do cliente

Esta primeira fase remete-se apenas a anotar nos campos correspondentes as expectativas e desejos de seu cliente perante seu produto e serviços. Identificando o tipo do cliente perante ao produto. Outro fator importante é escutar a voz do cliente, estabelecendo um sistema estruturado de indicadores para transformar esses dados em informações. (SILVA, 2017)

2- Requisitos do Produto

Os itens das colunas horizontais são as exigências do consumidor e as colunas verticais os meios de satisfazerem estas exigências. Em cada estágio do desenvolvimento de um produto, os *comos* são extremamente importantes, pois neles estão as mudanças de tecnologia, materiais e os parâmetros alterados, ou seja, são as conclusões que necessitam os cuidados durante a execução do projeto. (CASTRO 2008)

3- Matriz de Inter-Relação

Nesta etapa é pontuado a inter-relação entre os requisitos definidos pelo cliente e os requisitos do produto por sua intensidade de ligação. (SILVA, 2017)

4- Análise da Concorrência

Nesta etapa é realizado o Benchmark externo, que é a avaliação do desempenho da concorrência na visão do cliente e o Benchmark interno, que consiste em avaliar o desempenho da concorrência pelo grupo de desenvolvimento do projeto. (RODRIGUES, 2004)

5- Matriz de Correlação

A matriz de correlação tem como objetivo identificar qual o nível de interferência no atendimento de cada uma das exigências (CCR) apontadas. O preenchimento dessa etapa serve para descobrir quais requisitos irão interferir de maneira positiva ou negativa entre si. (SILVA, 2017)

6- Identificar os Alvos

Depois de realizada a avaliação técnica da concorrência, chega-se no momento de estipularem-se as metas de projeto. As metas representam as ações a serem realizadas dentro do projeto de produto. (CASTRO 2008)

Após essas etapas, a matriz da casa da qualidade está preenchida e pronta para ser analisada e auxiliar nas tomadas de decisão do desenvolvimento do produto.

4.5 Ergonomia

A ergonomia é a adaptação do trabalho ao homem. Neste caso, trabalho consiste não apenas nas atividades executadas com máquinas, mas sim toda interação que ocorre o relacionamento entre homem e uma atividade produtiva. Ela estuda tanto as condições prévias como as consequências das interações entre homem, máquina e ambiente. (IIDA, 2005)

Dul e Weerdmeester (2012) resume a ergonomia como uma ciência aplicada ao projeto de máquinas, equipamentos e tarefas com o objetivo de garantir a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho.

4.5.1 Antropometria

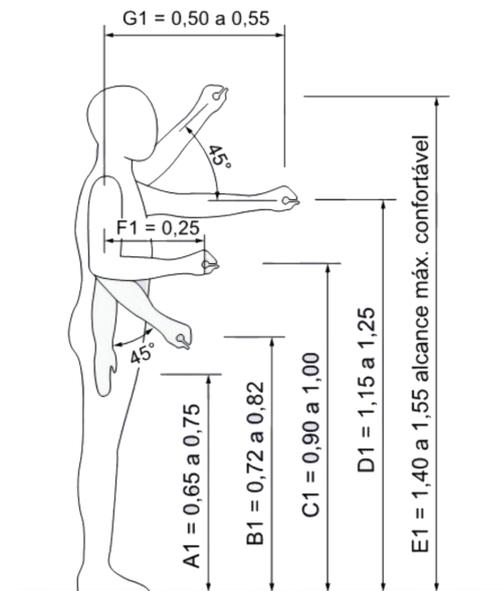
A antropometria consiste na ciência que estuda a natureza física do homem, como sua origem, evolução, processos fisiológicos e, no caso da ergonomia, sua estrutura anatômica. As informações coletadas de estudos das dimensões do ser humano ao longo da história são utilizadas para o desenvolvimento de produtos para obter um melhor desempenho no trabalho e na utilização de equipamentos (AÑEZ, 2020).

Naturalmente, é mais rápido e econômico utilizar dados antropométricos já disponíveis da bibliografia do que coletar e realizar os próprios dados. Porém, deve ser acompanhado de certos cuidados. Como a medida da maioria das tabelas foi coletada no exterior, deve-se ter precauções com essas diferenças antropométricas no desenvolvimento do projeto. Outro fator consiste na escolha entre antropometria estática e dinâmica, para projetos de produtos que exijam pouco movimento do usuário podem ser utilizados os dados das tabelas estáticas, quando há uma exigência de maiores movimentos corporais, utiliza-se as tabelas dinâmicas (IIDA, 2005).

Para a confecção da norma ABNT NBR 9050 (2004) foram determinadas como dimensões de referência as medidas entre 5% a 95% da população brasileira, ou seja, os extremos correspondentes a mulheres de baixa estatura e homens de estatura elevada.

Desta forma as dimensões referenciais para alcance manual frontal de uma pessoa em pé presentes na ABNT NBR 9050 (2004) constam na figura abaixo:

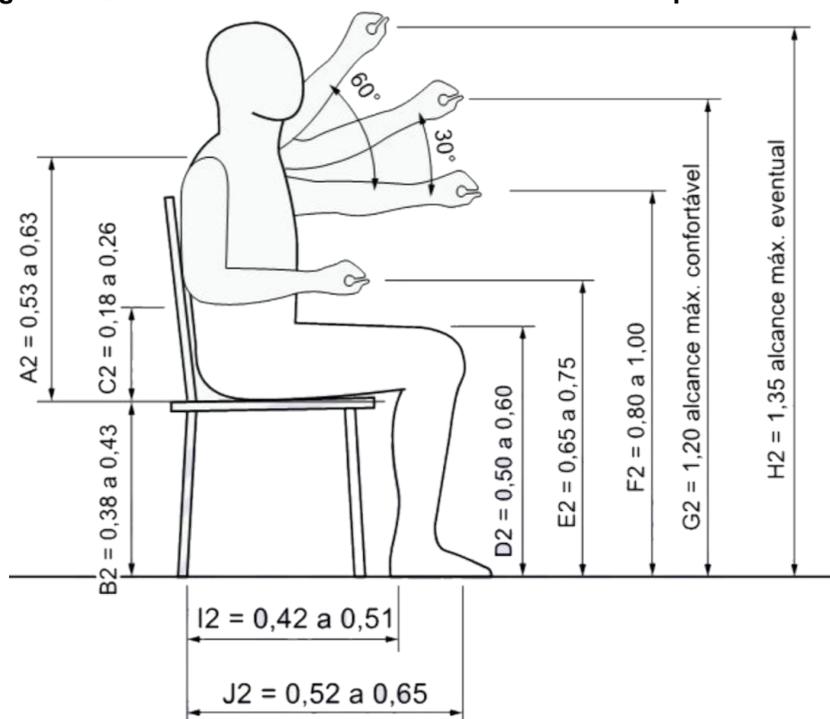
Figura 3 - Dimensões de referência de alcance de uma pessoa.



Fonte: ABNT NBR 9050, 2004.

E as dimensões referenciais para alcance manual frontal de uma pessoa sentada presentes na ABNT NBR 9050 (2004) são:

Figura 4 - Dimensões de referência de alcance de uma pessoa sentada.



Fonte: ABNT NBR 9050, 2004.

4.5.2 Posto de trabalho

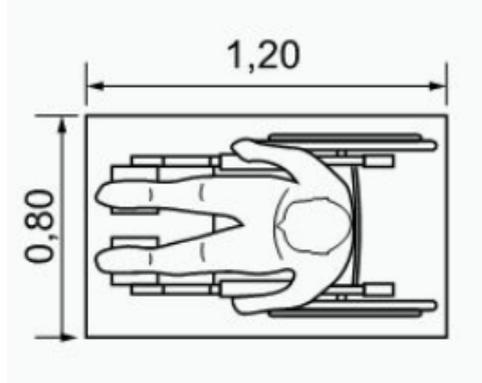
O posto de trabalho consiste na configuração física do sistema homem-máquina-ambiente, é o local onde ele irá realizar o trabalho. Esse posto, deve ser projetado e dimensionado para que, a maioria dos seus usuários tenham uma postura confortável, com isso, diversos fatores como a postura adequada do corpo, os movimentos necessários, alcance e medidas antropométricas devem ser levados em consideração, visto que existe a possibilidade do usuário passar várias horas do seu dia durante anos nesse posto. Um posto de trabalho mal dimensionado pode acarretar a dores e desconfortos ao longo desse tempo (IIDA, 2005).

Dessa forma a Associação Brasileira de Normas Técnicas elaborou normas sobre móveis de escritórios, uma dessas normas é a NBR 9050, que aborda a acessibilidade em edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos com os parâmetros antropológicos utilizados para a determinação das dimensões de referência as medidas entre 5% a 95% da população (ABNT NBR 9050, 2004).

Algumas medidas relevantes ao projetos serão apresentadas a seguir, retiradas da NBR 9050 (2004):

- O módulo de referência consiste no espaço ocupado por uma pessoa utilizando uma cadeira de rodas motorizada ou não é de 0,80m por 1,20m no piso.

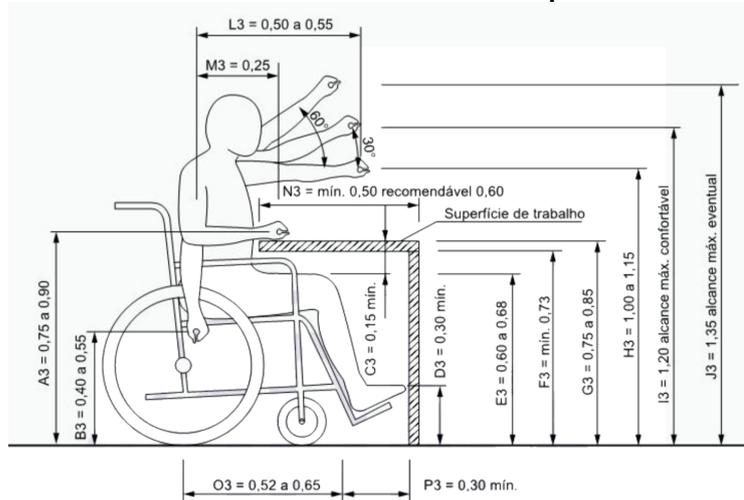
Figura 5 - Módulo de Referência - Pessoa com cadeira de rodas.



Fonte: ABNT NBR 9050, 2004.

- Dimensões referenciais para alcance manual frontal com superfície de trabalho - Pessoa em cadeira de rodas.

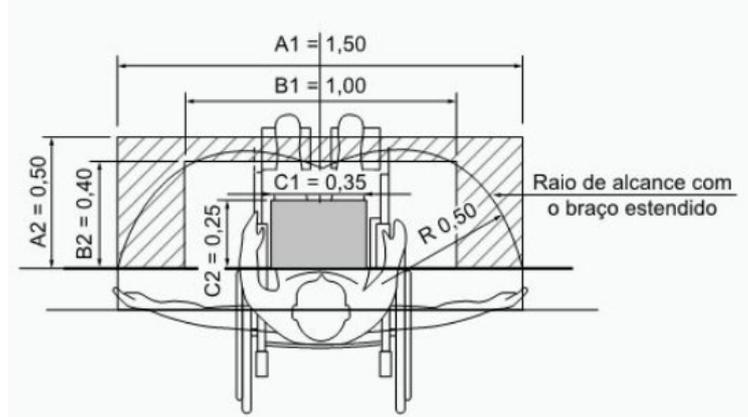
Figura 6 - Dimensões de referência de alcance de uma pessoa em cadeira de rodas.



Fonte: ABNT NBR 9050, 2004.

- A área de alcance da superfície de trabalho para o desenvolvimento de tarefas.

Figura 7 - Área de alcance da superfície de trabalho por uma pessoa com cadeira de rodas.

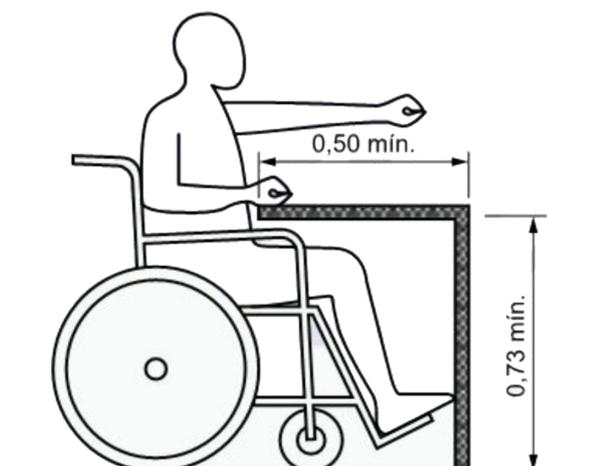


Fonte: ABNT NBR 9050, 2004.

Onde $A1 \times A2$ é o alcance máximo para atividades eventuais, $B1 \times B2$ é o alcance para atividades sem a necessidade de precisão e $C1 \times C2$ é o alcance para atividades por tempo prolongado.

Em vista lateral temos altura mínima livre entre o piso e a superfície inferior de 0,73m e a altura de 0,75m a 0,85m entre o piso e a superfície superior. Quanto a profundidade inferior livre mínima tem que ser de 0,50m para garantir a aproximação da pessoa em cadeira de rodas (ABNT NBR 9050, 2004).

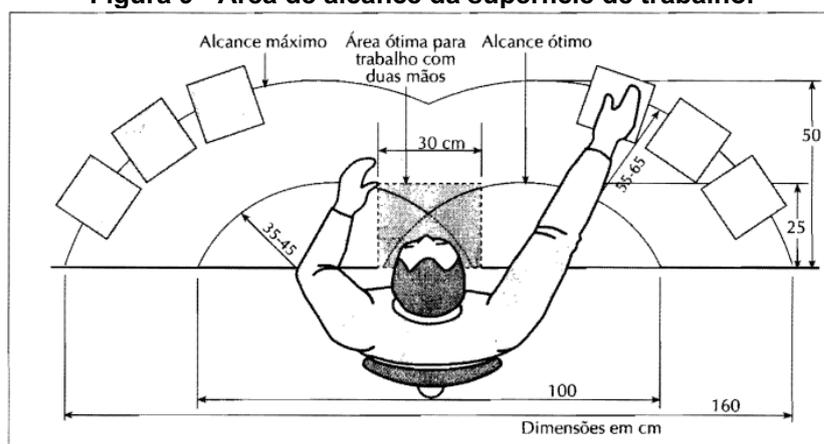
Figura 8 - Vista lateral do alcance da superfície de trabalho.



Fonte: ABNT NBR 9050, 2004.

Para Lida (2005) a área de alcance sobre a mesa para uma pessoa sem limitações de movimento é de 1,60m de largura e 0,5m de profundidade.

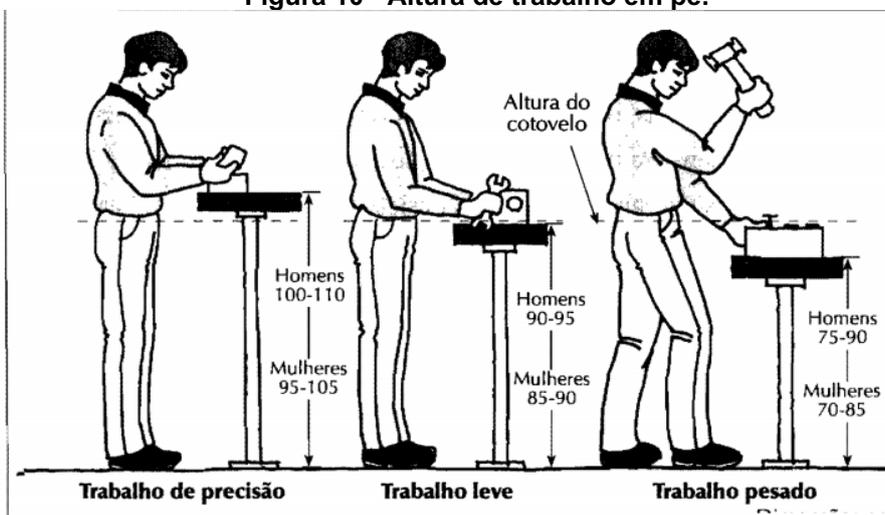
Figura 9 - Área de alcance da superfície de trabalho.



Fonte: lida, 2005.

Para bancadas de trabalho em pé depende da altura dos cotovelos e do tipo do trabalho a ser executado. Para trabalhos de precisão recomenda-se uma superfície até 5 cm acima do cotovelo e para trabalhos mais pesados até 30 cm abaixo dos cotovelos. Assim, a altura ideal de trabalho para um homem médio seria de 100 cm (IIDA, 2005).

Figura 10 - Altura de trabalho em pé.

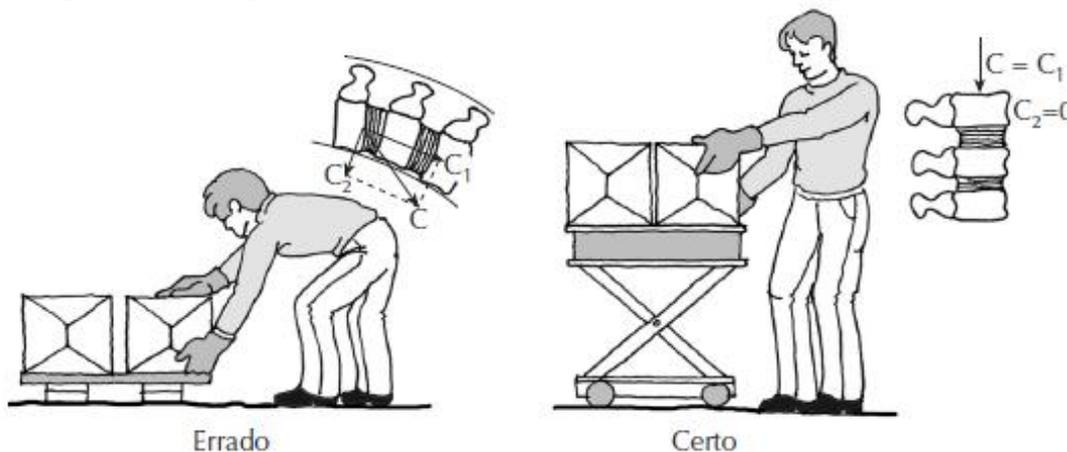


Fonte: lida, 2005.

Segundo lida (2005) a usabilidade de produto pode ser melhorada quando adicionados mecanismos de regulagem em produtos onde antes tinham medidas físicas, como o caso da bancada de trabalho em pé. Isso permite que o produto se adapte às diferenças antropométricas de diversas populações, como o exemplo da

Figura 10, que mostra um sistema pantográfico para elevar o objeto que se deseja carregar e aplicar a carga na direção correta na coluna.

Figura 11 - A carga sobre a coluna vertical deve incidir na direção do eixo vertical.



Fonte: Iida, 2005.

4.6 Sistemas mecânico de elevação

Atualmente, o cenário nas indústrias exige diversos meios e formas diferentes de elevação, variando com a respectiva necessidade. A grande diversidade de projetos de máquinas de elevação e transporte de cargas ocorrem devido a grande variedade de características das cargas a serem movidas nos diferentes tipos de operações que são vitais para a produção moderna. Essas operações possuem diversos fatores como transporte, elevação, deslocamento das cargas, que exigem um diferente sistema de elevação para cada caso (RUDENKO, 1976).

4.6.1 Sistema hidráulico

De acordo com Linsingen (2001) um sistema hidráulico consiste em um conjunto de elementos físicos associados que, utilizando um fluido como meio de transferência de energia, permite a transmissão e controle de forças e movimentos.

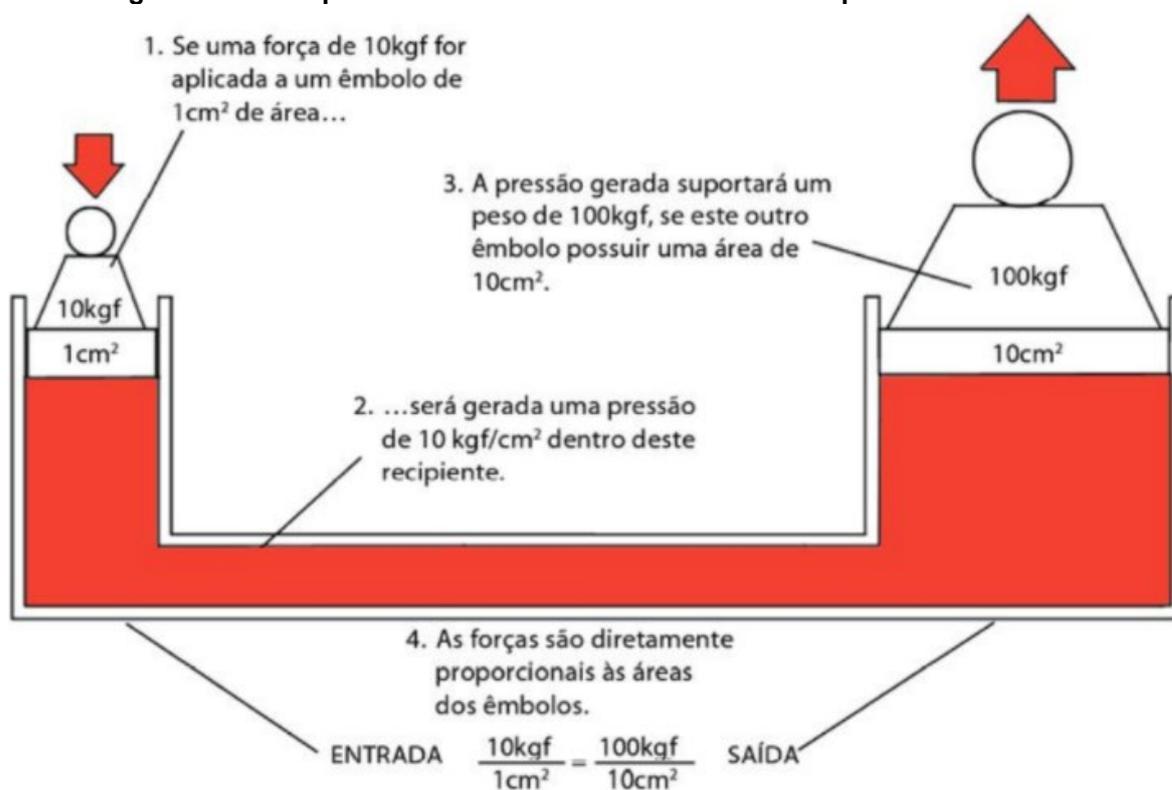
O uso de um fluido confinado é um modo extremamente versátil de modificação de movimentos e transmissão de força. O fluido se adapta às situações, e, por este

motivo, sua imensa aplicabilidade na indústria em praticamente todos os setores (MOREIRA, 2012).

O uso de um fluido confinado para transmissão e multiplicação de forças e modificação de movimentos, segundo Moreira (2012), é baseado na Lei de Pascal que é apresentada pelo autor com a definição de que, segundo Pascal, a pressão exercida em um ponto qualquer de um líquido estático é a mesma em todas as direções, e exerce forças iguais em áreas iguais.

A Figura 11 a seguir demonstra a Lei de Pascal aplicada ao princípio de um macaco hidráulico.

Figura 12 - Princípio de funcionamento de um macaco ou prensa hidráulica.



Fonte: Moreira, 2012.

Segundo Serrano (2007) um sistema hidráulico é constituído por um cilindro hidráulico (atuador), uma servoválvula proporcional e uma carga variável.

O sistema hidráulico possui uma configuração robusta que suporta cargas extremamente elevadas, com força constante e uma velocidade menor que do sistema pneumático. Possui uma precisão e um custo de manutenção maior que os sistemas movidos por ar comprimido (SILVA et al., 2016).

4.6.2 Sistema pneumático

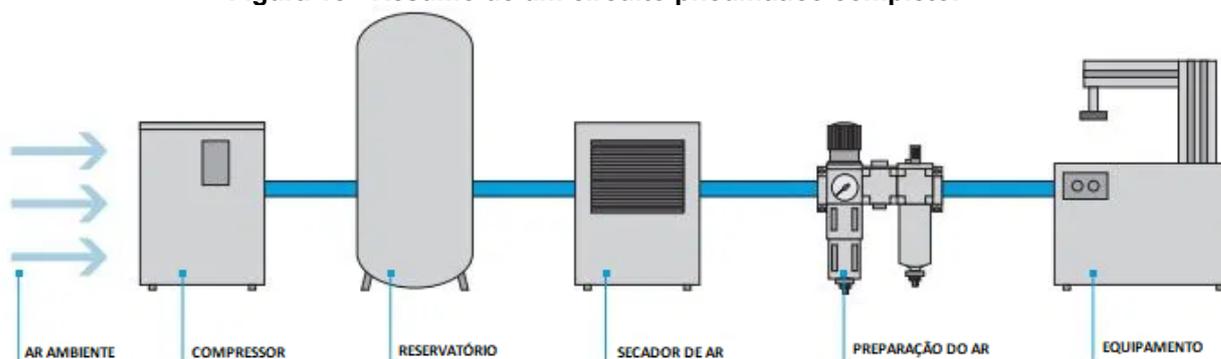
A pneumática é um ramo da engenharia que estuda a aplicação de ar comprimido para o acionamento de comandos. (SILVA, 2002)

A pneumática, comparando com os sistemas hidráulicos, são mais simples, de maior rendimento e de custo menor. Este fato acontece devido a uma série de características próprias do fluido de utilização, que, no caso dos sistemas pneumáticos é o ar (FIALHO, 2003).

As vantagens na utilização do ar comprimido são várias quando comparadas com os fluídos hidráulicos. Algumas que valem ser citadas são: A quantidade de ar para ser comprimido é ilimitada; O transporte, armazenamento e construção são mais simples do que com fluídos líquidos; velocidade de trabalho alta; e a segurança em caso de vazamentos é maior do que na hidráulica. Porém também existem desvantagens no uso desse sistema, como a preparação do ar, que deve estar livre de impurezas e a principal desvantagem é a compressibilidade do fluído que acaba limitando a força de trabalho. (FIALHO, 2003).

A Figura 12 resume um sistema pneumático completo, mostrando a obtenção do ar do ambiente, captado e comprimido pelo compressor que posteriormente é armazenado em um reservatório para passar pelo sistema de refrigeração que remove a umidade do ar comprimido. Sem umidade, o ar comprimido passa por um filtro para remover as impurezas e por um regulador de pressão, que entrega, finalmente, o ar comprimido na pressão correta de trabalho da máquina ou ferramenta. (VIEW TECH, 2019)

Figura 13 - Resumo de um circuito pneumático completo.



Fonte: Adaptado de View Tech, 2019.

4.6.3 Sistema cremalheira

O sistema de cremalheira e pinhão tem como função transformar um movimento rotativo num movimento retilíneo ou vice-versa. A cremalheira consiste em uma engrenagem (coroa) onde seu diâmetro da circunferência de base foi levado ao infinito, assim, a circunferência a ser utilizada torna-se uma linha reta (NORTON, 2013).

No catálogo da empresa ATI Brasil é apresentado algumas aplicações comuns desse elemento mecânico, em portões residenciais (Figura 13), elevadores de obra, máquinas CNC e máquinas industriais que necessitam de movimentação linear. As cremalheiras se diferenciam pelo tipo de dente utilizado, a cremalheira de dente reto, que são utilizadas em conjunto de engrenagens de dentes retos e são mais fáceis de serem fabricadas e as cremalheiras de dentes helicoidais são acopladas a engrenagens helicoidais, possuem um custo de fabricação maior quando comparado às de dentes retos e possuem a vantagem de ter um engrenamento mais suave e uma maior capacidade de cargas. (A.T.I. BRASIL, 2005)

Figura 14 - Engrenagem e cremalheira de dentes retos aplicados em um portão residencial.



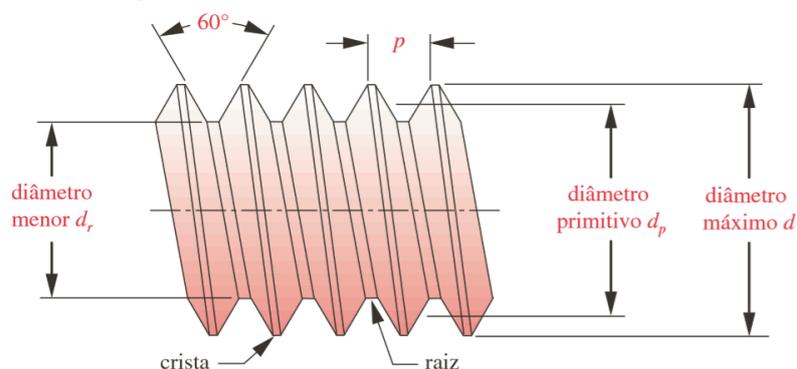
Fonte: SEVERO ROTH, 2021.

4.6.4 Sistema de rosca

Antigamente, as formas de roscas eram diferentes entre cada um dos fabricantes, não havia um padrão, entretanto, após a Segunda Guerra Mundial, Inglaterra, Estados Unidos e Canadá padronizaram este elemento no que hoje é conhecido como UNS (Unified National Standard). Já o padrão europeu definido pela ISO, possui o mesmo padrão geométrico exibido na Figura 14, porém o sistema ISO utiliza as dimensões no sistema métrico (NORTON, 2013).

As roscas são um conjunto de filetes que contornam corpos cilíndricos, enquanto os parafusos são corpos constituídos por roscas que são empregados para fixação e transmissão de movimentos (GORDO; FERREIRA, 2014).

Figura 15 - Formas de rosca padrão UNS e ISO.

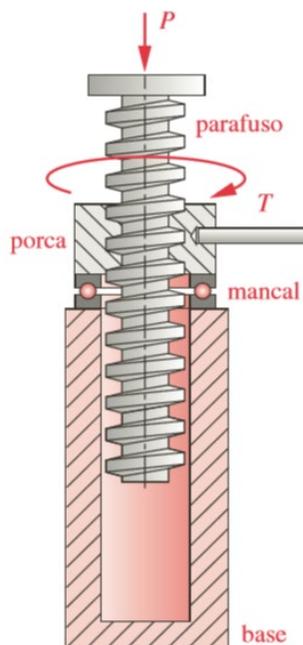


Fonte: Norton, 2013.

Além de ser utilizado para fixação de elementos, possui também a função de parafuso de potência ou fuso. Parafusos de potência é um dispositivo utilizado para transformar movimento angular em movimento linear (BUDYNAS; NISBETT, 2011).

Esse dispositivo possui diversas aplicações, que incluem macacos mecânicos como o da figura abaixo, morsas, prensas entre outras. (NORTON, 2013)

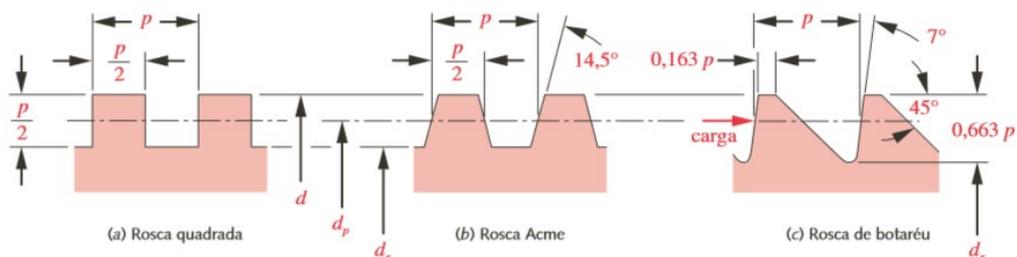
Figura 16 - Macaco de parafuso de potência com rosca Acme.



Fonte: Norton, 2013.

Para parafusos de potência, três tipos de roscas são mais comumente utilizadas, exibidas na figura abaixo. Para Norton (2013) a rosca quadrada possui máxima eficiência e rigidez, eliminando qualquer componente radial de força, porém é muito mais difícil de ser cortada. A rosca de botarêu é utilizada para obter maior resistência na raiz. A mais comumente utilizada é a rosca Acme, elas são frequentemente preferidas, porque é mais fácil de usinar e permite o uso de uma porca partida (BUDYNAS; NISBETT, 2011).

Figura 17 - Roscas utilizadas em fusos de potência.



Fonte: Norton, 2013.

Esse elemento pode ser associado a duas formas diferentes de acionamento: manual e automático. O sistema manual depende de uma manivela para realizar o movimento das engrenagens ou rosas presentes no modelo, já o sistema automático possui botões de acionamento, que regulam a altura da mesa junto com algum dispositivo de acionamento. (SLIKDESK, 2017)

4.6.5 Sistema pantográfico

O sistema de elevação pantográfico é constituído por uma base onde os braços para realizar a elevação são fixos de um lado e móveis do outro, ligados por pinos e formando um “x”, com a base superior fixada. Possui acionamento por atuadores lineares, que podem ser hidráulicos, pneumáticos e eletromecânicos com sistema de rosca por fuso. (SILVA FILHO; JUNQUEIRA JUNIOR, 2017)

Segundo Campos e Costa (2019) o uso de plataformas pantográficas em oficinas e ambientes que demandam manutenção de equipamentos pesados é amplo, com o objetivo de realizar o ajuste de altura ideal do componente, visando o conforto do trabalhador.

O uso desse tipo de plataforma para a elevação do trabalhador (Figura 17) em ambientes externos como escada ou andaime, quando não é possível a utilização desses meios por motivos de segurança também é utilizado largamente, amplia a base de trabalho durante a operação e agrega estabilidade e segurança ao operador (CAMPOS; COSTA, 2019).

Figura 18 - Plataforma de elevação.



Fonte: Nivelartech, 2021.

O uso desse macaco mecânico tipo sanfona é muito comum para sustentar veículos durante a manutenção. Seu mecanismo é constituído por quatro membros, unidos por um parafuso ou pino, quando o fuso é girado pela alavanca ele aproxima ou separa as partes, elevando ou abaixando a carga. (PAULA, 2017)

Figura 19 - Macaco mecânico tipo tesoura.



Fonte: Vonder, 2021.

5 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no decorrer do trabalho para realizar o desenvolvimento do produto será baseado no PDP apresentado por ROZENFELD. Entretanto, algumas etapas serão realizadas de forma reduzida devido as limitações impostas pela pandemia. O autor divide o processo de desenvolvimento de produto em três etapas macros: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e o pós-desenvolvimento, conforme apresentadas previamente no referencial teórico. Por se tratar de um trabalho acadêmico, a etapa de pré-desenvolvimento que engloba o alinhamento do projeto com o planejamento da instituição e a etapa de pós-desenvolvimento que trata o acompanhamento do produto após seu lançamento e sua descontinuidade não serão abordadas.

O enfoque do trabalho será na macrofase de desenvolvimento, entre elas a etapa de projeto informacional, coletando as necessidades do público. Ainda nessa etapa, a realização de um benchmark com produtos de funções similares, como por exemplo a *GenioDesk* (Figura 19) da empresa GenioDesks (2020), que consiste em uma mesa com regulagem de altura.

Figura 20 - Mesa com regulagem de altura, GenioDesk.



Fonte: GenioDesks (2020).

Na etapa seguinte de Projeto Conceitual, após a coleta das necessidades dos usuários, inicia-se a etapa de busca e seleção das soluções para os problemas do projeto direcionado as necessidades, requisitos e especificações. Como por exemplo,

utilizando o material apresentado no referencial teórico sobre sistemas de elevação para a tomada de decisão, nesta etapa será realizada a escolha de qual sistema utilizar.

A última etapa da metodologia a ser seguida é a execução do projeto detalhado, com o objetivo de desenvolver e finalizar todas as especificações do produto e iniciar a fase de projeto, onde se dá o dimensionamento dos elementos e seleção dos materiais utilizados, desenho técnico de cada componente e montagem dos conjuntos.

6 RESULTADO E DISCUSSÃO

Utilizando as etapas apresentadas no referencial teórico, de forma adaptada a este projeto, que descrevem o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) de uma forma global, juntamente com o QFD para a análise das necessidades do cliente e, posteriormente, após analisados e definidos as especificações do produto, será realizado o desenho da bancada.

6.1 Projeto informacional

Nessa etapa, será feito um levantamento das necessidades dos clientes observando os ambientes onde a bancada será utilizada e aplicando a casa da qualidade, para podermos quantificar e transformar as necessidades dos clientes em requisitos para o produto.

6.1.1 Requisitos dos clientes

Em visita a um laboratório de química da UTFPR campus Londrina, juntamente com o técnico Carlos Henrique Gianjacom, responsável pelo laboratório, foi realizado um levantamento das necessidades que os possíveis usuários da bancada precisariam em determinadas situações. A Figura 21 mostra a bancada atualmente utilizada por cadeirantes no laboratório de química da universidade.

Figura 21 - Bancada para cadeirantes no laboratório de química da UTFPR.



Fonte: Autoria própria (2022).

Desta forma, observando a forma de utilização do laboratório e imaginando outras possíveis situações, foram definidos e atribuído a nota de importância para os principais requisitos do projeto. Montando a primeira etapa da casa da qualidade conforme o Quadro 1, em uma escala de 1 (menor importância) a 5 (maior importância).

Quadro 1 - Etapa 1 da casa da qualidade – Importância dos requisitos do cliente.

REQUISITOS PARA O CLIENTE	IMPORTANCIA PARA O CLIENTE
FÁCIL LOCOMOÇÃO	4
MULTIDISCIPLINAR	5
ESPAÇO PARA SE ACOMODAR	3
ESPAÇO DE TRABALHO	4
REGULAR ALTURA	5

Fonte: Autoria própria (2022).

6.1.2 Requisitos do projeto

Essa etapa consiste em transformar os requisitos dos clientes em requisitos para o produto, ou seja, como podemos atender os requisitos dos clientes e identificar

a intensidade de correlação de cada requisito do produto com os requisitos listados, desta forma, preenchendo a matriz da casa da qualidade obtemos o seguinte resultado:

Quadro 2 - Etapa 2 da casa da qualidade – Definição dos requisitos de projeto.

REQUISITOS DE PROJETOS REQUISITOS DO CLIENTE	IMPORTANCIA PARA O CLIENTE	RODAS NOS PÉS DA MESA	TIPO TAMPO DA MESA	ALTURA DE TRABALHO	TAMANHO TAMPO	SISTEMA DE ELEVAÇÃO
FÁCIL LOCOMOÇÃO	4	FORTE				
MULTIDISCIPLINAR	5	MÉDIO	FORTE	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO
ESPAÇO PARA SE ACOMODAR	3			FORTE		FORTE
ESPAÇO DE TRABALHO	4		FORTE		FORTE	
REGULAR ALTURA	5			FORTE	MÉDIO	FORTE

Fonte: Aatoria própria (2022).

6.1.3 Relacionar requisitos do projeto

O próximo passo constitui em correlacionar os requisitos para o produto entre si, para que possa ser identificado os itens que se reforçam mutuamente, ou que podem ser conflitantes, definindo uma ordem para projetar evitando conflitos entre os requisitos. Desta forma, no Quadro 3 temos o teto da casa da qualidade preenchido.

Nota-se que a correlação entre o sistema de elevação e o requisito do tipo do tampo da mesa possui uma relação negativa forte, devido ao fato de que, o material e o modelo do tampo influenciam no sistema de elevação devido ao seu peso, o mesmo ocorre com o requisito do tamanho do tampo, exercendo a mesma influencia no peso e em todo o conjunto de elevação, sendo um fator importante na tomada de decisão da definição do tipo de sistema de elevação e seus componentes.

Neste caso, os requisitos do tampo da mesa e tamanho do tampo devem ser definidos antes de tomar as decisões relacionadas ao sistema de elevação. O mesmo serve para a altura de trabalho, que é um parâmetro importante na definição do sistema de elevação.

Já quanto a relação positiva forte entre o tipo do tampo da mesa e o tamanho da mesa, neste caso, esses requisitos devem ser definidos em conjunto.

Quadro 3 - Etapa 3 da casa da qualidade – Correlação dos requisitos do projeto.

REQUISITOS DE PROJETOS		REQUISITOS DO CLIENTE				
	IMPORTANCIA PARA O CLIENTE	RODAS NOS PÉS DA MESA	TIPO TAMPO DA MESA	ALTURA DE TRABALHO	TAMANHO TAMPO	SISTEMA DE ELEVAÇÃO
FÁCIL LOCOMOÇÃO	4	FORTE				
MULTIDISCIPLINAR	5	MÉDIO	FORTE	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO
ESPAÇO PARA SE ACOMODAR	3			FORTE		FORTE
ESPAÇO DE TRABALHO	4		FORTE		FORTE	
REGULAR ALTURA	5			FORTE	MÉDIO	FORTE

PF	POSITIVA FORTE
P	POSITIVA
N	NEGATIVA
NF	NEGATIVA FORTE

Fonte: Autoria própria (2022).

6.1.4 Benchmark

Nesta etapa, vamos realizar apenas o Benchmark interno, comparando o desempenho dos produtos possíveis concorrentes nos requisitos técnicos do produto em desenvolvimento.

Os produtos a serem comparados são: Mesa com Regulagem de Altura GenioDesk HOME (Figura 22), Slikdesk Light Way - Regulagem de altura manual (Figura 23) e a atual bancada para cadeirantes do laboratório de química da UTFPR (Figura 24 e 25).

Figura 22 - Mesa com Regulagem de Altura GenioDesk HOME.



Fonte: GenioDesks (2020).

Figura 23 - Mesa Slikdesk Light Way - Regulagem de altura manual.



Fonte: Slikdesk (2022).

Figura 24 - Bancada para cadeirantes do laboratório de química da UTFPR.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 25 - Bancada para cadeirantes do laboratório de química da UTFPR.



Fonte: Autoria própria (2022).

No Quadro abaixo, constam algumas informações técnicas sobre os produtos comparados:

Quadro 4 - Dados técnicos dos concorrentes.

	GENIODESK	SLIKDESK	BANCADA UTFPR
REGULAGEM DE ALTURA?	SIM	SIM	NÃO
RODÍZIOS	NÃO	NÃO	NÃO
TAMANHO TAMPO (CM)	160X70	140X60	120X55
PESO SUPORTADO	70 KG	40 KG	-
MATERIAL DO TAMPO	MADEIRA	MADEIRA	GRANITO
MOTORIZAÇÃO	1 MOTOR	NENHUMA	NENHUMA
VELOCIDADE DE ELEVAÇÃO	2,4 CM/S	10 mm/giro	-
VARIAÇÃO DE ALTURA	74 A 121 CM	74 A 121 CM	74 CM
TIPO ACIONAMENTO	ELÉTRICO	MANUAL	-
VALOR	R\$ 2.799,00	R\$ 1.690,00	-

Fonte: Autoria própria (2022).

Outras observações a serem feitas sobre os concorrentes, é a interface para regulagem de altura, a GenioDesk conta com um sistema simples de 2 botões, que ativam o motor elétrico e faz a mesa subir ou descer, já a SlikDesk como é manual, possui apenas uma manivela, onde o usuário realiza a regulagem de altura da mesa.

Ambas não possuem rodízios para facilitar a locomoção das mesas pelos ambientes, diferente da bancada da universidade, que é fixa em um local.

Quanto ao sistema de elevação, não ficou especificado como é feita essa transmissão de movimento, a única informação disponível é de seu acionamento, que é feito por motores elétricos na GenioDesk e manualmente na Slikdesk, já na bancada, não possui a possibilidade de regulagem de altura.

O custo das duas primeiras mesas é relativamente alto, devido a tecnologia e qualidade de acabamento empregadas, inviabilizando a compra de várias mesas para uma universidade por exemplo, já a bancada, possui um custo menor, entretanto, sendo limitada em diversos aspectos da acessibilidade.

Os tampos de madeira não são resistentes a água, inviabilizando uma limpeza mais pesada no caso de uso da mesa em um laboratório de química por exemplo, já a bancada em granito, possui uma resistência a esse tipo de ambiente, mas não possui proteções quanto ao derramamento de líquido no usuário.

6.1.5 Identificar alvos

Nessa etapa, serão definidos os alvos que o projeto deve alcançar em algumas características.

Os alvos a serem atingidos são:

- Rodízios nos pés da mesa, para facilitar a locomoção entre ambientes;
- Tampo da mesa intercambiável, representando a situação de maior exigência da bancada seria o de granito para a utilização no laboratório de química, posteriormente projetar tampos para diferentes situações;
- Altura de trabalho: Uma altura de trabalho que abranja o máximo de pessoas e situações possíveis (Os valores na casa da qualidade são referentes a altura mínima de trabalho sentado (73 cm), e a altura máxima de trabalho em pé (110 cm) retirados da norma ABNT NBR 9050).
- O Tamanho do tampo da mesa foi definido com base na norma ABNT NBR 9050 na área de alcance da superfície de trabalho por uma pessoa com cadeira de rodas (150 x 60 cm).

Quadro 5 - Casa de qualidade preenchida.

REQUISITOS DE PROJETOS		REQUISITOS DO CLIENTE				
REQUISITOS DO CLIENTE	IMPORTANCIA PARA O CLIENTE	RODAS NOS PÉS DA MESA	TIPO TAMPO DA MESA	ALTURA DE TRABALHO	TAMANHO TAMPO	SISTEMA DE ELEVAÇÃO
FÁCIL LOCOMOÇÃO	4	FORTE				
MULTIDISCIPLINAR	5	MÉDIO	FORTE	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO
ESPAÇO PARA SE ACOMODAR	3			FORTE		FORTE
ESPAÇO DE TRABALHO	4		FORTE		FORTE	
REGULAR ALTURA	5			FORTE	MÉDIO	FORTE
ALVOS DO PROJETO		SIM	INTERCAMBIÁVEL	70 A 110	150X60	SIMPLES

PF	POSITIVA FORTE
P	POSITIVA
N	NEGATIVA
NF	NEGATIVA FORTE

Fonte: Autoria própria (2022).

6.2 Projeto conceitual

Nesta etapa, serão apresentadas as soluções para os problemas do projeto e no final do tópico serão selecionadas as soluções. No tópico Projeto detalhado, serão realizados os cálculos e dimensionamentos do modelo escolhido.

6.2.1 Sistema de elevação

A característica do produto mais influente do projeto é o seu sistema de elevação, pois ele interfere em todas as outras etapas do desenvolvimento do projeto. Dessa forma, serão elaboradas 3 opções de sistema de elevação, para que, no final seja escolhido a melhor opção.

As 3 opções trabalhadas serão: Sistema de elevação por um par de atuadores lineares, sistema de elevação pantográfico e a opção de elevação da bancada movida por um conjunto de pinhão/cremalheira com acionamento por um motor elétrico.

6.2.1.1 Sistema de elevação por atuadores lineares

A transmissão de movimento dessa opção se dará pela substituição das pernas da bancada por um par de atuadores lineares, fixados à uma base, onde irão realizar a regulação de altura da bancada, conforme figura 26.

Figura 26 - Bancada com sistema de elevação por atuadores lineares.



Fonte: Autoria própria (2022).

Neste caso, foram escolhidos atuadores lineares com um curso de 400 mm, atendendo ao range de variação de altura da bancada. Os atuadores escolhidos precisam possuir um trilho guia, formando uma coluna de elevação e auxiliando no suporte de cargas fora do eixo, a figura 27 abaixo representa um atuador deste modelo.

Figura 27 - Atuador linear com coluna de elevação.



Fonte: GimsonRobotics (2022).

Os atuadores são ativados por um sistema elétrico, movendo as hastes que estão conectadas à base superior para cima e para baixo.

6.2.1.2 Sistema de elevação pantográfico

Nesta opção, o acionamento acontecerá por um atuador linear, ligado a uma barra central que irá aproximar ou afastar as hastes, desta forma, abaixando ou levantando o tampo da bancada.

O sistema consiste em duas hastes cruzadas em “x”, ligadas a outras duas hastes montadas da mesma forma em cada perna da bancada, conforme figura 28.

Figura 28 - Bancada com sistema de elevação pantográfico.



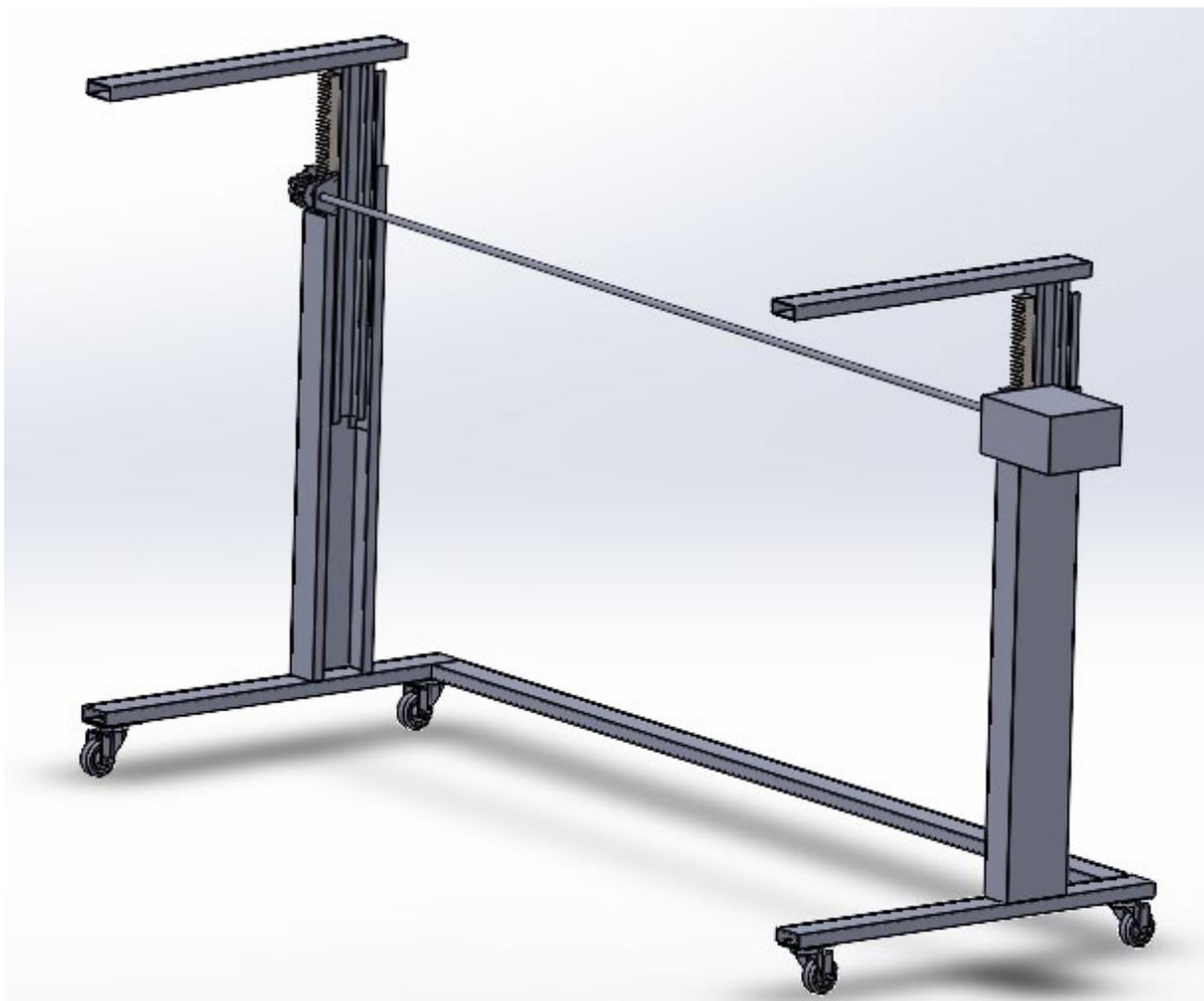
Fonte: Aatoria própria (2022).

Esse atuador linear, é acionado da mesma forma da proposta anterior, via sistema elétrico que permite sua regulagem de altura.

6.2.1.3 Sistema de elevação pinhão/cremalheira

Para essa opção de sistema de elevação, foi escolhido um sistema de pinhão-cremalheira, que é acionado por um motor elétrico, girando o pinhão conectado à cremalheira nas pernas da bancada, conforme figura 29.

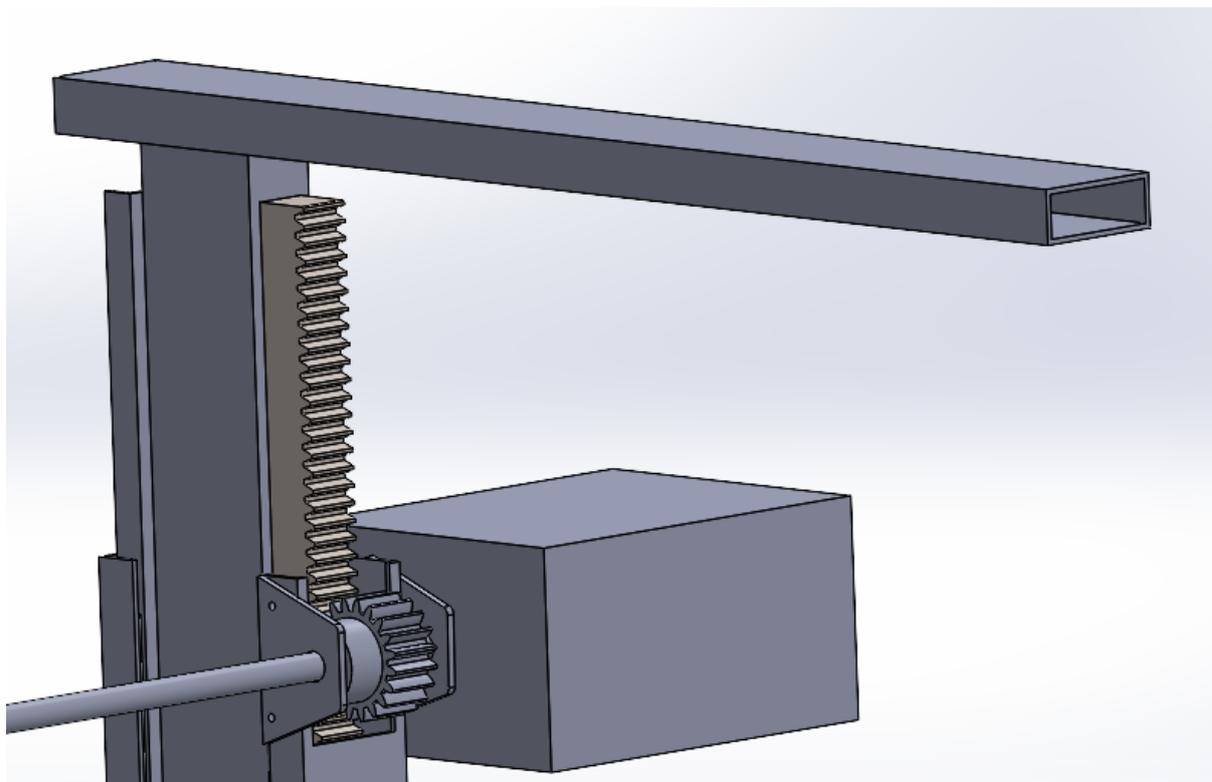
Figura 29 - Bancada com sistema de elevação pinhão/cremalheira.



Fonte: Autoria própria (2022).

Desta forma, a engrenagem do pinhão move a cremalheira, que estará ligada a parte móvel da perna da bancada, correndo por dentro de uma corrediça ligada a parte fixa da perna como destacado na figura 30.

Figura 30 - Sistema pinhão/cremalheira aplicado na bancada.



Fonte: Autoria própria (2022).

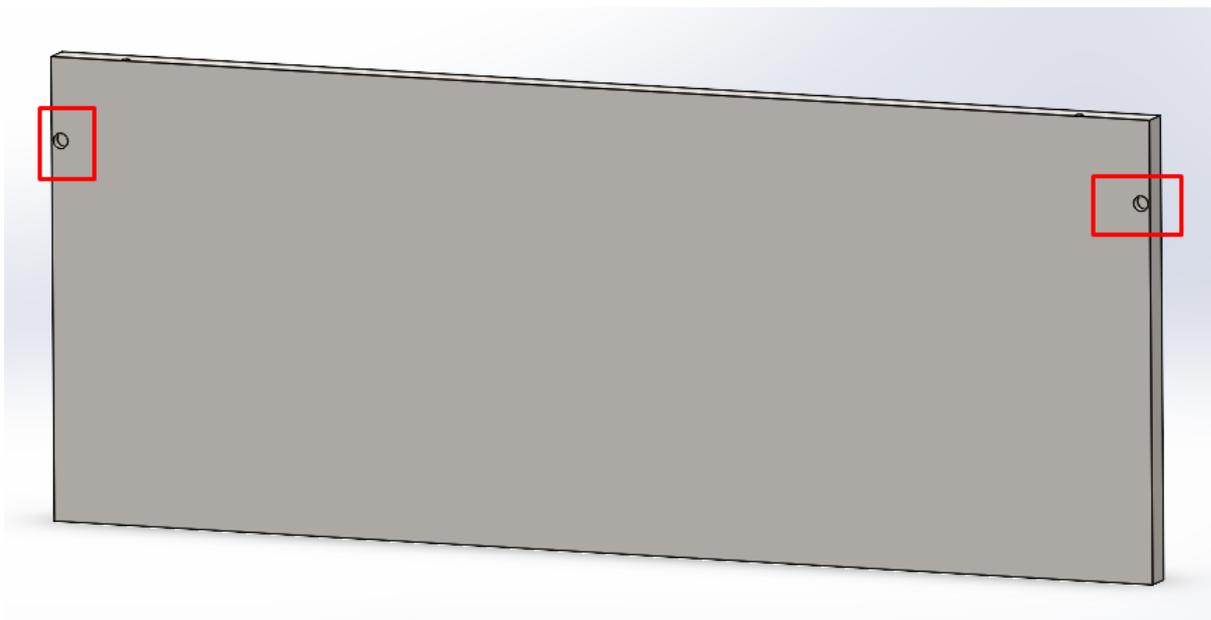
Este sistema também é acionado por um sistema elétrico, ativando o motor em ambos os sentidos, para subir ou descer.

6.2.2 Encaixe do tampo

Neste caso, o mesmo modelo de encaixe será aplicado às três opções de sistema de elevação, o modelo padrão de tampo contendo as dimensões para encaixas se encontra no anexo 1.

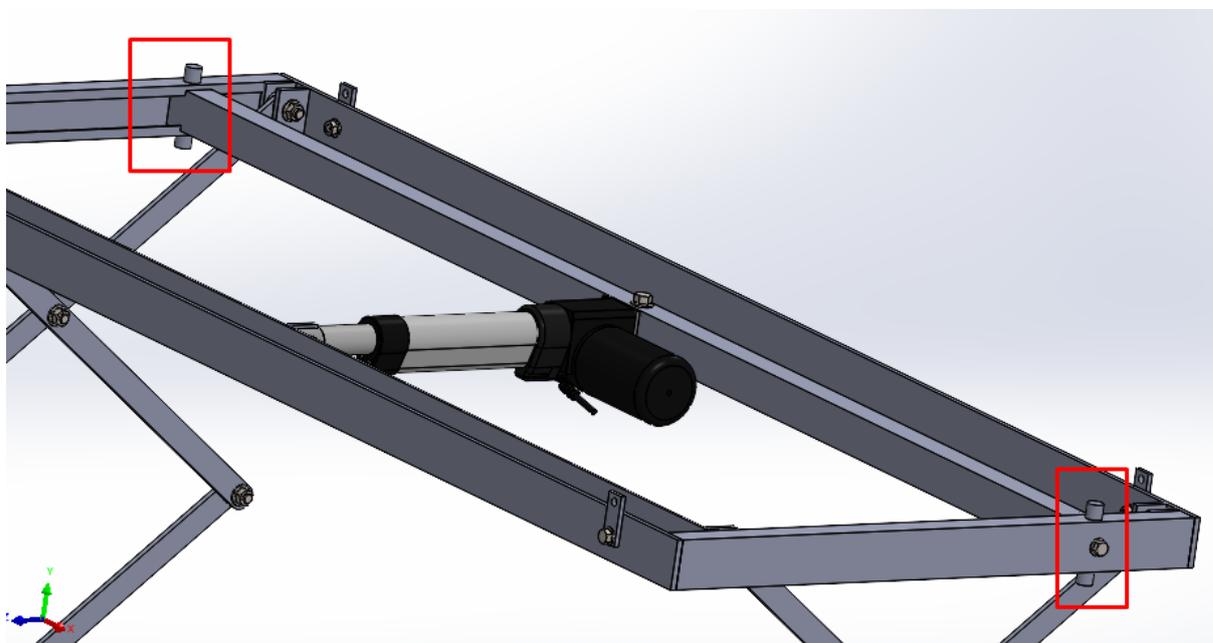
Para o encaixe do tampo na estrutura, serão feitos dois furos no tampo conforme figura 31, para que possam se conectar aos encaixes presente na estrutura das bancadas, conforme figura 32, mantendo o tampo alinhado.

Figura 31 - Furos para encaixe do tampo.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 32 - Encaixe da estrutura que se conecta com o tampo.

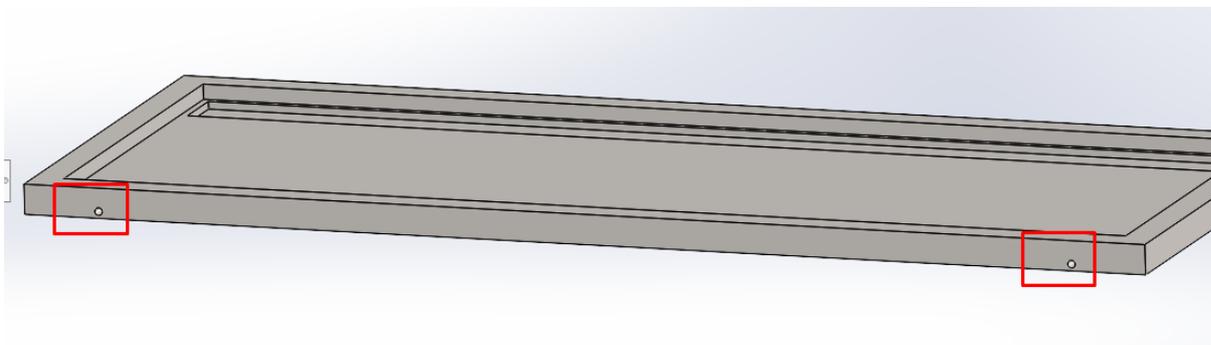


Fonte: Autoria própria (2022).

Para manter o tampo fixo à estrutura, e evitar que o mesmo se levante devido a uma eventual batida, o tampo possuirá 2 furos na parte frontal e 2 na parte traseira (figura

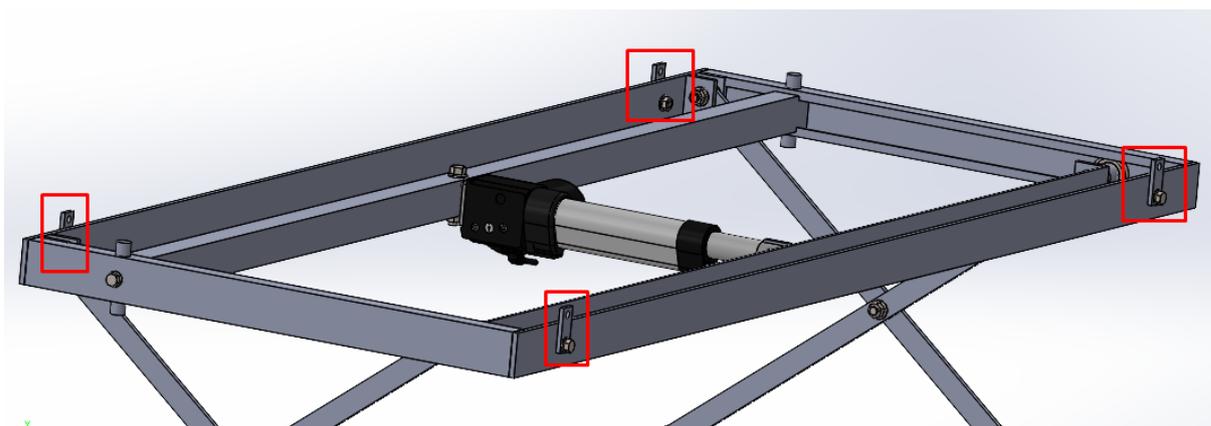
33) que se encaixam com os pinos, fixos na parte frontal e traseira da estrutura (figura 34).

Figura 33 - Destaque dos furos nos tampos.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 34 - Fixadores na bancada que se encaixam ao tampo.



Fonte: Autoria própria (2022).

6.2.3 Sistema de regulagem de altura e acionamento

Como as três opções de sistemas de elevação da bancada são movidas por equipamentos elétricos, o sistema de acionamento, alimentação de energia e regulagem de altura é o mesmo.

Para realizar o acionamento dos atuadores ou do motor, é necessário primeiramente uma fonte 12 volts, que vai ligada à alimentação 110v ou 220v.

Para a interface de comando, será utilizado uma botoeira com dois botões pulsadores (Figura 35) ligados a um bloco de contato normalmente aberto. Possibilitando ao usuário subir e descer a bancada mantendo o botão pressionado.

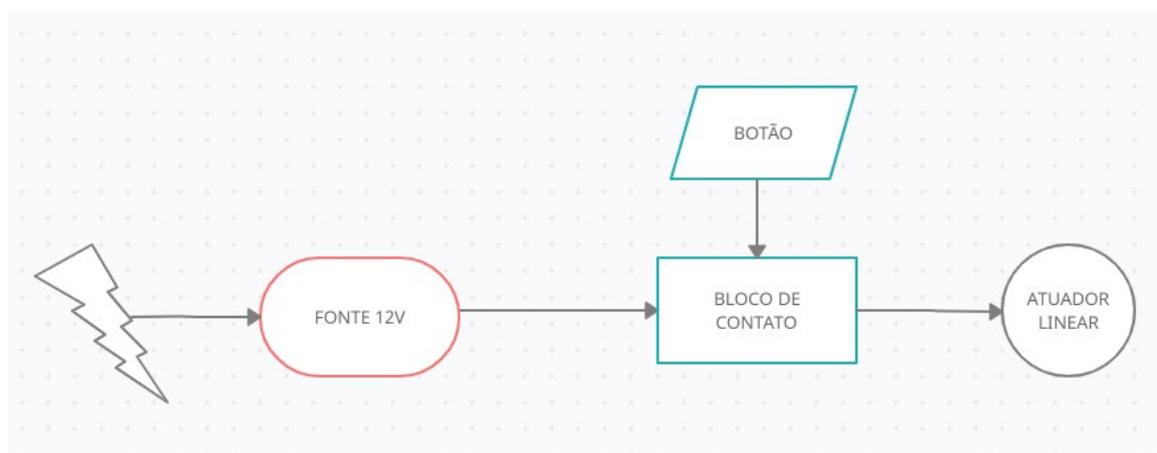
Figura 35 - BOTAO CSW-BD55FR-WH.



Fonte: WEG (2022)

A figura 36 esboça a sequência do circuito elétrico.

Figura 36 - Sequência dos componentes do circuito elétrico.



Fonte: Autoria própria (2022).

6.2.4 Seleção do sistema de elevação

Para realizar a seleção dos sistemas de elevação, foi analisado os pontos positivos e negativos de cada sistema, conforme o quadro 6 abaixo.

Quadro 6 – Prós e contras de cada sistema de elevação sugerido.

SISTEMA DE ELEVAÇÃO	PRÓS	CONTRAS
ATUADORES LINEARES	Poucas partes móveis, facilitando montagem e alinhamento dos componentes.	Necessita de dois atuadores robustos, elevando o custo do equipamento.
	Componentes simples facilmente encontrados no mercado.	Os atuadores suportam pouca carga devido aos momentos fletores, limitando a capacidade da bancada.
PANTOGRAFICO	Estrutura robusta e estável, suportando grandes cargas.	Maior quantidade de componentes.
	Apenas um atuador para acionamento.	Falta de segurança no encontro das hastes.
PINHÃO/CREMALHEIRA	Utiliza apenas um motor para acionamento.	Grande quantidade de partes móveis, dificultando manter o alinhamento dos componentes e montagem.
	Sistema semelhante aos produtos similares no mercado.	Baixa capacidade de suportar momentos fletores nas pernas da mesa

Fonte: Autoria própria (2022).

Após comparação dos prós e contras de cada sistema, podemos eliminar o sistema de pinhão/cremalheira pelo fato de contar muitas partes móveis e na necessidade de manter um alinhamento no contato do pinhão e cremalheira. Devido a bancada poder ser transportada por diversos ambientes em uma universidade, os pisos por onde ela pode passar podem ser irregulares, causando grandes vibrações, desalinhando e comprometendo toda a montagem e funcionamento do equipamento.

Ao analisar as duas opções restantes, conclui-se que o sistema que melhor atende as necessidades do projeto é o sistema Pantográfico. O sistema acionado pelos dois atuadores necessita de atuadores robustos e com grande curso para atender a demanda, em contrapartida, o sistema pantográfico vai demandar apenas um atuador com um curso menor.

Mas o principal fator na tomada de decisão, fica na capacidade de suportar grandes cargas e ser uma bancada estável, característica que a dupla de atuadores não consegue entregar. Os atuadores possuem boa capacidade de suportar forças normais, mas forças fora de seu eixo de ação podem danificar os equipamentos e sua capacidade de suportar cargas cai bruscamente. Já no sistema pantográfico, todas as forças suportadas pelo atuador serão normais a ele, sendo o ambiente de trabalho

ideal para este equipamento. A maneira como o sistema pantográfico é montado possibilita uma grande estabilidade de suportar as cargas aplicadas sobre o tampo.

Desta forma, o sistema de elevação selecionado foi o sistema de elevação pantográfico. No próximo tópico, a bancada será projetada e detalhada.

6.3 PROJETO DETALHADO

Após encontrar as soluções para os possíveis problemas encontrados no projeto e escolher um sistema de elevação, o pantográfico, que atenda às necessidades da bancada, vamos modelar e detalhar todos os componentes.

6.3.1 Hastes

Para dimensionamento das hastes do sistema pantográfico, foram selecionados barras chatas com material SAE 1020 e espessura de 6,35mm.

Desta forma, é necessário determinar o comprimento desta haste. Para o conjunto todo, serão utilizadas 8 hastes iguais. 4 para cada lado. Conforme ilustrado na figura 37.

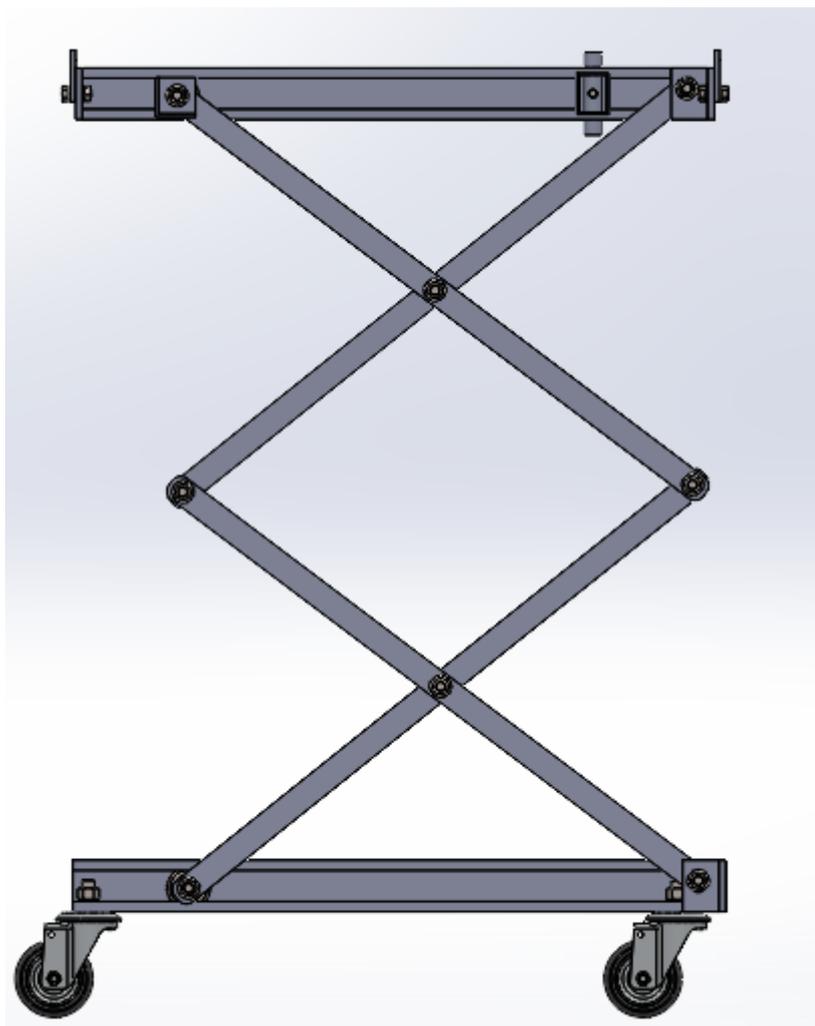
Figura 37 - Sistema pantográfico formado por 4 pares de hastes cruzadas.



Fonte: Autoria própria (2022).

Para determinar o comprimento, primeiramente precisa-se descobrir qual a altura que as hastes irão atuar. Como a altura mínima do tampo da bancada para o solo é de 730 mm, conforme indicado em norma ABNT NBR 9050. A figura 38 abaixo ilustra os componentes que contribuem para a altura da bancada, como os rodízios para sua movimentação, espessura do tampo e o perfil onde o rolamento corre.

Figura 38 - Componentes que influenciam na altura da bancada.



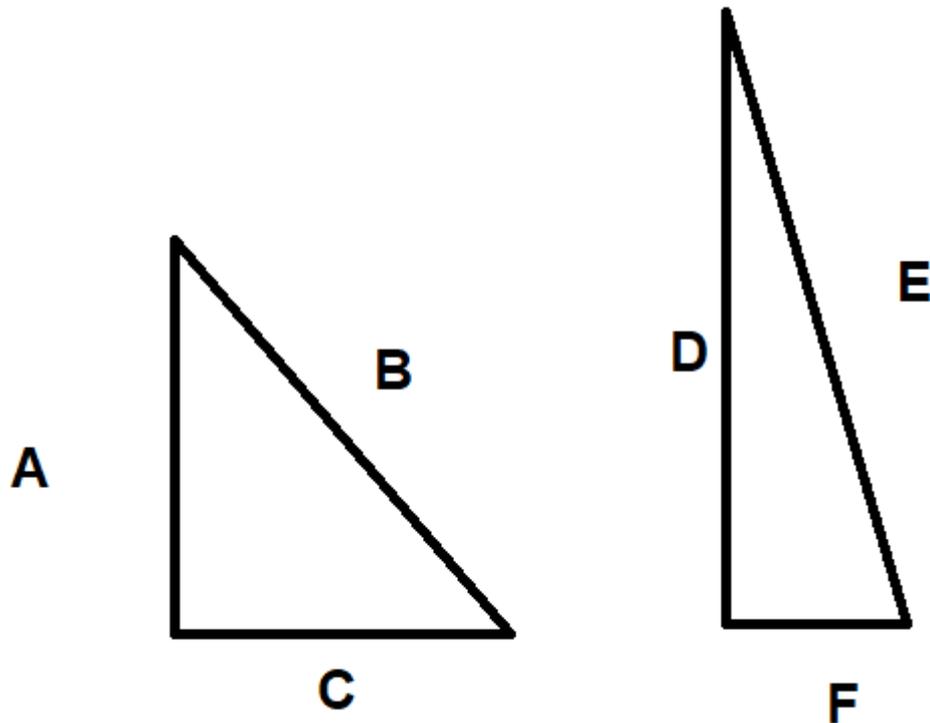
Fonte: Autoria própria (2022).

Assim, a altura mínima que as hastes terão que cobrir é de 576 mm e a máxima de 946 mm. Devido ao range de atendimento da bancada, que vai de 730 mm de altura mínima para 1100 mm de altura máxima.

O sistema pantográfico neste caso possui 2 estágios, cada um formado por um par de hastes iguais, portanto, as alturas a serem atendidas pelas hastes ficam dividido por dois, devido ao fato de serem dois estágios, ou seja, a altura mínima de um estágio seria de 288 mm e máxima de 473 mm.

Para calcular o comprimento da haste, será utilizado uma semelhança de triângulos, simulando a altura mínima de atendimento das hastes e a máxima, conforme figura 39.

Figura 39 – Semelhança de triângulos simulando os posicionamentos das hastes.



Fonte: Autoria própria (2022).

As cotas $A = 288$ mm (altura mínima) e $D = 473$ mm (altura máxima) são conhecidas. O comprimento máximo onde o conjunto pode trabalhar é de $C = 550$ mm, que corresponde à profundidade máxima disponível para trabalho sob o tampo da bancada.

Desta forma, utilizando semelhança de triângulos, temos a seguinte equação:

$$B^2 = A^2 + C^2 \quad e \quad E^2 = D^2 + F^2$$

Onde o comprimento das hastes corresponde as cotas $B = E$.

Assim, substituindo o valor da equação de B^2 por $E^2 = D^2 + F^2$ obtém-se a cota F , que corresponde a profundidade mínima de trabalho do atuador sob o tampo.

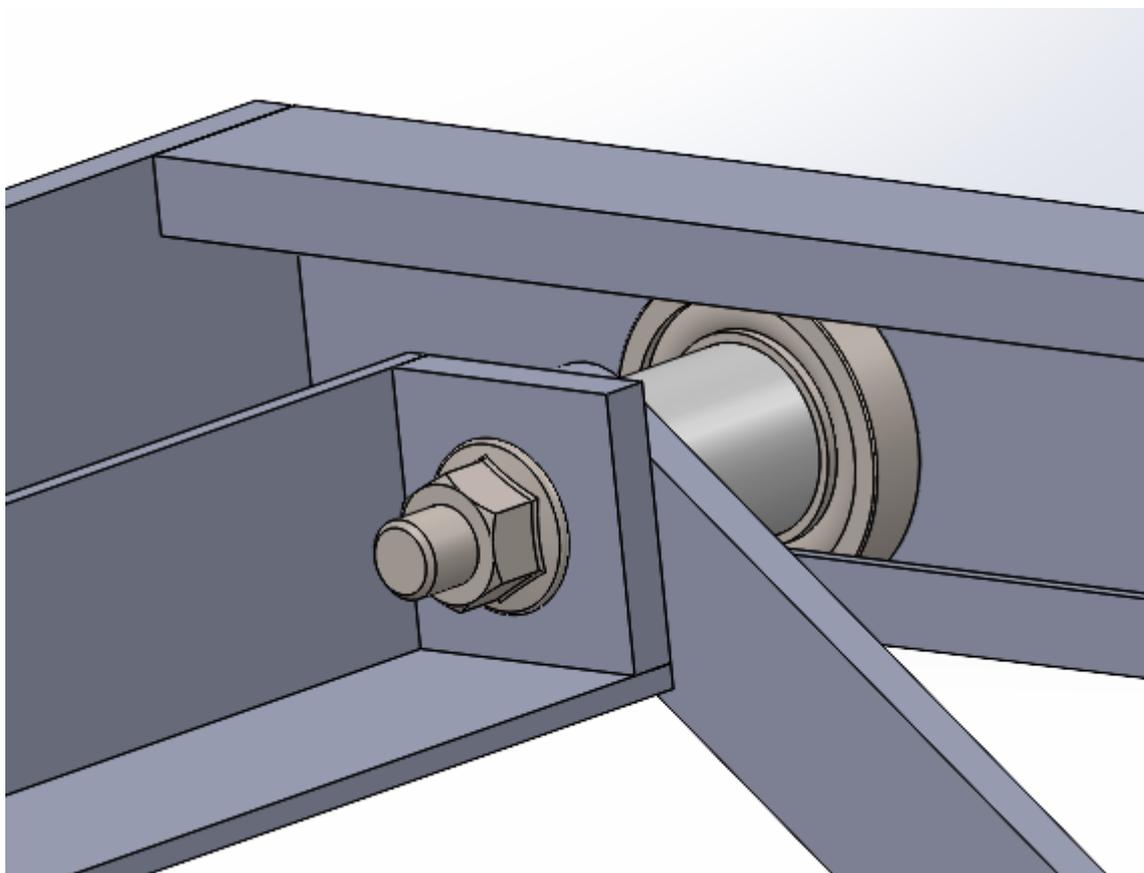
$$F = 402,14 \text{ mm}$$

Assim, substituindo $F = 402,14$ mm e $D = 473,00$ mm na segunda equação, obtemos o valor de $E = 620,84$ mm, correspondendo no comprimento da haste.

A haste possui um furo passante de 14 mm em seu centro e em suas extremidades para se conectar com seu par e formar o “X”.

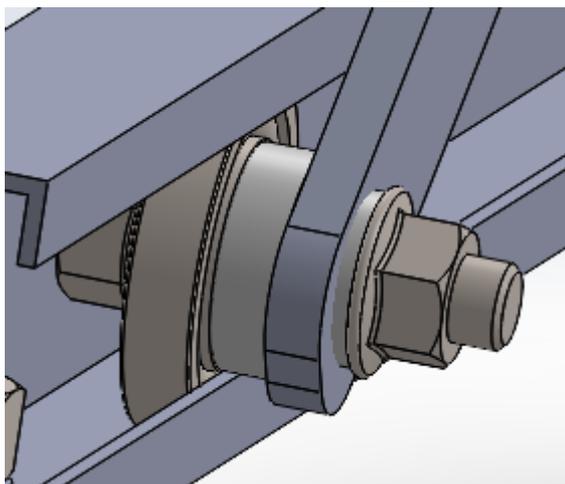
As extremidades das hastes frontais são ligadas aos rolamentos. Na parte superior, as extremidades e os rolamentos são unidos por uma estrutura formada por uma cantoneira de aço SAE 1020 com 38,1mm de lado e comprimento de 1500 mm, conforme figura 40. Enquanto as extremidades frontais inferiores são ligadas aos rolamentos por um parafuso, conforme figura 41.

Figura 40 - Conexão hastes frontais superiores.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 41 - Conexões hastes frontais inferiores.



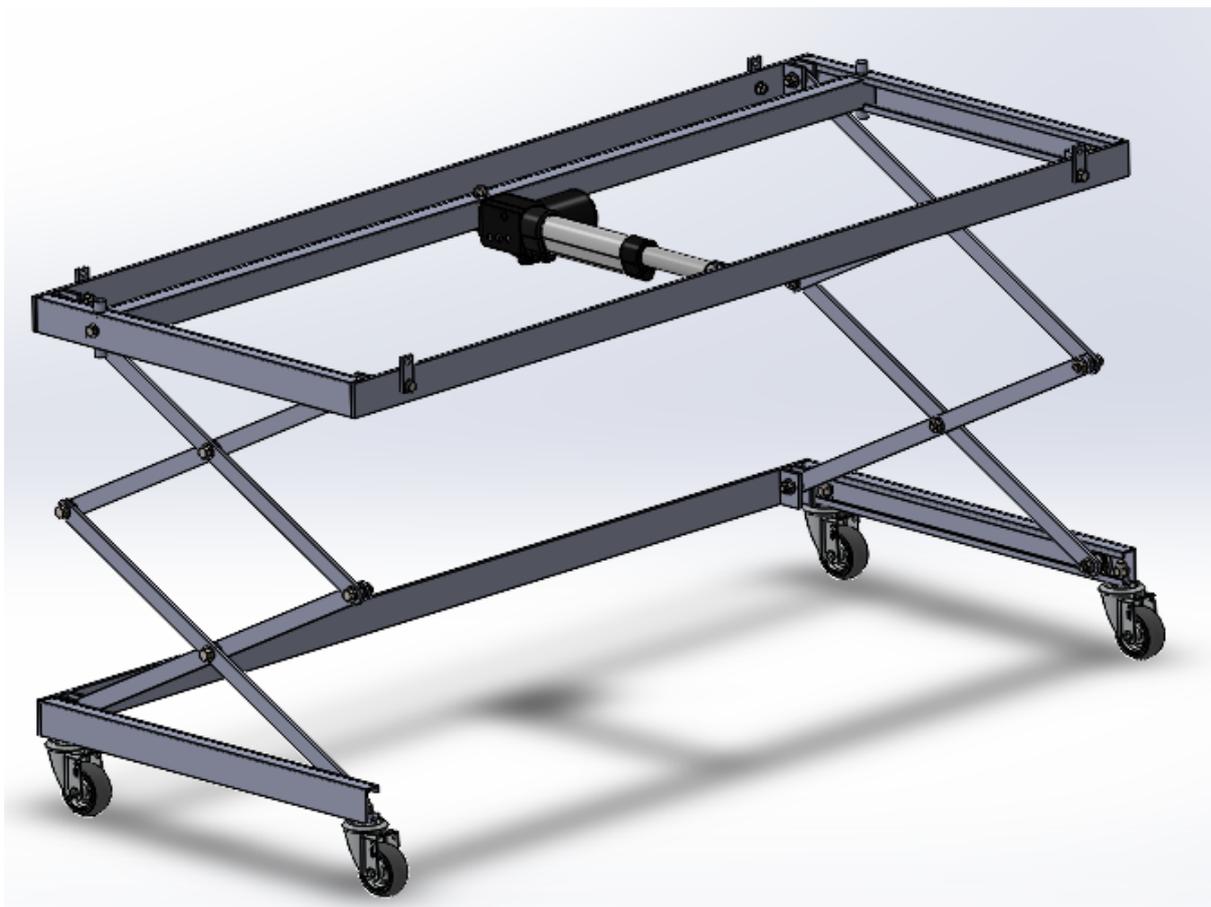
Fonte: Autoria própria (2022).

As extremidades traseiras das hastes são ligadas uma barra chata, que reforça a estrutura da banca e possui um suporte para encaixar o parafuso, bucha e a haste, estes itens possuem como material o aço SAE 1020, o reforço possui 38,1 mm de lado e comprimento de 1500 mm que é ligada à estrutura, permitindo o movimento de rotação, possibilitando o conjunto descer e subir.

6.3.2 Atuador Linear

O atuador linear possui o papel de movimentar o par de rolamentos superiores para frente e para trás, desta forma ele aumenta e diminui a distância entre as extremidades das hastes, subindo e descendo a bancada, conforme ilustra as figuras 42 e 43.

Figura 42 - Atuador linear estendido - Mínima altura da bancada



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 43 - Atuador linear retraído - Máxima altura da bancada.



Fonte: A autoria própria (2022).

Para selecionar o modelo do atuador linear, verifica-se que ele necessita possuir um curso de no mínimo 147,86 mm. Essa medida consiste na diferença da cota $C = 550$ mm e $F = 402,14$ mm apresentadas no tópico anterior, que consistem no ponto de altura mínima das hastes e máxima, respectivamente.

Desta forma, foi selecionado o atuador linear da marca GymsonRobotics, modelo “GLA4000-S 12V DC Linear Actuator” com curso de 150 mm ilustrado na figura 44.

Figura 44 - Atuador linear.

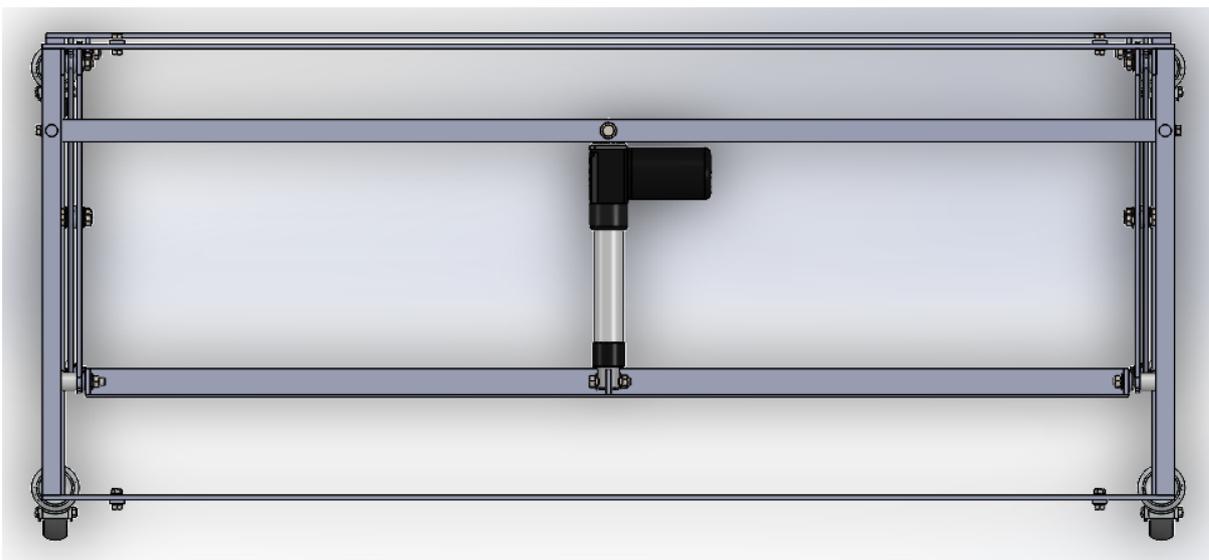


Fonte: GimsonRobotics (2022).

Este atuador linear possui uma capacidade máxima de carga em movimento de 4000 N e uma capacidade máxima de carga estática de 6000 N.

O atuador será posicionado na estrutura conforme a figura 45, desta forma a cantoneira que liga os rolamentos superiores possui um apoio no centro, encaixando na extremidade do atuador e fixada por um parafuso possibilitando um movimento contínuo e igual entre os dois rolamentos. A base do atuador é fixada a um tubo quadrado de aço SAE 1020 com espessura de 2 mm, que é fixada à estrutura lateral da bancada. Desta forma, as forças aplicadas sob o atuador são todas lineares ao seu eixo de atuação.

Figura 45 - Posicionamento do atuador linear na estrutura da bancada.

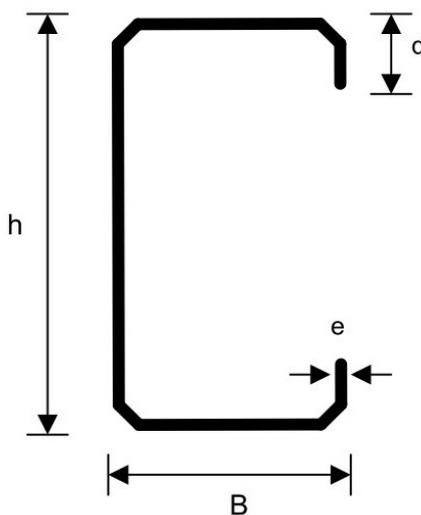


Fonte: Autoria própria (2022).

6.3.3 Estrutura

Para a estrutura, além das hastes que realizam o movimento de elevação, a bancada possui outros elementos estruturais, um deles são as bases laterais inferiores e superiores. Esses dois pares de bases (destacados na figura 46) são vigas com perfil UDC de aço SAE 1020 com 600 mm de comprimento. Onde as dimensões da imagem xx são: $h = 50$ mm; $B = 25$ mm; $d = 10$ mm e $e = 2$ mm.

Figura 46 - Perfil UDC.

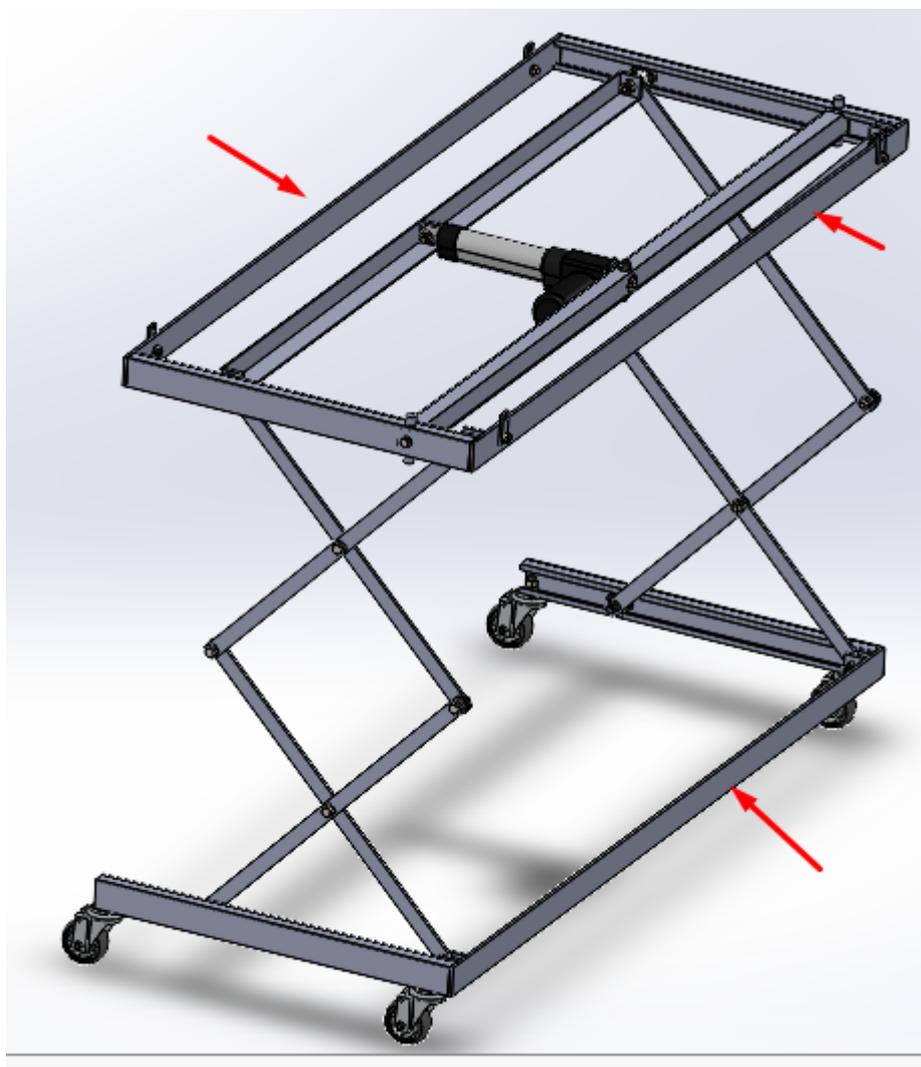


Fonte: Aatoria própria (2022).

A escolha por esse perfil UDC se deu devido a esse perfil possuir a aba lateral (dimensão “d”) que serve como uma pista para o rolamento mantendo-o alinhado enquanto se movimenta.

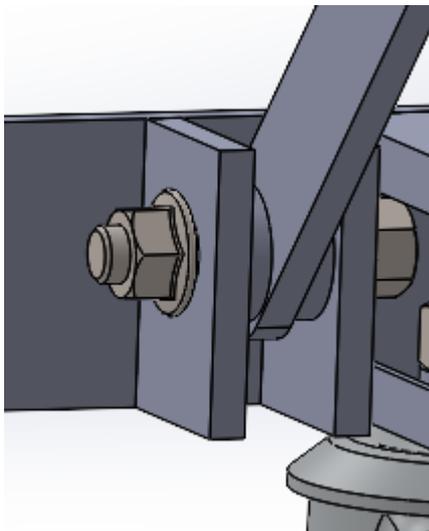
Outro elemento importante, são os reforços estruturais. São 3, dois na parte superior da bancada, ligando as duas bases laterais, e uma ligando as bases laterais na parte frontal. Os reforços traseiros possuem uma função além de somente manter o conjunto interligado, esses reforços possuem soldados neles apoios fixos para as hastes girarem livremente, conforme figuras 47 e 48.

Figura 47 - Reforços estruturais.



Fonte: Aatoria própria (2022).

Figura 48 - Apoios para encaixe das hastes.



Fonte: Aatoria própria (2022).

6.3.4 Rodízios

Para que a bancada seja móvel e possa ser transportada para diferentes ambientes dentro da universidade, foram selecionados um par de rodízio giratório com freio para serem fixados na parte frontal da bancada e um par de rodízio fixo sem freios, nas mesmas dimensões que os frontais, para serem colocados na parte de trás da bancada.

A escolha do par traseiro ser fixo e do frontal ser giratório visa a facilidade de locomoção, visto que se os 4 rodízios fossem todos giratórios iria dificultar manter uma direção linear com a bancada e se fossem todos fixos dificultariam a realização de curvas, assim, os pares frontais promovem o direcionamento da bancada durante seu transporte.

Os modelos escolhidos para o projeto foram da marca Schioppa, possuindo a capacidade de 170 Kg de carga, sendo o modelo fixo o FLE 312 PN figura 49 e o modelo giratório com freio GLE 312 PNG figura 50 e suas dimensões são apresentadas na figura 51.

Figura 49 - Rodízio fixo FLE 312 PN



Fonte: Schioppa (2017).

Figura 50 - Rodízio giratório com freio GLE 312 PNG



Fonte: Schioppa (2017).

Figura 51 - Especificações dos rodízios selecionados.

Rodízio Giratório	Rodízio Fixo	Roda	 (mm)	 (mm)	 (pol)		 KG	 (mm)	 s/ freio (mm)	 c/ freio G (mm)	 c/ freio SL (mm)
Referência											
GL 312 PN	FL 312 PN	R 312 PN	75	32	5/16"	Furo Passante	170	103	71	107	80
GL 312 PR	FL 312 PR	R 312 PR				Rolamento de Roletes					
GL 312 PE	FL 312 PE	R 312 PE				Rolamento de Esferas					

Fonte: Schioppa (2017).

6.3.5 Rolamento

Para a seleção do rolamento utilizado no projeto, deve-se começar a filtragem dos modelos pela limitação das dimensões do perfil UDC da estrutura onde os rolamentos serão posicionados para realizar o trabalho de movimentação.

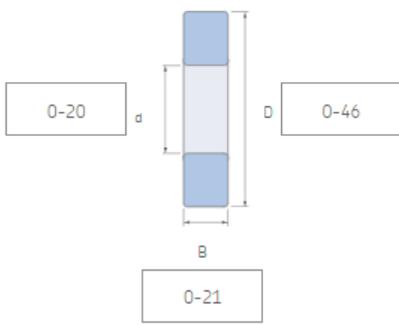
O espaço interno da pista onde o rolamento vai trabalhar possui um espaço interno livre de 46 mm e uma largura de 21 mm e um furo para o eixo de no máximo 20mm. (Conforme citado no tópico 6.3.3).

Desta forma, utilizando a ferramenta SKF Bearing Select disponibilizado no site pelo fornecedor, basta colocar os limites máximos das dimensões necessárias conforme figura 52.

Figura 52 - Interface SKF Bearing Select.

Filters

Dimensional constraints
Enter exact dimensions or ranges in mm to filter (e.g. 23-27, -40)



Bearing types 📖

Deep groove ball bearing ▼

SKF Explorer bearings i

Filter on SKF Explorer items only

Capping i

Filter on open/capped bearings

🔍 Search designation

Principal dimensions			Basic load ratings		Designation
d (mm)	D (mm)	B (mm)	C (kN)	C ₀ (kN)	
15	32	8	5.85	2.85	☆ ■ 16002
15	32	8	5.85	2.85	☆ ■ 16002-2Z
15	32	8	5.85	2.85	■ 16002-Z
17	35	8	6.37	3.25	☆ ■ 16003
10	28	8	5.07	2.36	16100
10	28	8	5.07	2.36	16100-2Z
12	30	8	5.07	2.36	16101

☆ = Popular item - High level of availability and generally a cost effective solution

1 - 7 of 500 < >

Fonte: SKF (2022).

Para o projeto, foi escolhido o modelo de rolamentos rígidos de esferas, pelo fato de ser o mais comum no mercado e atender às necessidades do projeto. Como ainda restaram muitas opções de modelos (conforme figura 53), será realizado um novo filtro da largura do rolamento (dimensão B) com a menor largura possível, de 8 mm, para que sobre mais espaço para o encaixe do parafuso fixando a haste ao rolamento e com o maior diâmetro D, de 42 mm para que haja contato na parte superior e inferior do rolamento com a pista.

Desta forma, aplicando os novos filtros, restou apenas o modelo 16004, que suporta uma carga de 7,28 kN, mais que suficiente para o projeto.

Figura 53 - Rolamento restante após aplicações dos filtros necessários.

Filters

Dimensional constraints
Enter exact dimensions or ranges in mm to filter (e.g. 23-27, -40)

The diagram shows a cross-section of a bearing. The inner diameter is labeled 'd' with a value of '0-20'. The outer diameter is labeled 'D' with a value of '42'. The width is labeled 'B' with a value of '8'.

Bearing types 📖

🔍 Deep groove ball bearing

SKF Explorer bearings ⓘ

Filter on SKF Explorer items only

Capping ⓘ

Filter on open/capped bearings

🔍 Search designation

Principal dimensions		Basic load ratings		Designation
d (mm)	D (mm)	B (mm)	C (kN)	C ₀ (kN)
20	42	8	7.28	4.05
☆ ■ 16004				

Fonte: SKF (2022).

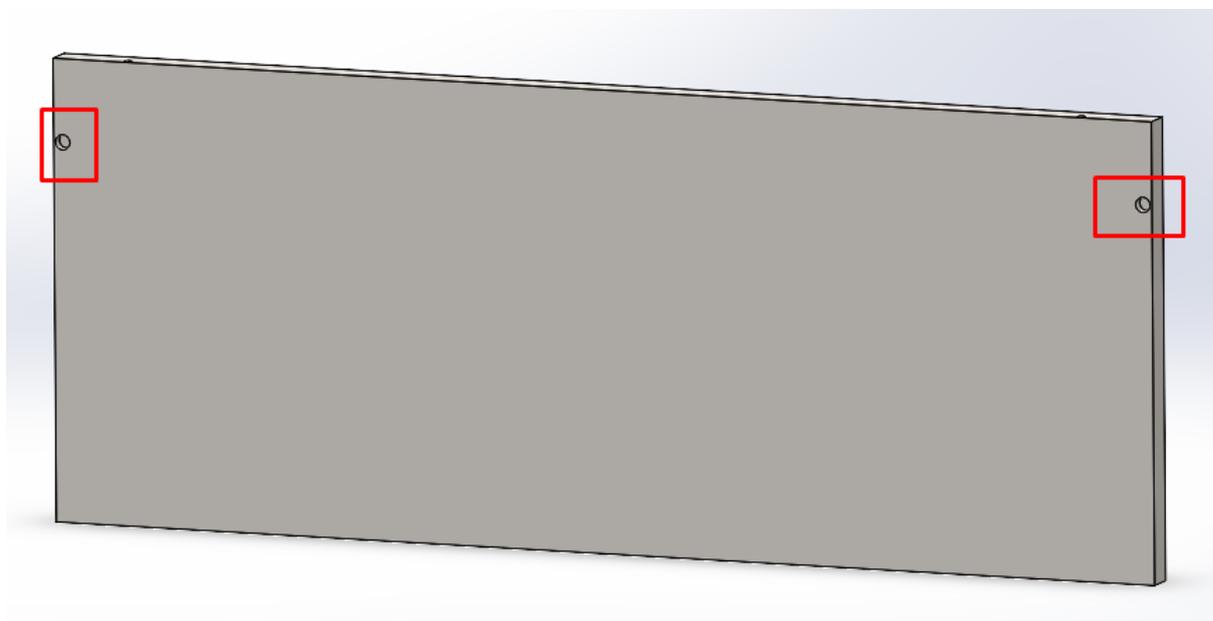
Serão utilizados 4 rolamentos SKF 16004 no projeto para movimentar as hastes.

6.3.6 Tampo

Como o objetivo da bancada é atender diferentes ambientes de estudo e os mais variados usos, a estrutura foi projetada para que o tampo fosse facilmente intercambiável. Desta forma, todos os tampos a serem utilizados nesta estrutura, precisam possuir certas medidas padrão para que haja o encaixe do tampo na estrutura.

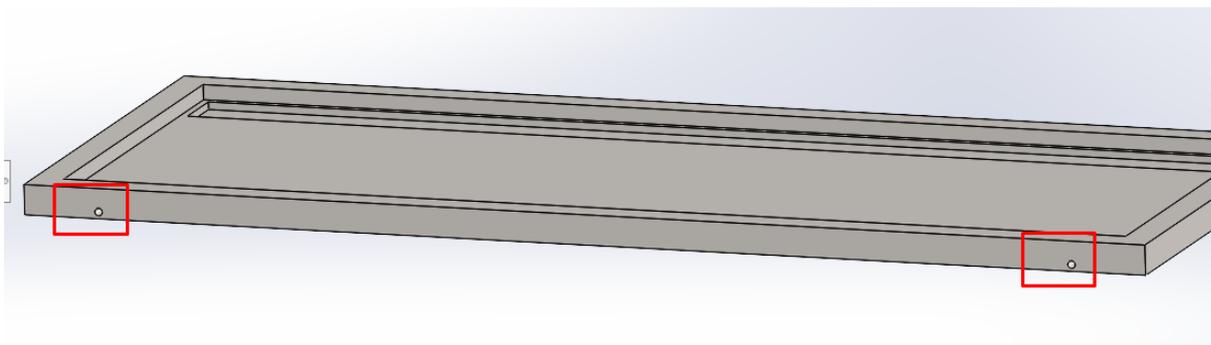
O sistema de posicionamento e travamento do tampo funcionam da seguinte forma: Para posicionar o tampo no local correto da bancada e evitar que ele deslize para os lados, este tampo precisa possuir dois furos com 10 mm de diâmetro em sua parte inferior, conforme figura 54. Para evitar que o tampo seja erguido por um acidente e derrube o que está por cima dele, deve possuir dois furos na parte frontal e dois na parte de trás, afim de encaixar o pino para travar e deixa-lo fixo junto à estrutura da bancada, da forma que evite que o tampo seja levantado por acidente, conforme figura 55.

Figura 54 - Furos na parte inferior do tampo para posicionamento.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 55 - Encaixes frontais do tampo.



Fonte: Aatoria própria (2022).

6.3.7 Análise de esforços

Após realizado toda a montagem da estrutura, foi utilizado o software SolidWorks para simular os esforços que a bancada será submetida.

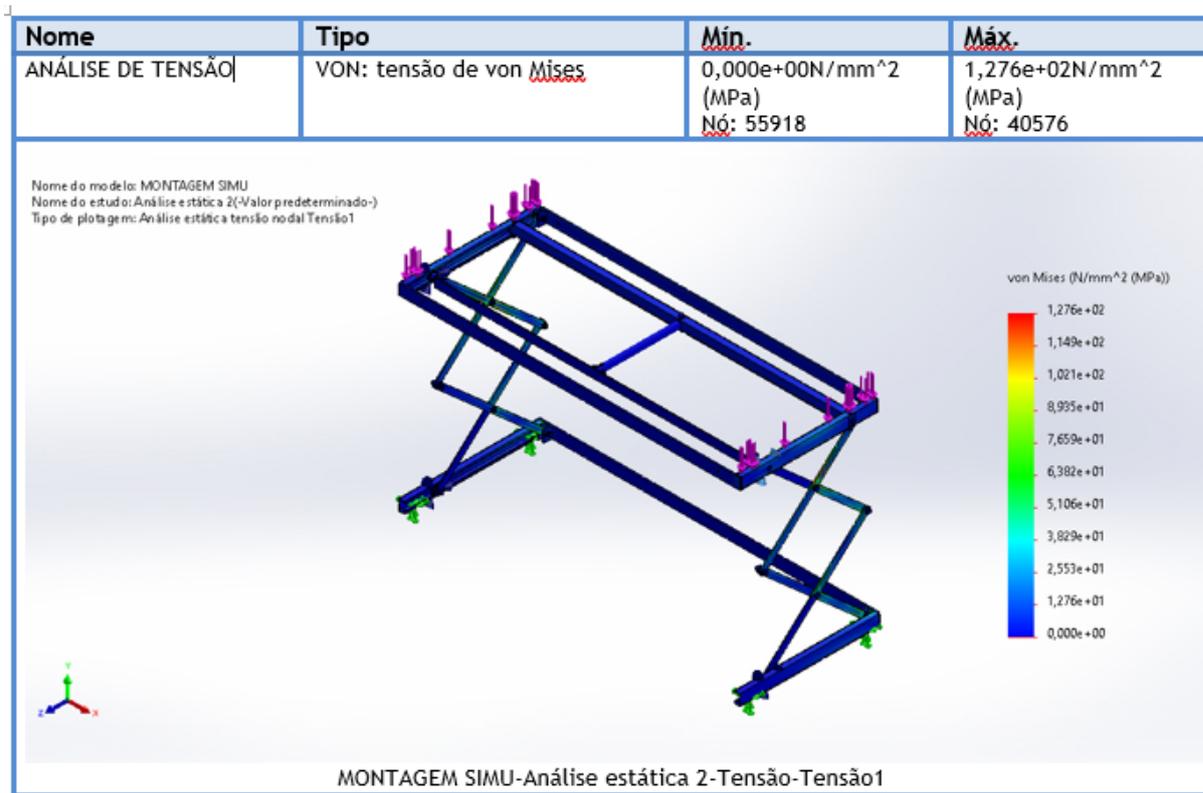
Para realizar a simulação de esforços estáticos, foram necessárias algumas adaptações, como a remoção dos rodízios para possibilitar a criação da malha de análise e a substituição do atuador linear por uma barra redonda maciça de aço. Essa substituição pode ser feita pelo fato desses dois elementos não serem pontos críticos da estrutura da bancada, visto que os esforços que serão aplicados neles são bem menores do que são capazes de suportar.

A carga que deve ser suportada pela estrutura consiste na soma do peso do tampo de granito, que é o tampo mais pesado estimado para este projeto, que pesa 56,6 Kg, ou 555,06 N. E estimando que a bancada suporte pelo menos mais 100 Kg (980,66 N) de carga sob seu tampo.

Desta forma, a carga mínima suportada pela estrutura deve ser de 1536,26 N. Para a simulação e análise de esforços estáticos, vamos considerar um coeficiente de segurança de 1,6, garantindo que a estrutura suporte com segurança os esforços solicitados.

Os testes foram realizados com a aplicação de uma carga no topo da estrutura de 2500 N. Conforme apresentado na análise de tensão da estrutura (figura 56) a tensão máxima foi de 127,6 MPa, enquanto que a tensão de escoamento do aço 1020 selecionado é de 300 MPa.

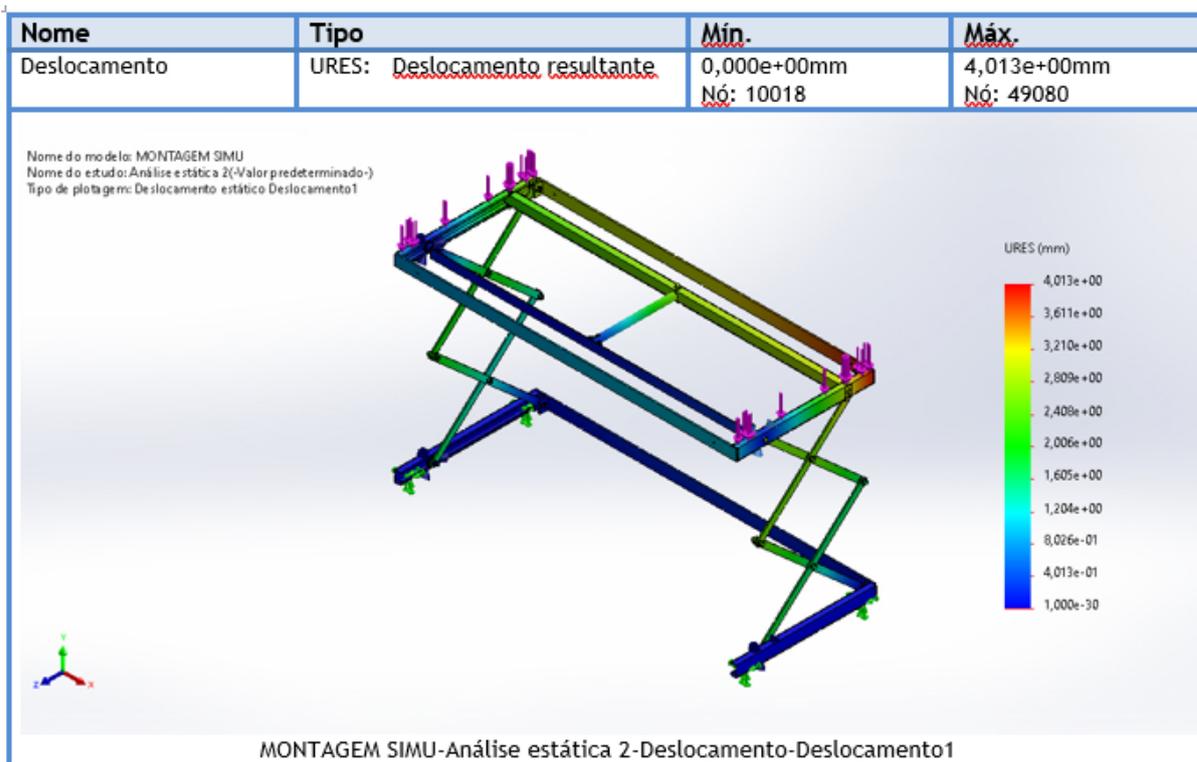
Figura 56 - Análise de tensão.



Fonte: Autoria própria (2022).

Na análise de deslocamento, o deslocamento máximo apresentado pela estrutura foi de aproximadamente 4 mm, conforme ilustrado pela figura 57, Esse deslocamento ocorreu na parte traseira superior da estrutura, sendo um valor aceitável para o projeto.

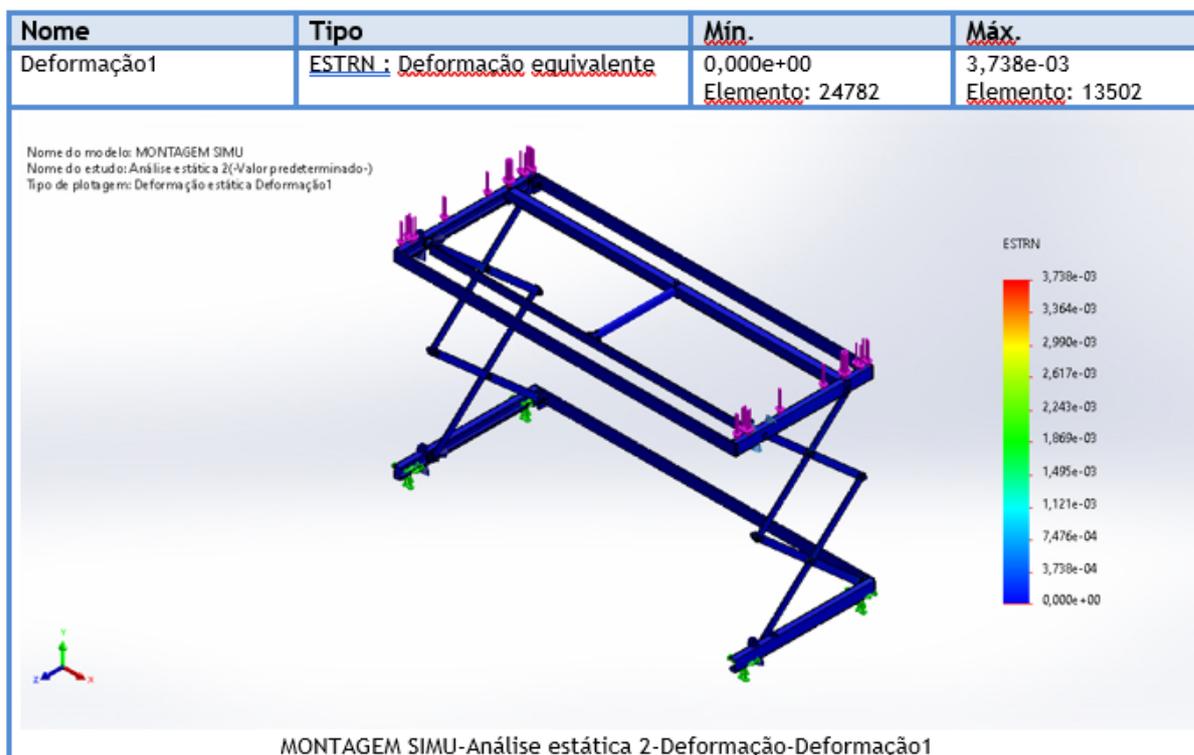
Figura 57 - Análise de deslocamento.



Fonte: Autoria própria (2022).

Na análise de deformação apresentado na figura 58, foi observado uma deformação equivalente máxima próximas a 0.

Figura 58 - Análise de deformação equivalente.



Fonte: Autoria própria (2022).

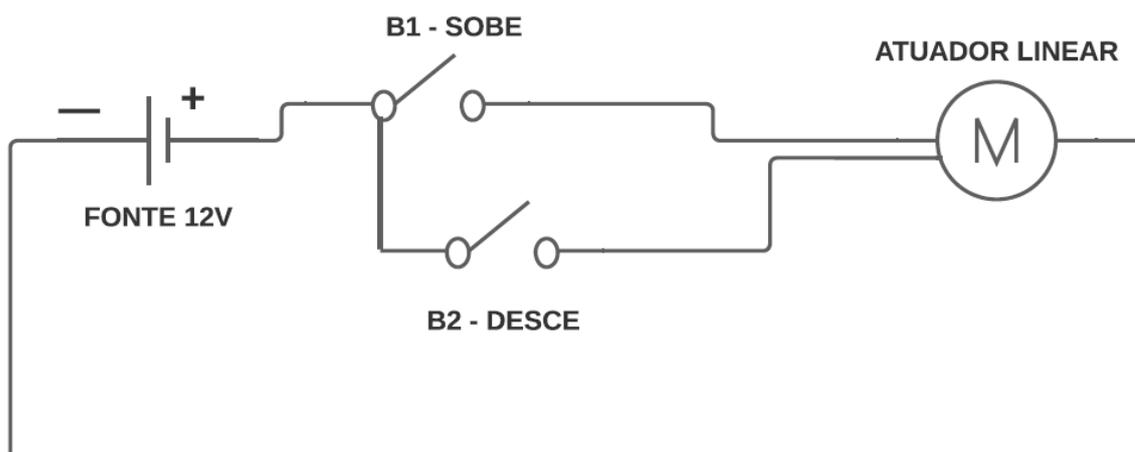
Desta forma, após essa análise conclui-se que a estrutura projetada suportará com segurança os esforços a qual será submetida dentro de seu ambiente de uso.

6.3.8 Sistema de acionamento elétrico

Para acionar o atuador linear e realizar a regulação de altura, os componentes necessários para montar o circuito elétrico são: 1 fonte 12 V; 1 Atuador Linear e 1 botão; conforme apresentado no tópico 6.2.3.

Desta forma, o atuador linear é ligado na tomada comum, e conectado o fio negativo diretamente no atuador enquanto o fio positivo é ligado ao botão, que possui contato normalmente aberto e as duas opções para subir e descer, dessa forma, quando acionado subir o motor é acionado para uma direção, e quando o botão descer é pressionado a corrente é invertida girando o motor para o outro lado. Assim, o circuito elétrico é apresentado na figura 59.

Figura 59 - Circuito elétrico da bancada multiusuário.



Fonte: Autoria própria (2022).

6.3.9 Resultado Final

Após todo o processo, o resultado final consiste em uma bancada que atende diversos tipos de ambiente e usuários (figura 60, 61 e 62).

Figura 60 - Bancada multiusuário sem tampo.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 61 - Bancada de laboratório multiusuário com tampo de granito.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 62 - Bancada de laboratório multiusuário com tampo mpo de madeira.



Fonte: Autoria própria (2022).

A escolha pelo sistema de elevação pantográfico se mostrou assertiva, visto que este sistema proporcionou uma bancada mais robusta e estável do que se fosse feita com algum dos dois outros sistemas.

Foram selecionados materiais de fácil acesso e comerciais, como por exemplo o perfil UDC, diminuído a necessidade de mão de obra na fabricação das peças.

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho desenvolveu um projeto detalhado de uma bancada multiusuário para pessoas com deficiência ou limitações de movimento. Após um estudo sobre as leis que garantem a acessibilidade das pessoas com deficiência, pode-se observar que, nas universidades estes alunos acabam não sendo incluídos de maneira efetiva na comunidade acadêmica devido as limitações físicas dos ambientes, que acabam limitando a sua experiência como estudante.

Diante desse cenário, foi desenvolvido uma bancada utilizando as ferramentas de Planejamento e Desenvolvimento do produto, juntamente com a casa da qualidade, para avaliar e mensurar as necessidades dos usuários. Após a aplicação dos passos do PDP, com o principal objetivo de abranger o maior número de pessoas possíveis, principalmente pessoas com algum tipo de limitação de movimento, foram encontradas soluções que atendem essas necessidades e abrangem não apenas uma sala de aula, ou uma matéria, mas, da maneira que a bancada foi desenvolvida, com seu tempo intercambiável, uma só bancada consegue atender todas as matérias e salas de aulas da universidade.

A bancada desenvolvida pode ser fabricada pelos próprios alunos, fazendo com que os próprios estudantes contribuam para a acessibilidade de seus colegas de sala de aula ou da comunidade, causando um impacto direto na melhora das vidas dessas pessoas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

A.T.I. BRASIL. **Cremalheiras - A.T.I. Brasil**. Disponível em: <https://www.atibrasil.com.br/img/cms/Catalogos/ati-cremalheira_004.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

ABNT, NBR 9050. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. **Abnt**, 2020.

AKAO, Y., ed.: **Quality function deployment: integrating customer requirements into product design**, Trad. por Glenn H. Mazur, Cambridge, Productivity Press, 1990.

AÑEZ, C. R. R. **Antropometria na Ergonomia**. Florianópolis. 2020.

ARAÚJO, J. G. P. De; COSTA, M. A. B. **Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos: Práticas e Desafios**. Revista FATEC Zona Sul, v. 4, n. 3, p. 16–30, 2018.

ARAÚJO, U. F. et al. **Inclusão Social: Protagonismo juvenil**. Brasília, 2007.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. **Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l10098.htm> Acesso em: 29 de abril de 2021.

BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm> Acesso em: 29 de abril de 2021.

BRASIL. Lei nº 13.146 de 06 de julho de 2015. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm>. Acesso em: 20 abril 2021.

BUDYNAS, R. G.; NISBETT, K. J. **Elementos de Máquinas**. 8. ed. Bookman, 2011.

CAMPOS, C. M.; COSTA, L. B. L. Da. **DIMENSIONAMENTO DE MESA PANTOGRÁFICA PARA MOVIMENTAÇÃO DE TURBOFANS**. UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, 2019.

CASTRO, Fábio Daniel de. **Metodologia de projeto centrada na casa da qualidade**. 2008.

DE OLIVEIRA MOTA, L. **Envelhecimento e Inclusão Social : O Projeto Agente Experiente**. PUC-Rio, 2007.

Declaração de Madri, 23 de março de 2002. Disponível em: <<http://www.faders.rs.gov.br/legislacao/6/33>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. Editora Blucher, 2012.

FIALHO, A. B. **Automação Pneumática - Projeto, dimensionamento e análise de circuito**. Érica, 2003.

GenioDesk. Disponível em: <<https://www.geniodesks.com.br/>>. Acesso em: 26 abr. 2021.

GimsonRobotics. Disponível em: < <https://gimsonrobotics.co.uk/categories/linear-actuators/products/gla4000-s-12v-dc-linear-actuator>>. Acesso em: 22 maio. 2022.

GORDO, N.; FERREIRA, J. **Elementos de Máquinas**. São Paulo: Apostila Telecurso, 2014.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

LINSINGEN, I. VON. **Fundamentos de Sistemas Hidráulicos**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

MACIEL, M. R. C. **Portadores de deficiência: a questão da inclusão social**. São Paulo em Perspectiva, v. 14, n. 2, p. 51–56, 2000.

MARA GABRILLI. **GUIA sobre a Lei Brasileira da Inclusão (LBI 13.146/15)**. Disponível em: <<http://maragabrilli.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Guia-sobre-a-LBI-digital.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Manual de Verificação in loco das condições institucionais**. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/Manual1.pdf>>. Acesso em: 20 br. 2021.

MOREIRA, I. Da S. **Sistemas hidráulicos industriais**. SESI SENAI, 2012.

Nivelartech. Disponível em: <<https://www.nivelartec.com.br/plataformas-pantograficas>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

NORTON, R. L. **Projeto de Máquinas**. 4. ed. Bookman, 2013.

PASSERINO, L. M.; MONTARDO, S. P. **Inclusão social via acessibilidade digital: Proposta de inclusão digital para Pessoas com Necessidades Especiais**. E-Compós, v. 8, p. 1–18, 2008.

PAULA, M. B. DE. **Aprimoramento de um dispositivo de levantamento para implementos agrícolas**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 2017.

PINTO, R. S.; JUNIOR, R. A. R.; FONTENELLE, M. A. M. **A ergonomia no processo de desenvolvimento de produtos: estudo e avaliação no projeto de um porta-esmalte**. XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2014.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Ações para a qualidade: GEIQ, gestão integrada para a qualidade: padrão seis sigma, classe mundial**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência Para Melhoria do Processo**. 1. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

RUDENKO, N. **Máquinas de Elevação e Transporte**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1976.

SERRANO, M. I. **Controle De Força De Um Servoatuador Hidráulico Através Da Técnica De Linearização Por Realimentação**. 2007.

SEVERO ROTH. Disponível em: <<https://severoroth.com.br/produto/motor-portao-eletronico-deslizante-500kg-220v-c-2-cremalheira-agl/>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

SILVA, VINÍCIUS. **QFD: OS 6 PASSOS PARA PREENCHER E ANALISAR A CASA DA QUALIDADE**. – Disponível em: <<https://www.kitemes.com.br/2017/05/02/qfd-os-6-passos-para-preencher-e-analisar-a-casa-da-qualidade>>. Acesso em: 18 de nov. de 2021.

SILVA, V. C. DA et al. **Análise comparativa entre aplicações de sistemas hidráulicos e pneumáticos na engenharia**. Revista de trabalhos acadêmicos universo, v. 1, n. 1, p. 398, 2016.

SILVA, E. C. N. **Apostila de Pneumática**. São Paulo, 2002.

SILVA FILHO, P. L.; JUNQUEIRA JUNIOR, A. I. **Projeto e análise estrutural de um elevador pantográfico**. 2017.

SLIKDESK. **Mesa com regulagem de altura - Tudo o que você precisa saber**. Disponível em: <<https://slik.com.br/mesa-com-regulagem-de-altura-tudo-o-que-voce-precisa-saber/#:~:text=A regulagem da altura acontece,base da mesa de escritório.>> Acesso em: 20 abr. 2021.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product Design and Development**. McGraw-Hill Higher Education, 2015.

VIEW TECH. **Filtros e reguladores de Ar Comprimido Festo**, 2019. Disponível em: <<https://blog.viewtech.ind.br/2019/06/07/filtros-e-reguladores-de-ar-comprimido-festo/>>. Acesso em: 20 abr. 2020

VONDER. Disponível em: <https://www.vonder.com.br/produto/macaco_mecanico_tipo_sanfona_06_tonelada_06_tf_vonder/6215>. Acesso em: 27 abr. 2021.

WEG. Disponível em: <

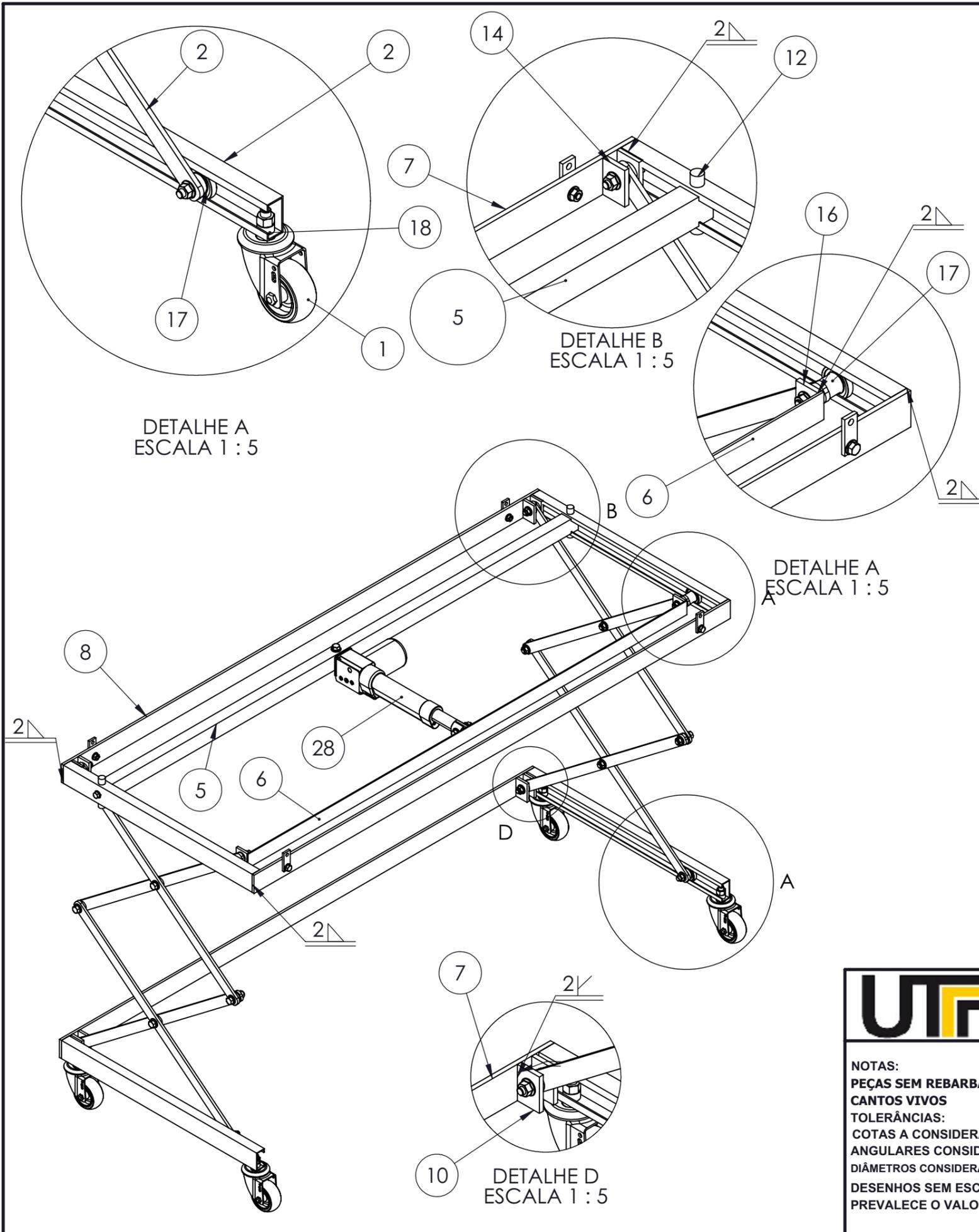
<https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Controle-Industrial/Controls/Comando-e-Sinaliza%C3%A7%C3%A3o/Linha-CSW/Bot%C3%B5es/BOTAO-CSW-BD55FR-WH/p/12884115>>. Acesso em: 23 maio 2022.

ANEXO A – DESENHOS DETALHADOS



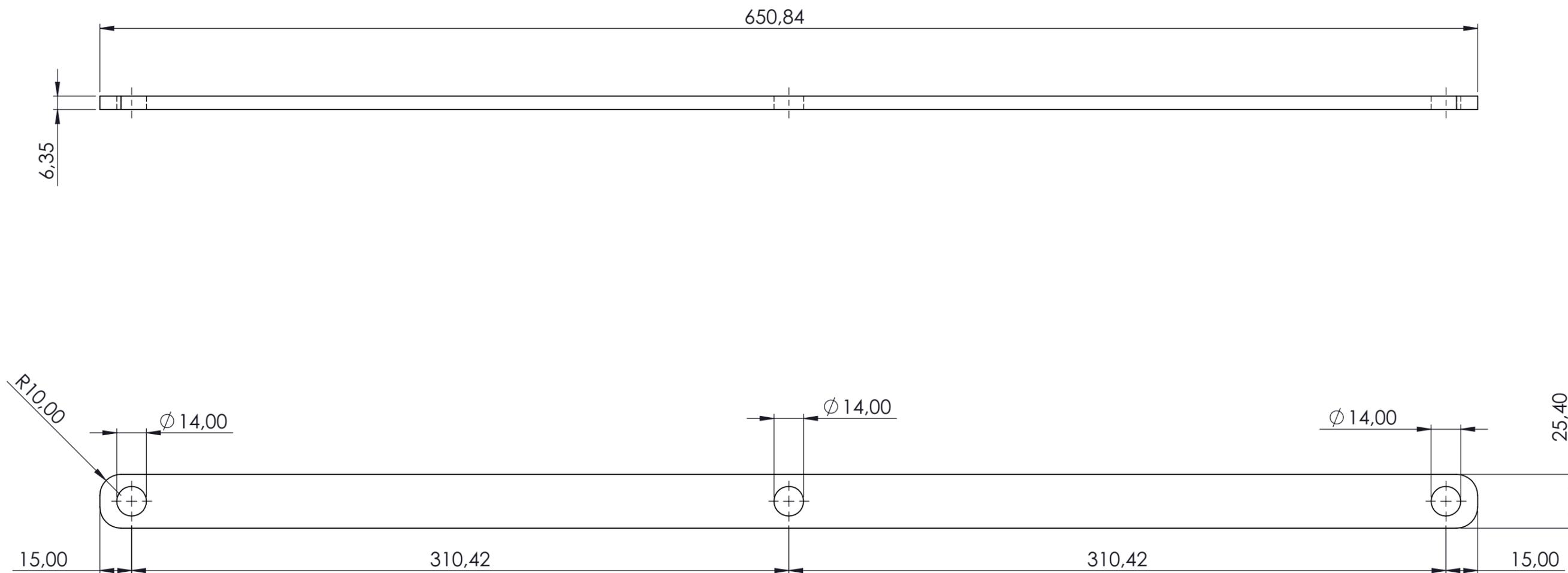
Nº DO ITEM	PEÇA	QTD.
1	RODÍZIO 3 X 1.1-4 (GLE 312 BP SCHIOPPA)	4
2	001 - HASTE	8
3	002 - PISTA INFERIOR	2
4	003 - PISTA SUPERIOR	2
5	004 - BASE ATUADOR	1
6	005 - CANTONEIRA SUPERIOR	1
7	006 - REFORÇO INFERIOR	1
8	007 - REFORÇO SUPERIOR	2
9	008 - ENCAIXE ROLAMENTO SUPERIOR	3
10	009 - ENCAIXE ROLAMENTO INFERIOR	8
11	010 - TRAVA TAMPO	4
12	011 - PORCA CILINDRICA	2
13	012 - BUCHA HASTES	8
14	013 - BUCHA INFERIOR TRASEIRA 1	4
15	014 - BUCHA INFERIOR TRASEIRA 2	4
16	015 - BUCHA ROLAMENTO SUPERIOR	2
17	016 - BUCHA ROLAMENTO INFERIOR	2
18	017 - BUCHA RODIZIO	4
19	PARAFUSO SX FLANGEADO M10X45MM	8
20	PARAFUSO SX FLANGEADO M10X35MM	8
21	PARAFUSO SX FLANGEADO M12X40MM	4
22	PARAFUSO SX FLANGEADO M8X45MM	2
23	PARAFUSO SX FLANGEADO M8x20MM	4
24	PORCA SX M10 FLANGEADA	16
25	PORCA SX M8 FLANGEADA	6
26	PORCA SX M12 FLANGEADA	4
27	T01 - TAMPO GRANITO	1
28	ATUADOR LINEAR 150MM	1
29	ROLAMENTO SKF - 16004	4

	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 1
	MATERIAL:		ACABAMENTO:
	DESCRIÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO COM TAMPO DE GRANITO.		
	APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO		
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DIMENSÕES [mm]:	CÓDIGO: M01	FOLHA: 01

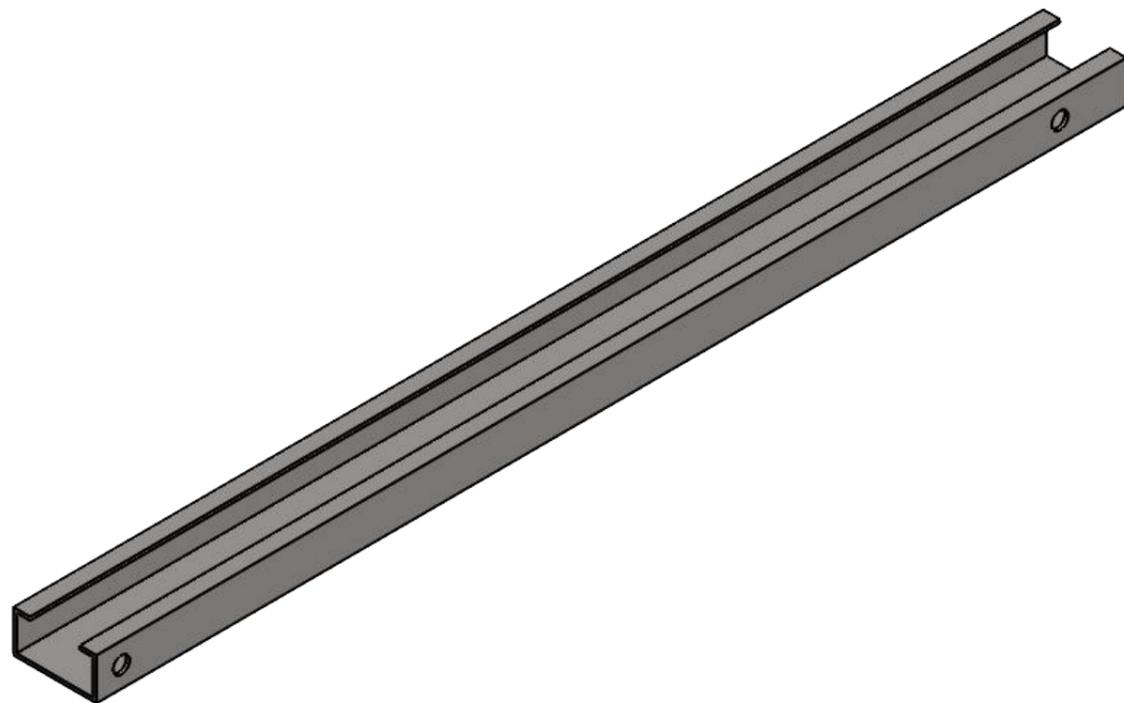
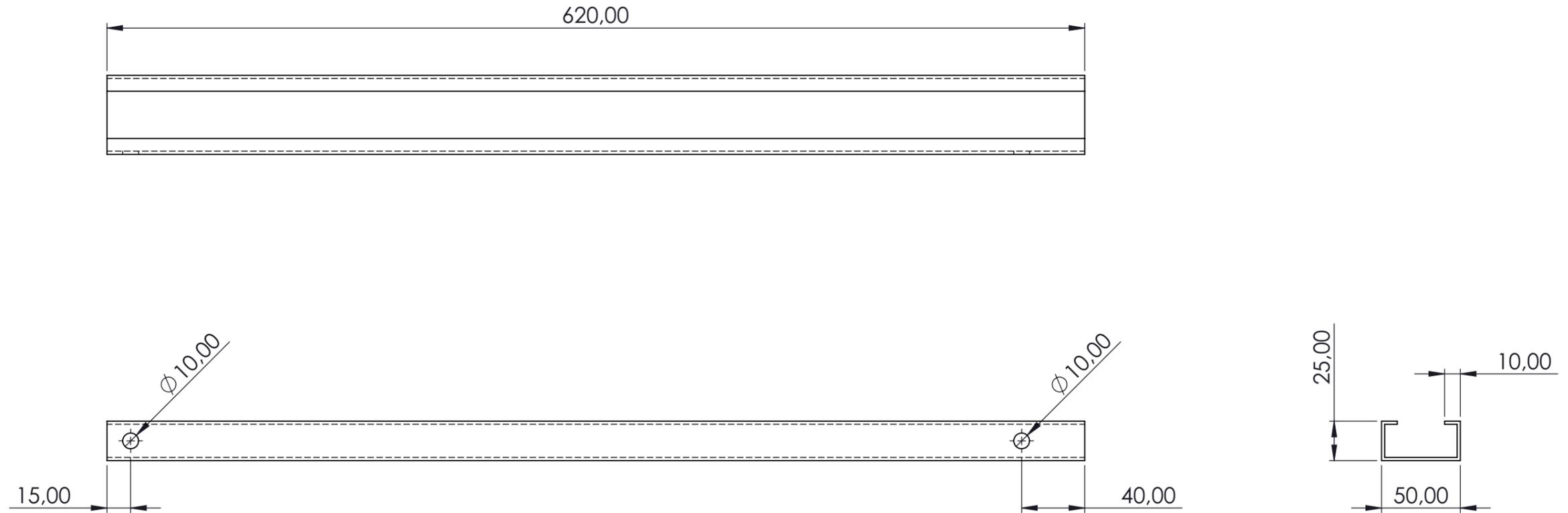


Nº DO ITEM	PEÇA	QTD.
1	RODÍZIO 3 X 1.1-4 (GLE 312 BP SCHIOPPA)	4
2	001 - HASTE	8
3	002 - PISTA INFERIOR	2
4	003 - PISTA SUPERIOR	2
5	004 - BASE ATUADOR	1
6	005 - CANTONEIRA SUPERIOR	1
7	006 - REFORÇO INFERIOR	1
8	007 - REFORÇO SUPERIOR	2
9	008 - ENCAIXE ROLAMENTO SUPERIOR	3
10	009 - ENCAIXE ROLAMENTO INFERIOR	8
11	010 - TRAVA TAMPO	4
12	011 - PORCA CILINDRICA	2
13	012 - BUCHA HASTES	8
14	013 - BUCHA INFERIOR TRASEIRA 1	4
15	014 - BUCHA INFERIOR TRASEIRA 2	4
16	015 - BUCHA ROLAMENTO SUPERIOR	2
17	016 - BUCHA ROLAMENTO INFERIOR	2
18	017 - BUCHA RODIZIO	4
19	PARAFUSO SX FLANGEADO M10X45MM	8
20	PARAFUSO SX FLANGEADO M10X35MM	8
21	PARAFUSO SX FLANGEADO M12X40MM	4
22	PARAFUSO SX FLANGEADO M8X45MM	2
23	PARAFUSO SX FLANGEADO M8x20MM	4
24	PORCA SX M10 FLANGEADA	16
25	PORCA SX M8 FLANGEADA	6
26	PORCA SX M12 FLANGEADA	4
27	T01 - TAMPO GRANITO	1
28	ATUADOR LINEAR 150MM	1
29	ROLAMENTO SKF - 16004	4

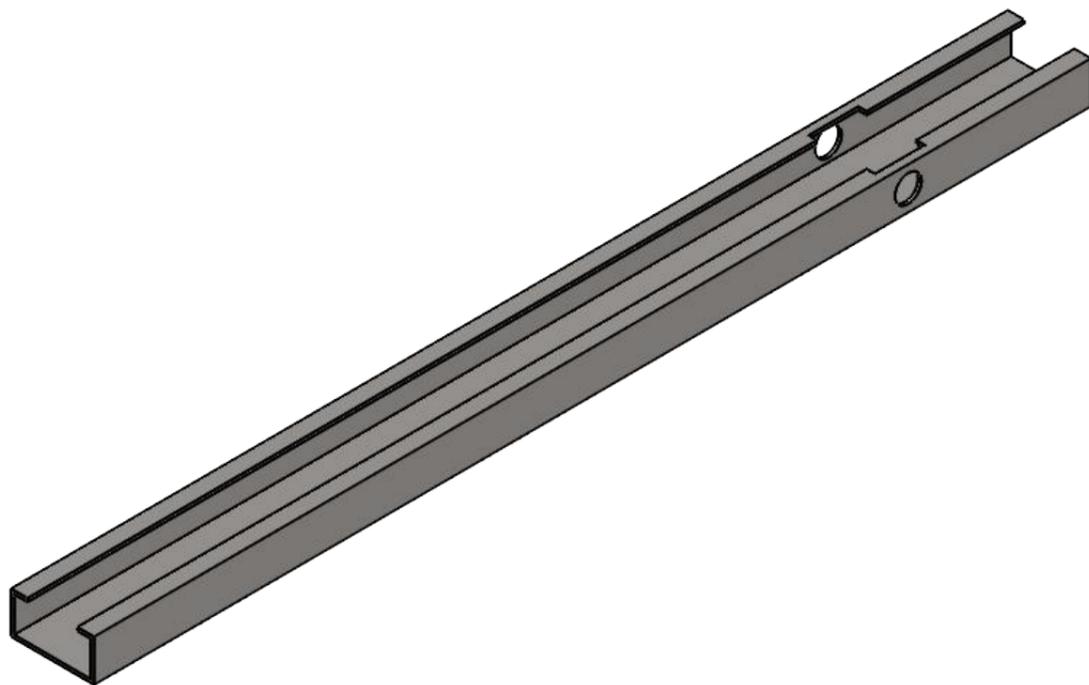
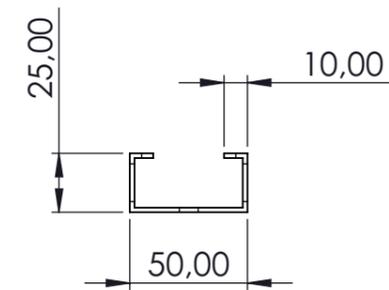
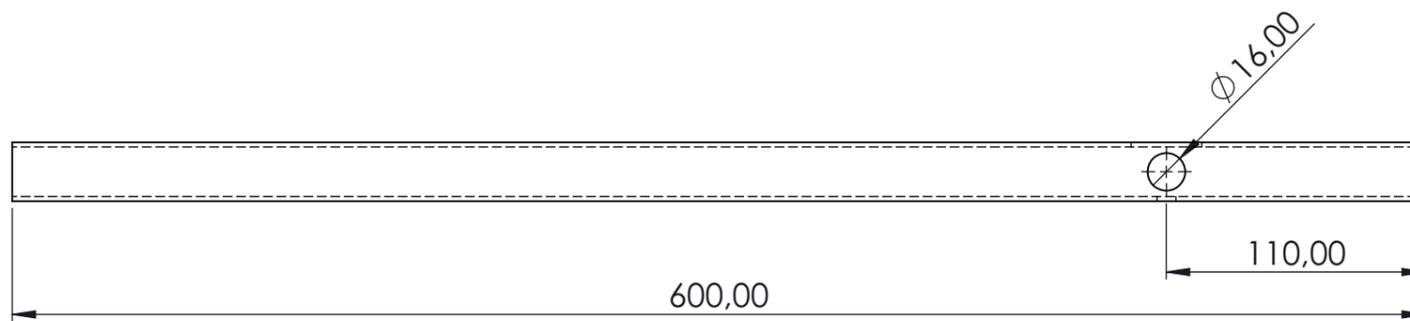
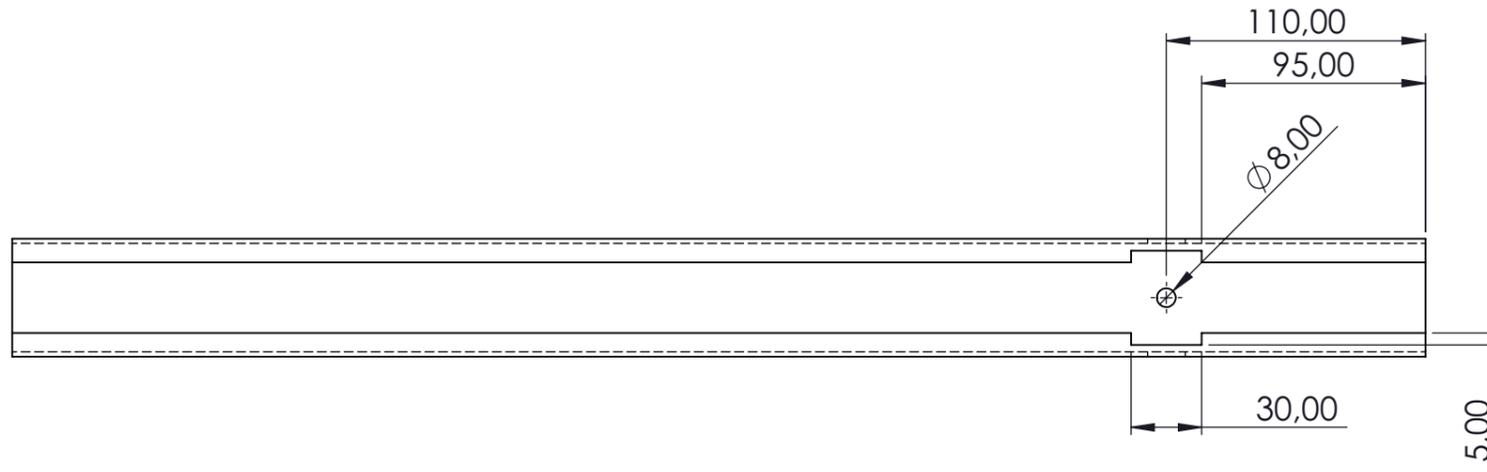
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 1
	MATERIAL:		ACABAMENTO:
	DESCRIÇÃO: ESTRUTURA DA BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO.		
	APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO		
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DIMENSÕES [mm]:		CÓDIGO: M02 FOLHA: 02



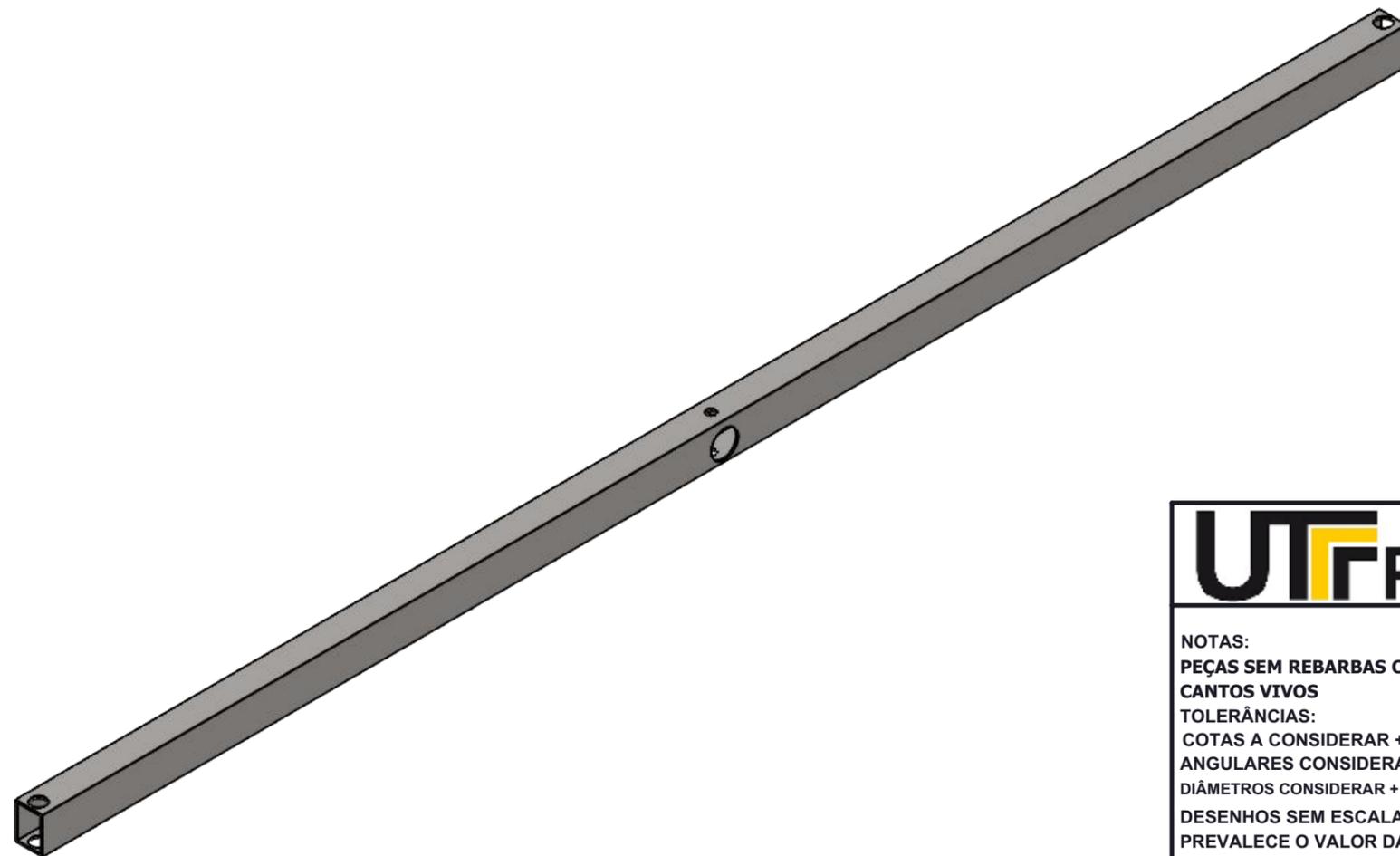
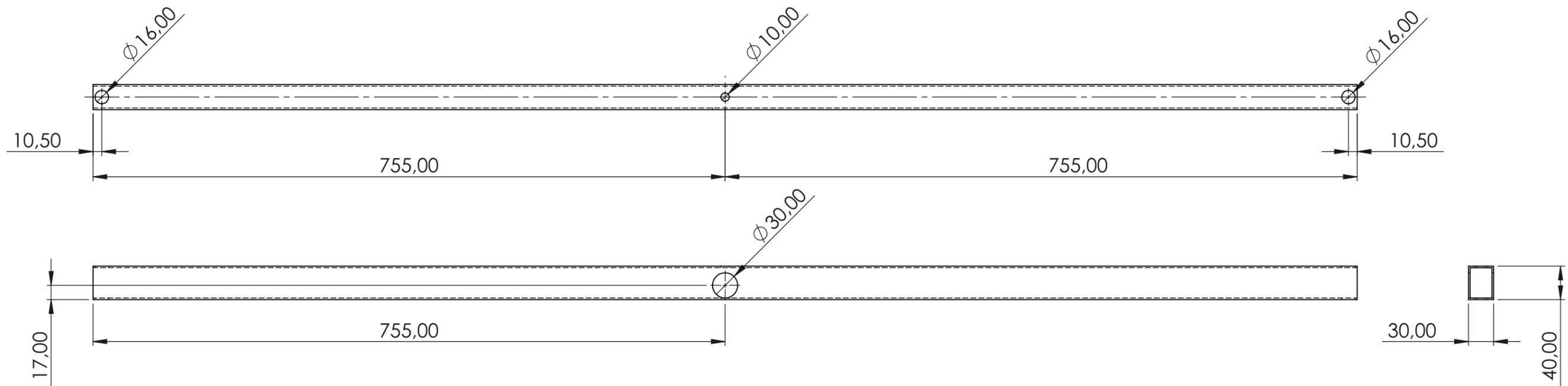
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 8
	MATERIAL: AÇO SAE 1020	ACABAMENTO:	
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: HASTE CRUZADA PARA MOVIMENTO DA BANCADA.		
APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO		DIMENSÕES [mm]:	CÓDIGO: 001
			FOLHA: 03



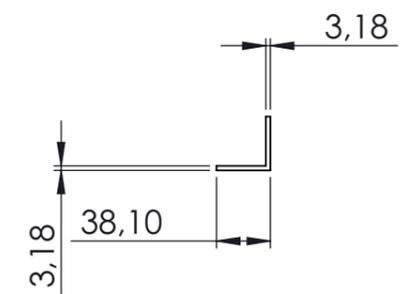
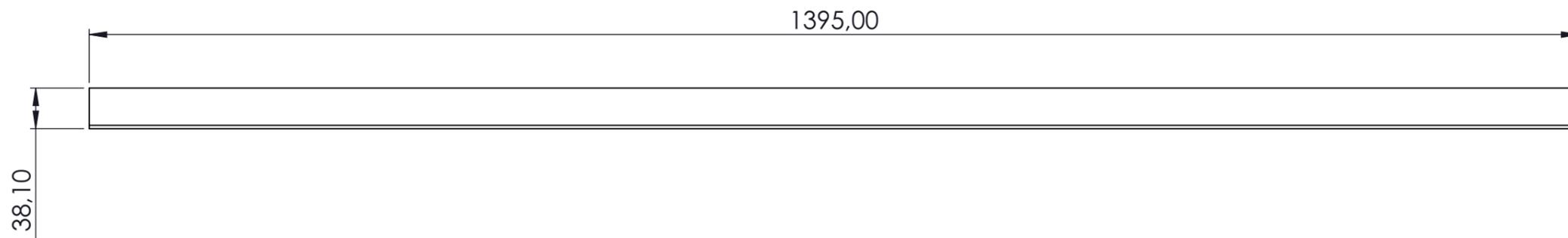
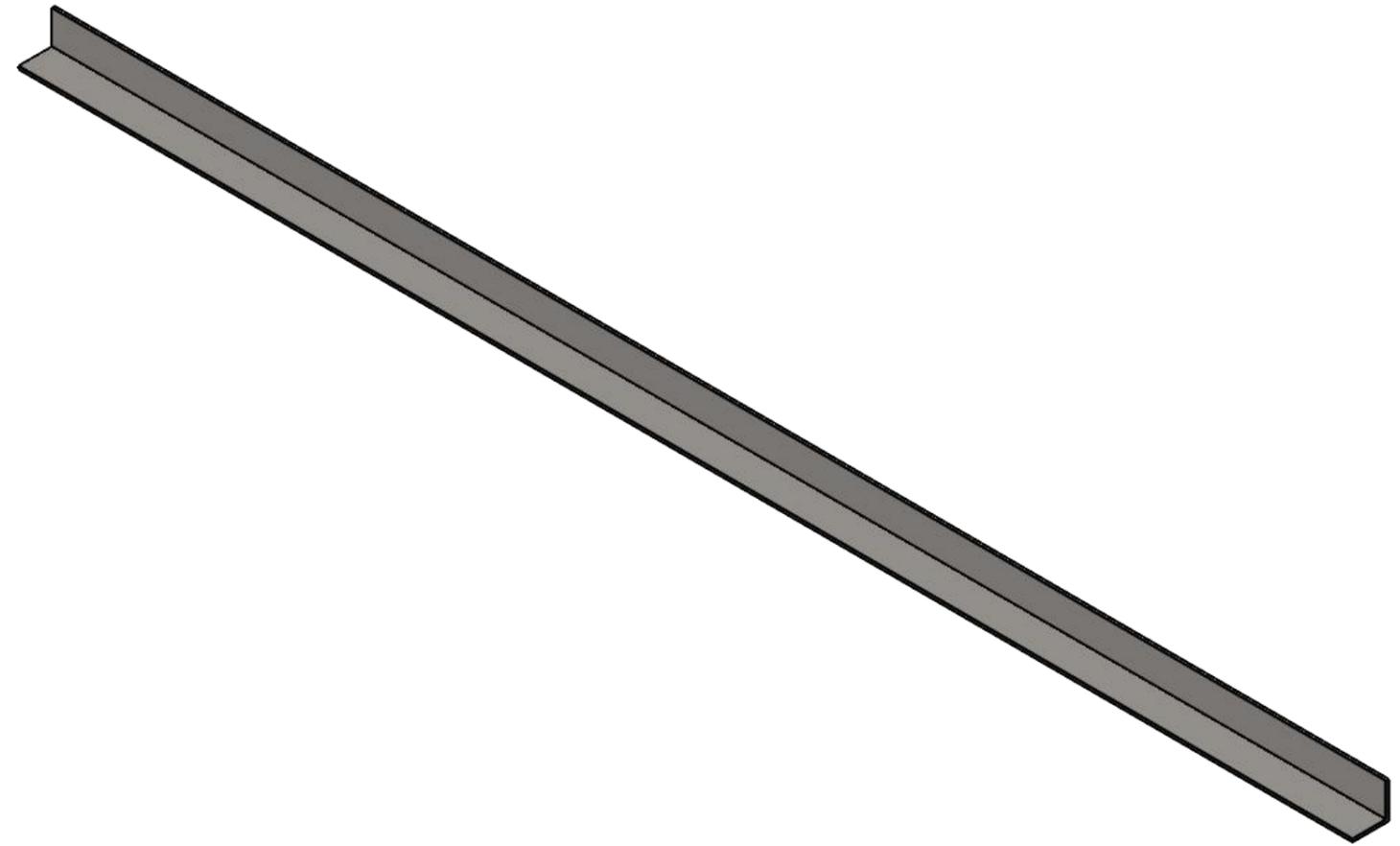
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 2
	MATERIAL: AÇO SAE 1020	ACABAMENTO:	
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: PISTA INFERIOR PARA APOIO DOS ROLAMENTOS E ESTRUTURA.		
APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO			
DIMENSÕES [mm]:		CÓDIGO: 002	FOLHA: 04



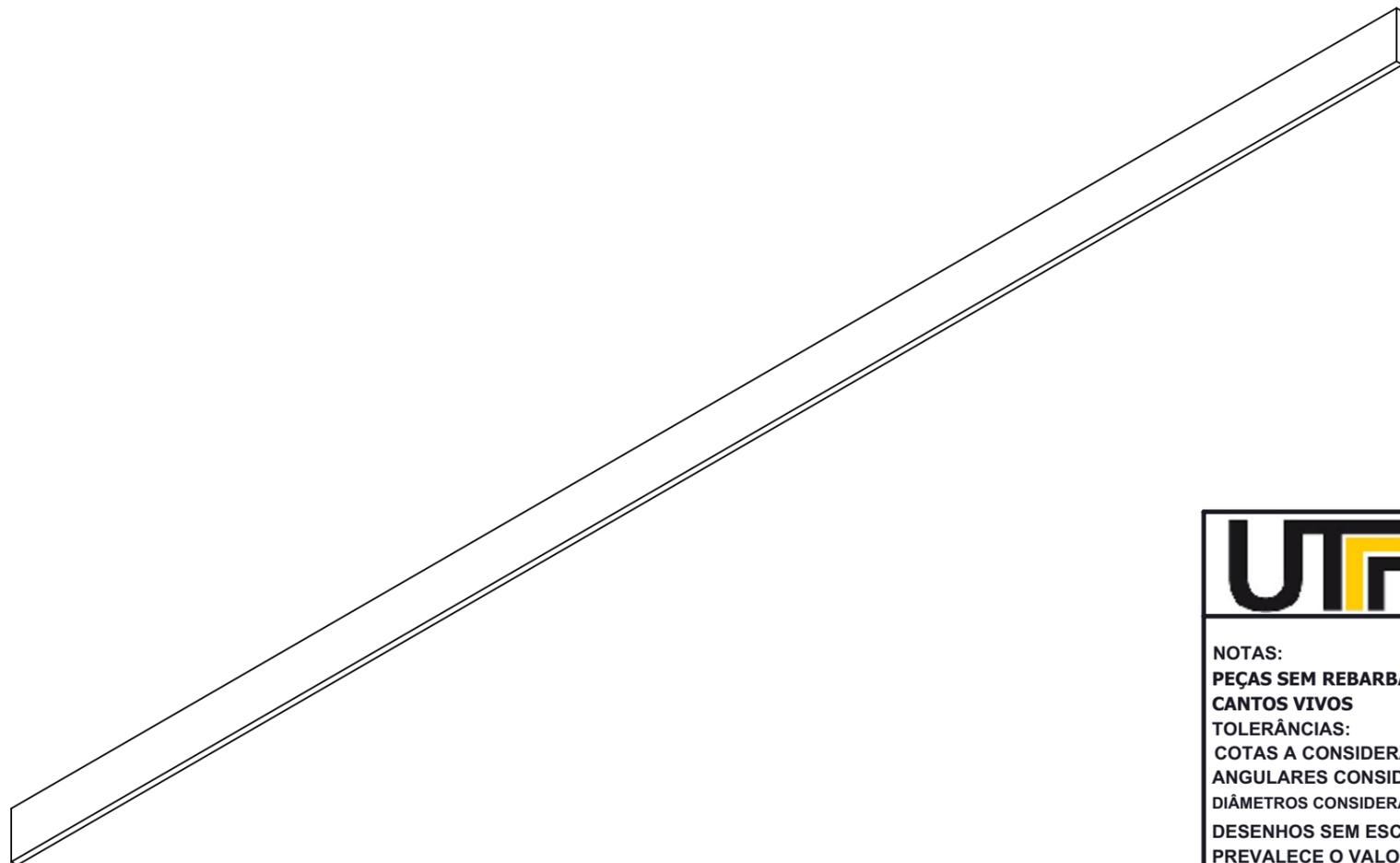
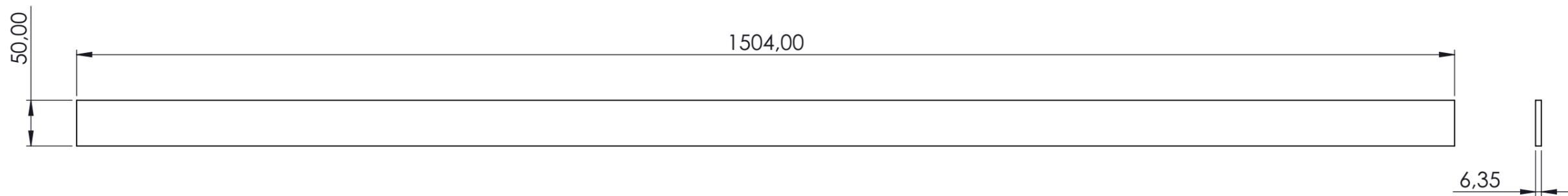
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 2
	MATERIAL: AÇO SAE 1020	ACABAMENTO:	
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: PISTA SUPERIOR PARA APOIO DOS ROLAMENTOS E ESTRUTURA.		
APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO			
DIMENSÕES [mm]:		CÓDIGO: 003	FOLHA: 05



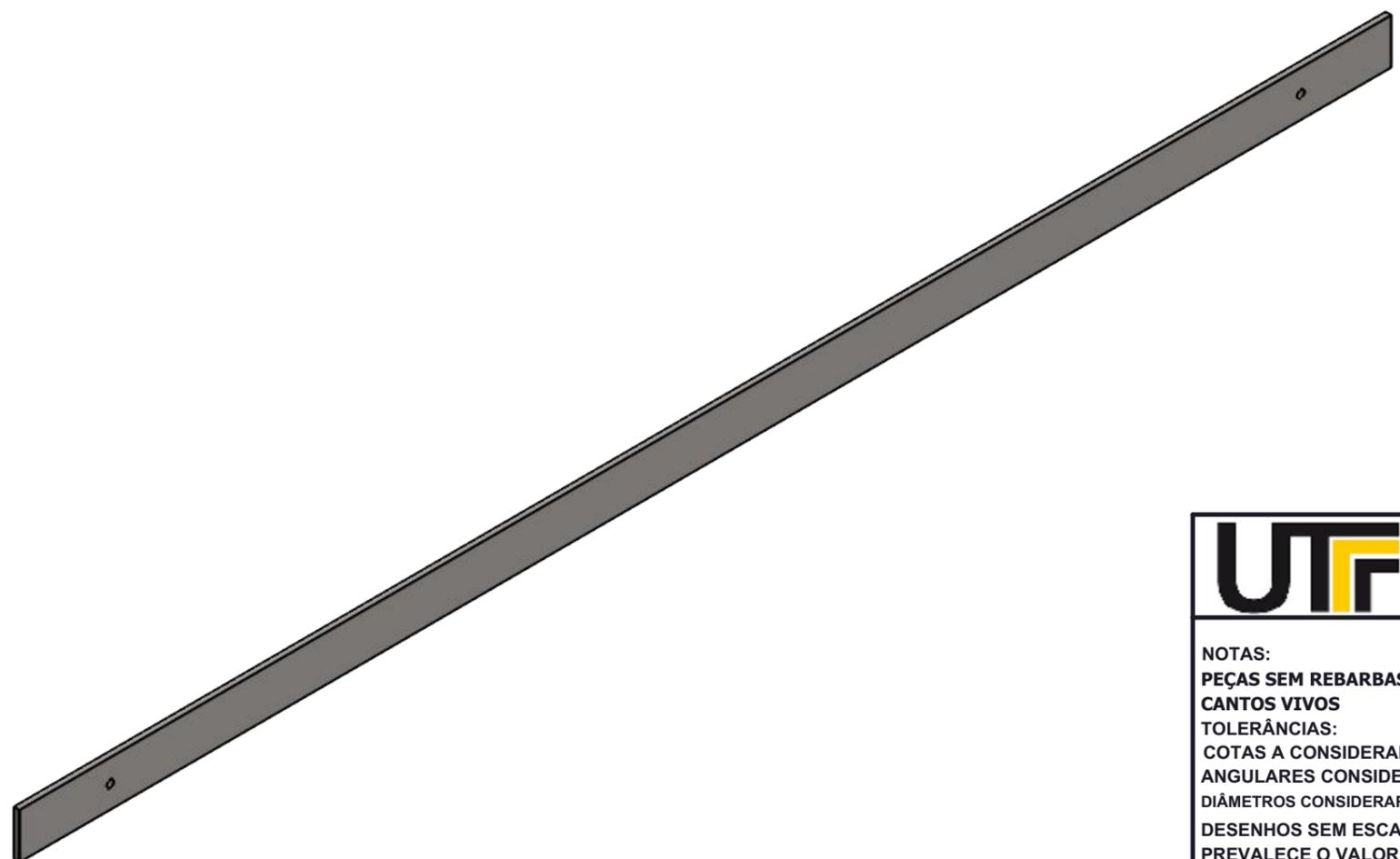
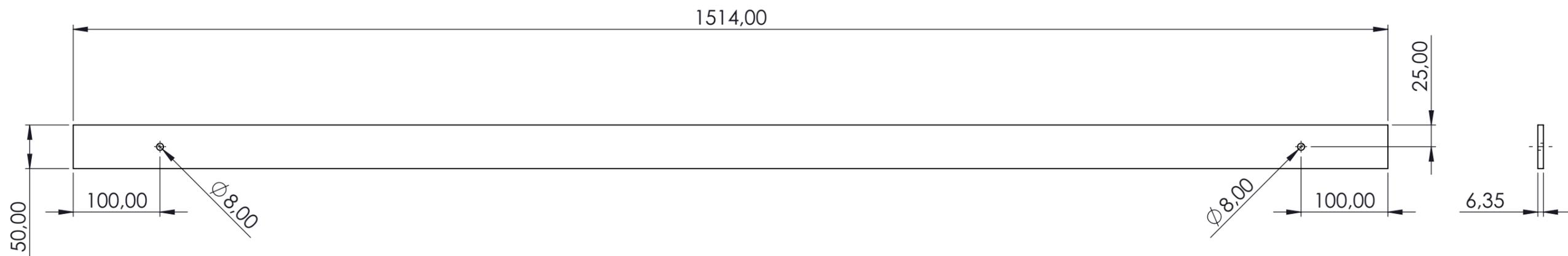
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 1
	MATERIAL: AÇO SAE 1020	ACABAMENTO:	
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: SUPORTE CENTRAL PARA FIXAÇÃO DO ATUADOR LINEAR.		
APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO		DIMENSÕES [mm]:	CÓDIGO: 004
			FOLHA: 06



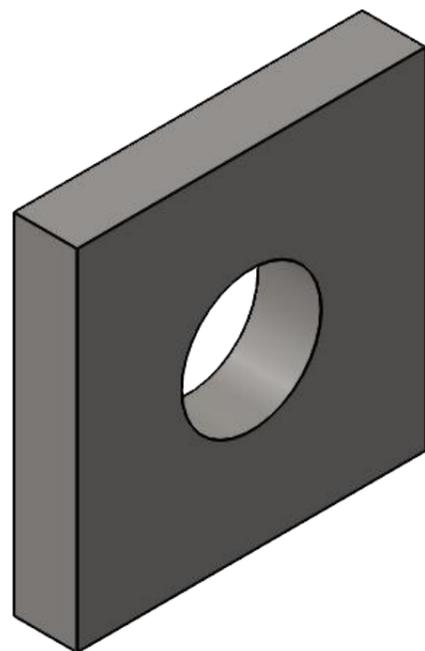
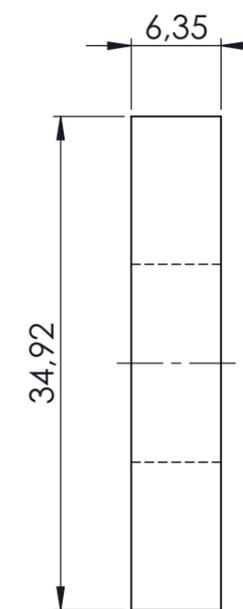
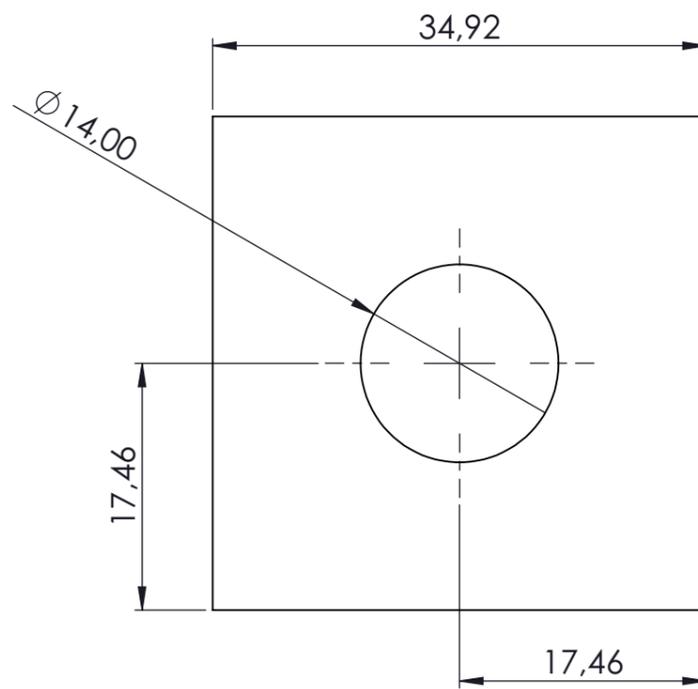
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22 PROJETA: FERNANDO E. S. QUANT: 1
	MATERIAL: AÇO SAE 1020 ACABAMENTO:
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: CANTONEIRA PARA FIXAR O CURSO DO ATUADOR LINEAR E MOVER OS ROLAMENTOS FRONTAIS SUPERIORES.
	APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO
	DIMENSÕES [mm]: CÓDIGO: 005 FOLHA: 07



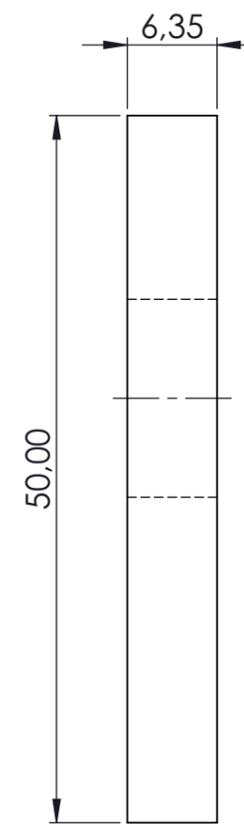
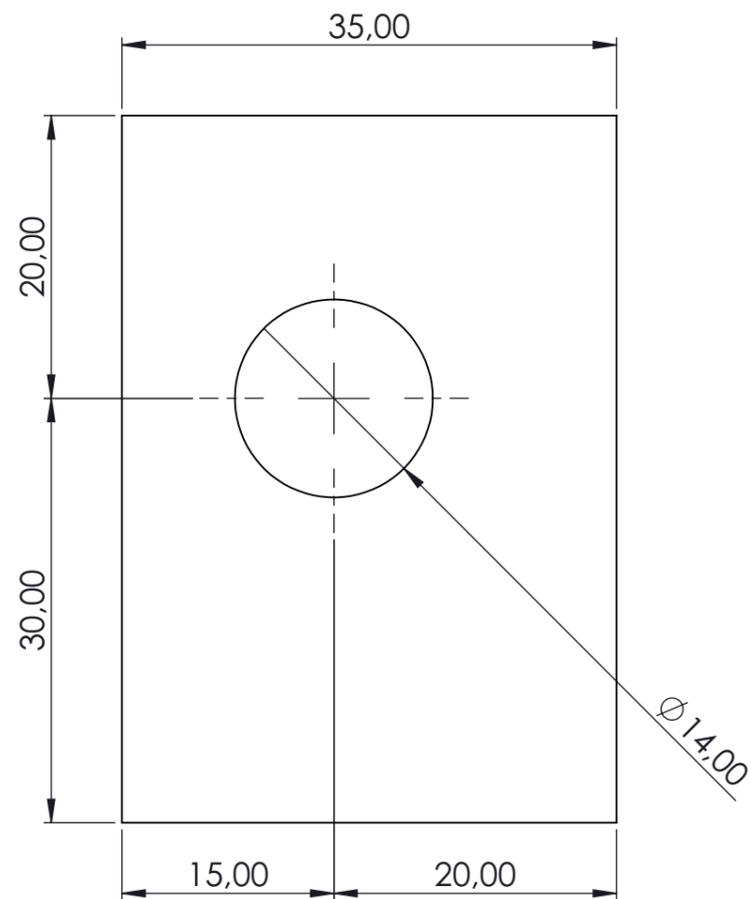
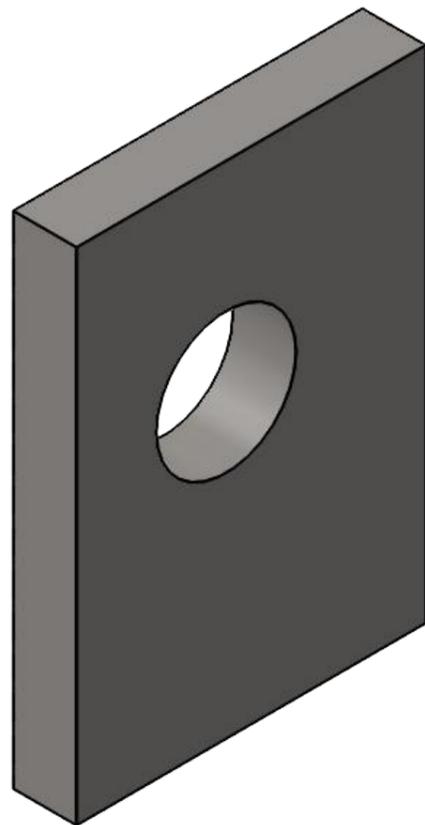
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 1
	MATERIAL: AÇO SAE 1020	ACABAMENTO:	
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: REFORÇO ESTRUTURAL INFERIOR TRASEIRO.		
APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO		DIMENSÕES [mm]:	CÓDIGO: 006
			FOLHA: 08



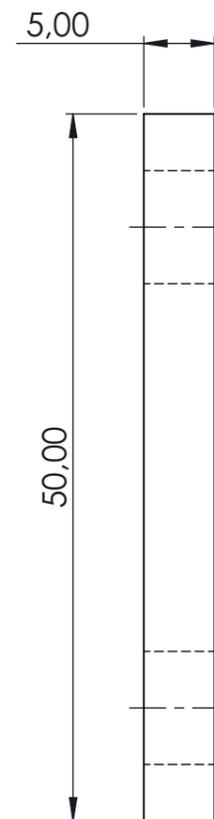
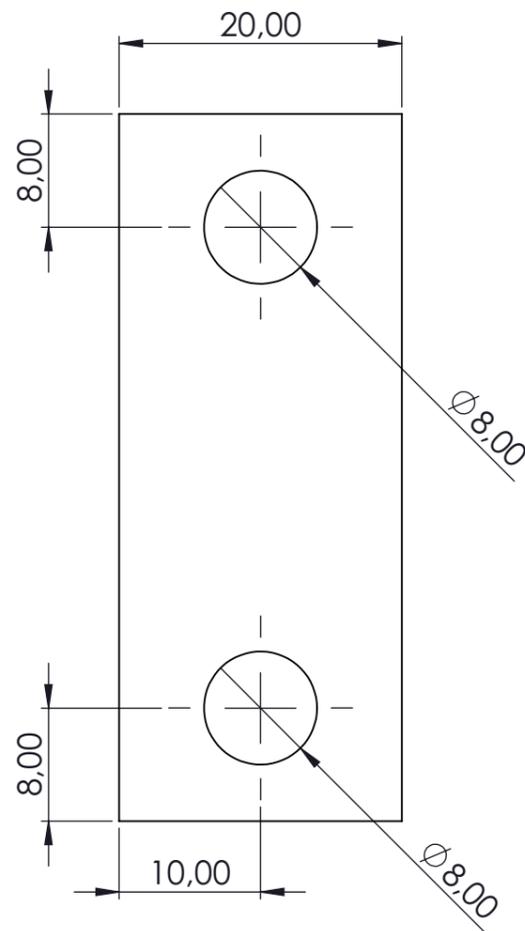
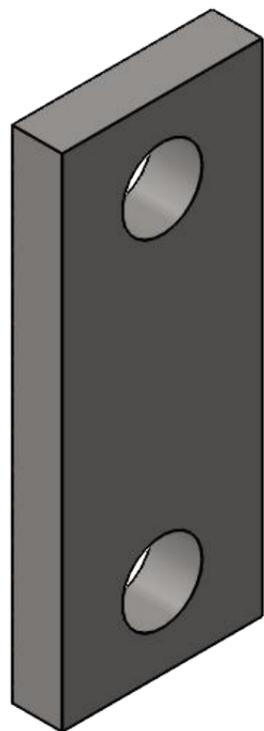
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 2
	MATERIAL: AÇO SAE 1020	ACABAMENTO:	
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: REFORÇO ESTRUTURAL SUPERIOR.		
APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO			
DIMENSÕES [mm]:		CÓDIGO: 007	FOLHA: 09



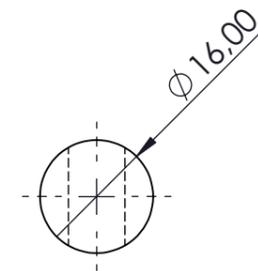
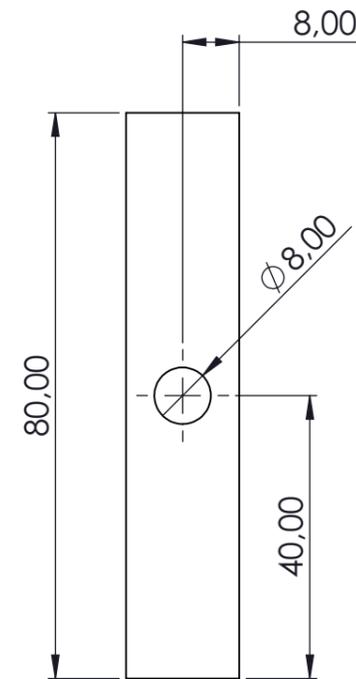
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 3
	MATERIAL: AÇO SAE 1020	ACABAMENTO:	
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: APOIO FRONTAL FIXADO NA CANTONEIRA PARA LIGAR O ATUADOR A CANTONEIRA E A CANTONEIRA AOS ROLAMENTOS.		
	APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO		
	DIMENSÕES [mm]:	CÓDIGO: 008	FOLHA: 10



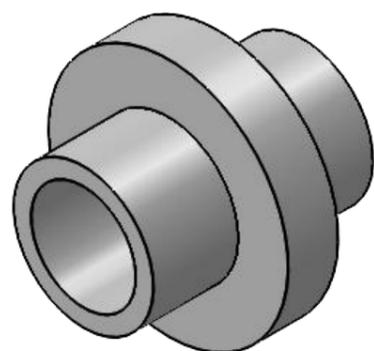
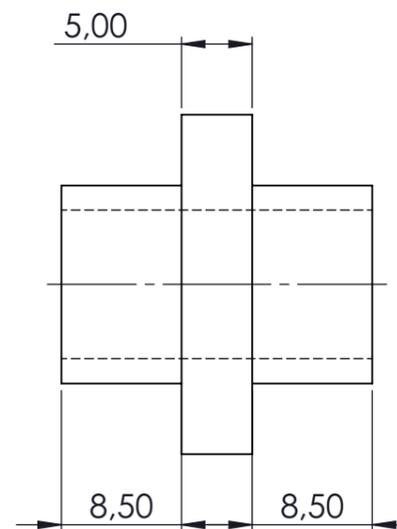
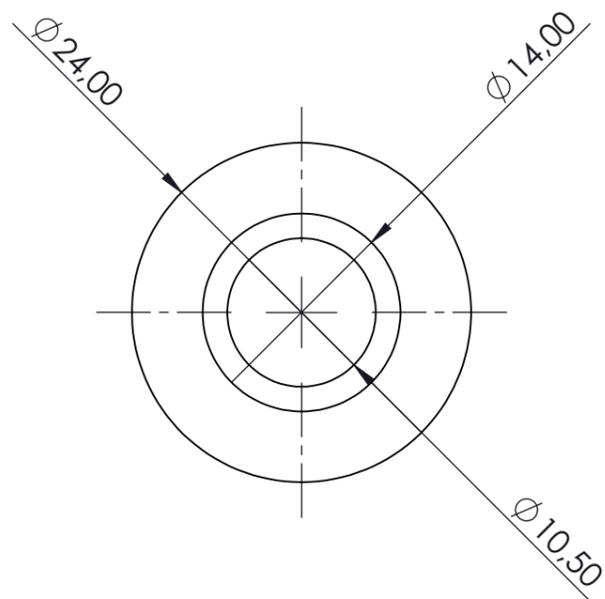
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 8
	MATERIAL: AÇO SAE 1020	ACABAMENTO:	
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: APOIO PARA FIXAÇÃO DAS HASTES À ESTRUTURA.		
	APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO		
	DIMENSÕES [mm]:	CÓDIGO: 009	FOLHA: 11



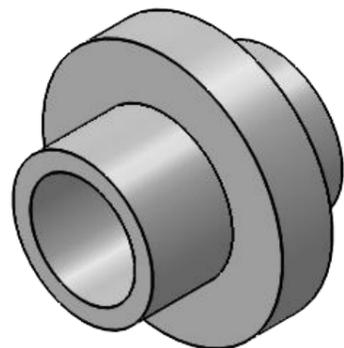
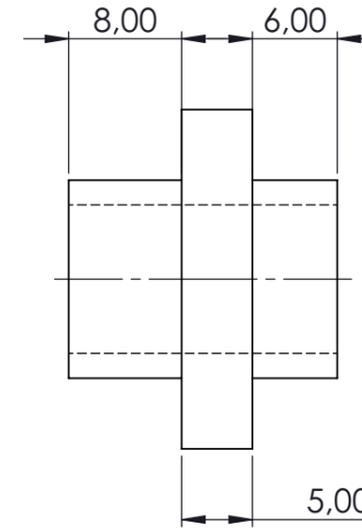
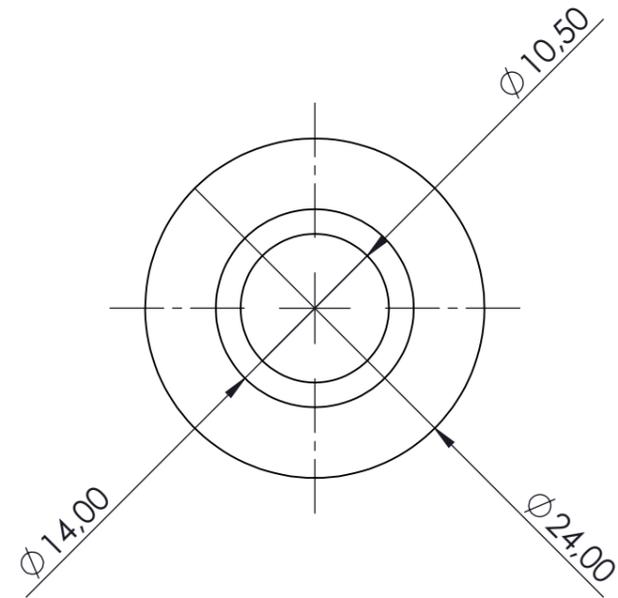
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22 PROJETA: FERNANDO E. S. QUANT: 4
	MATERIAL: AÇO SAE 1020 ACABAMENTO:
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: APOIO QUE TRAVA O TAMPO JUNTO À ESTRUTURA DA BANCADA.
	APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO
	DIMENSÕES [mm]: CÓDIGO: 010 FOLHA: 12



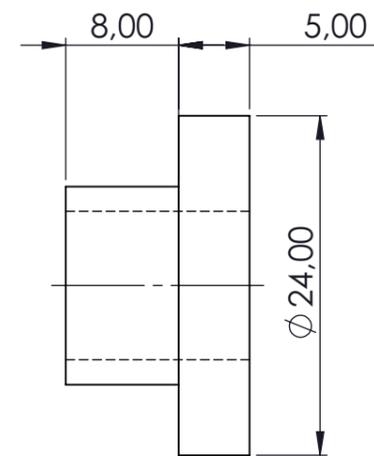
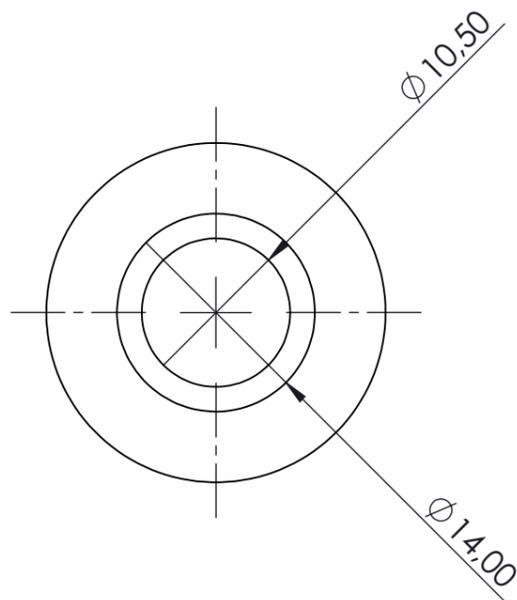
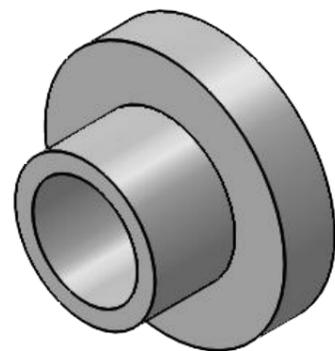
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 2
	MATERIAL: AÇO SAE 1020	ACABAMENTO:	
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: PORCA CILINDRICA PARATRAVAR O APOIO DO ATUADOR JUNTO À ESTRUTURA.		
	APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO		
	DIMENSÕES [mm]:	CÓDIGO: 011	FOLHA: 13



	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 8
	MATERIAL: NYLON 6		ACABAMENTO:
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: BUCHA DE NYLON PARA MINIMIZAR O ATRITO ENTRE AS PARTES METÁLICAS.		
	APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO		
	DIMENSÕES [mm]:	CÓDIGO: 012	FOLHA: 14



	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 4
	MATERIAL: NYLON 6		ACABAMENTO:
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: BUCHA DE NYLON PARA MINIMIZAR O ATRITO ENTRE AS PARTES METÁLICAS.		
APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO			
DIMENSÕES [mm]:		CÓDIGO: 013	FOLHA: 15



DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22 | PROJETISTA: FERNANDO E. S. | QUANT: 4

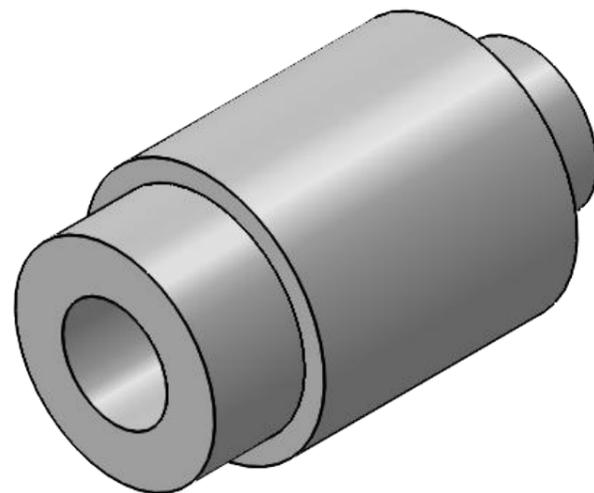
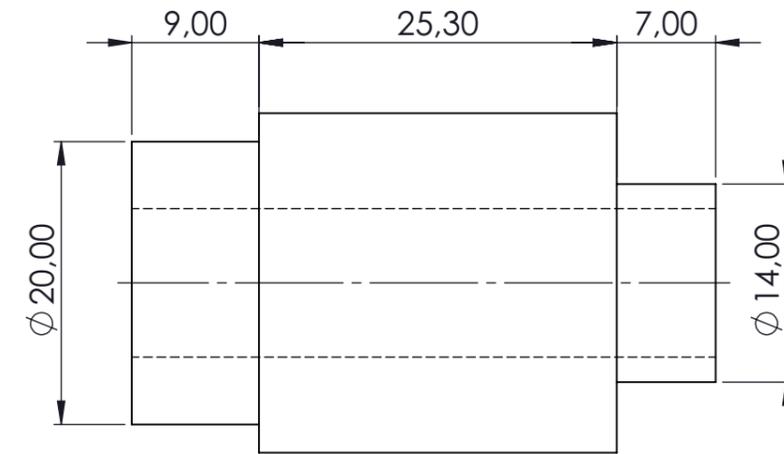
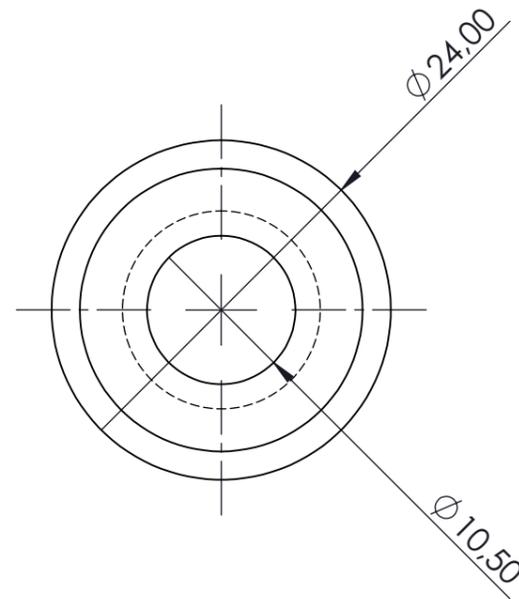
MATERIAL: NYLON 6 | ACABAMENTO:

NOTAS:
 PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS
 TOLERÂNCIAS:
 COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm
 ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2°
 DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm
 DESENHOS SEM ESCALA
 PREVALECE O VALOR DA COTA

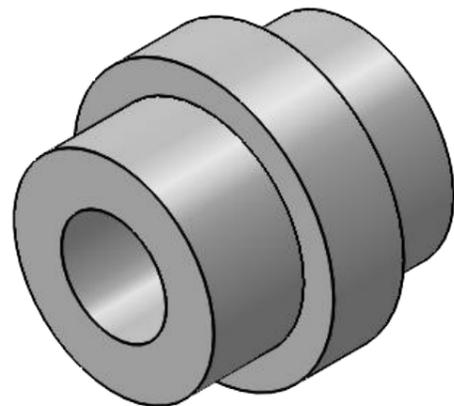
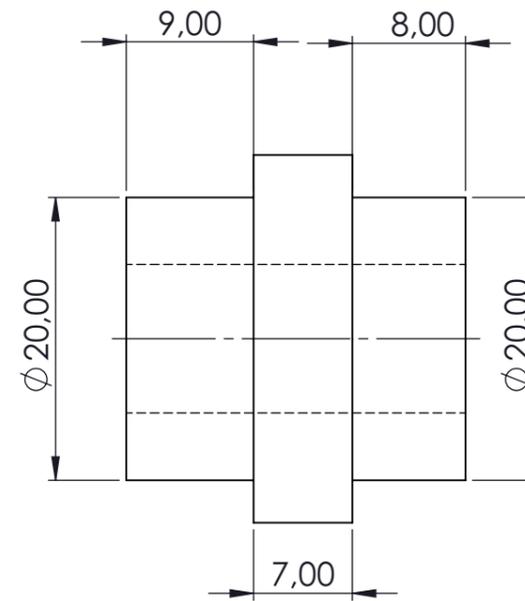
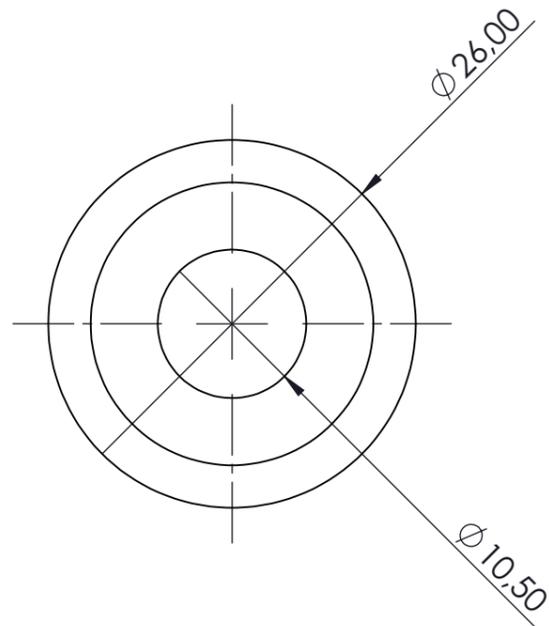
DESCRIÇÃO: BUCHA DE NYLON PARA MINIMIZAR O ATRITO ENTRE AS PARTES METÁLICAS.

APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO

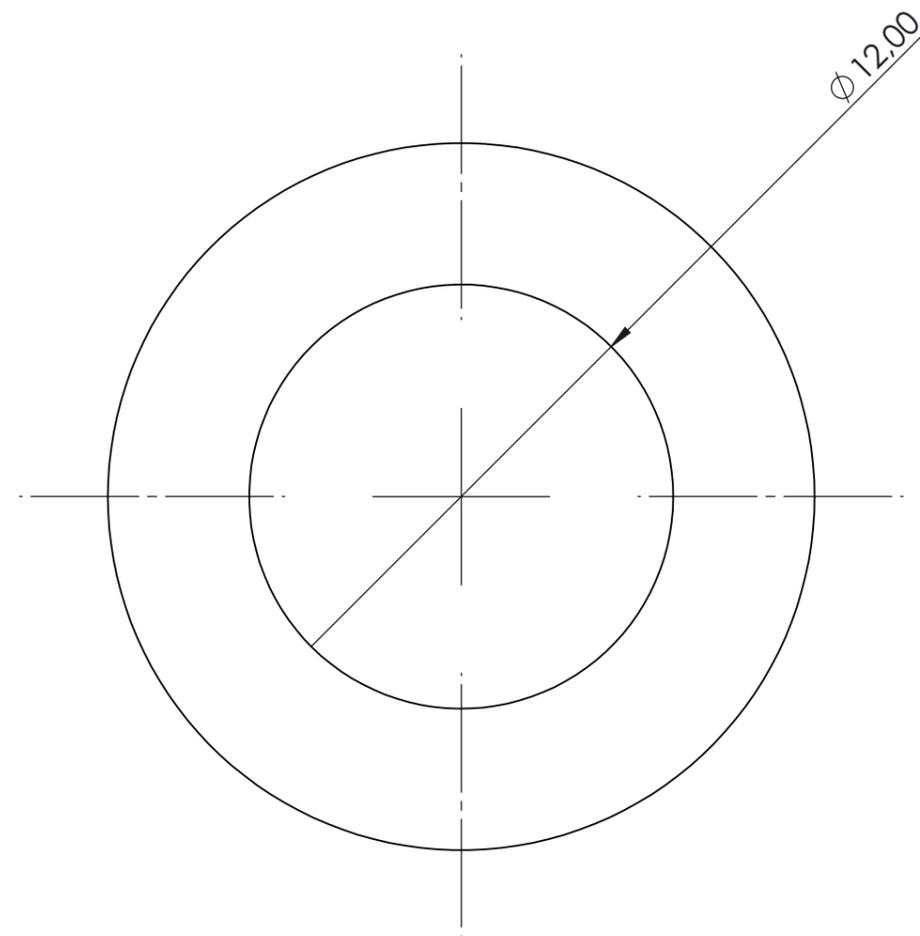
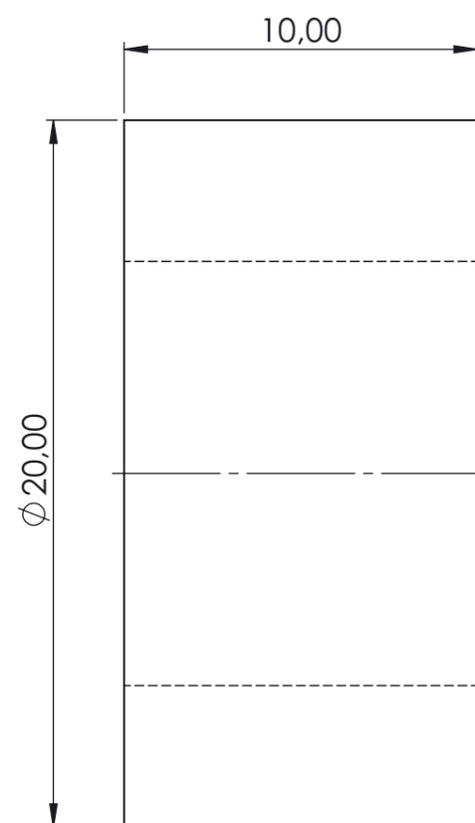
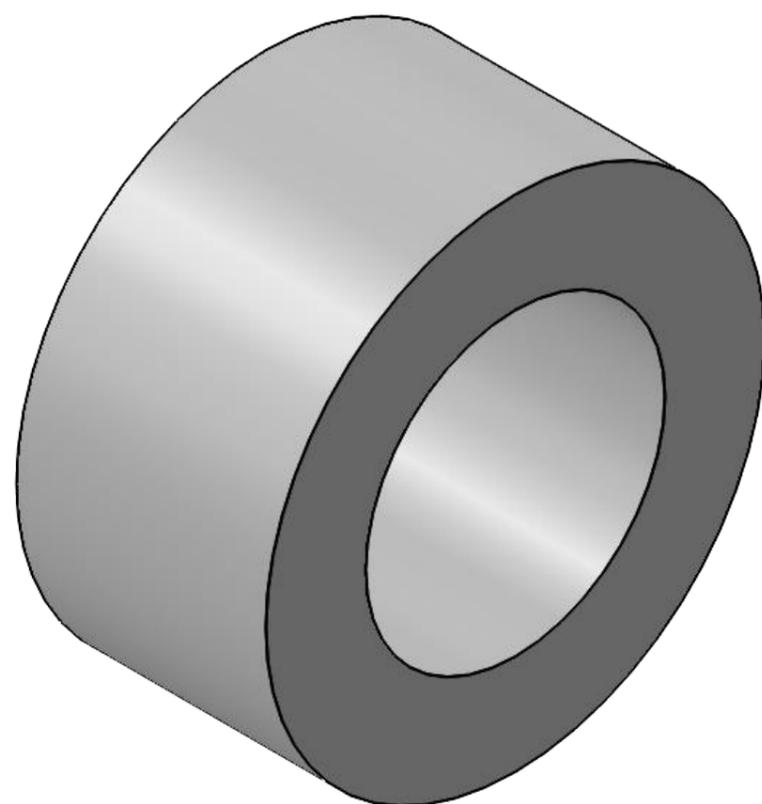
DIMENSÕES [mm]: | CÓDIGO: 014 | FOLHA: 16



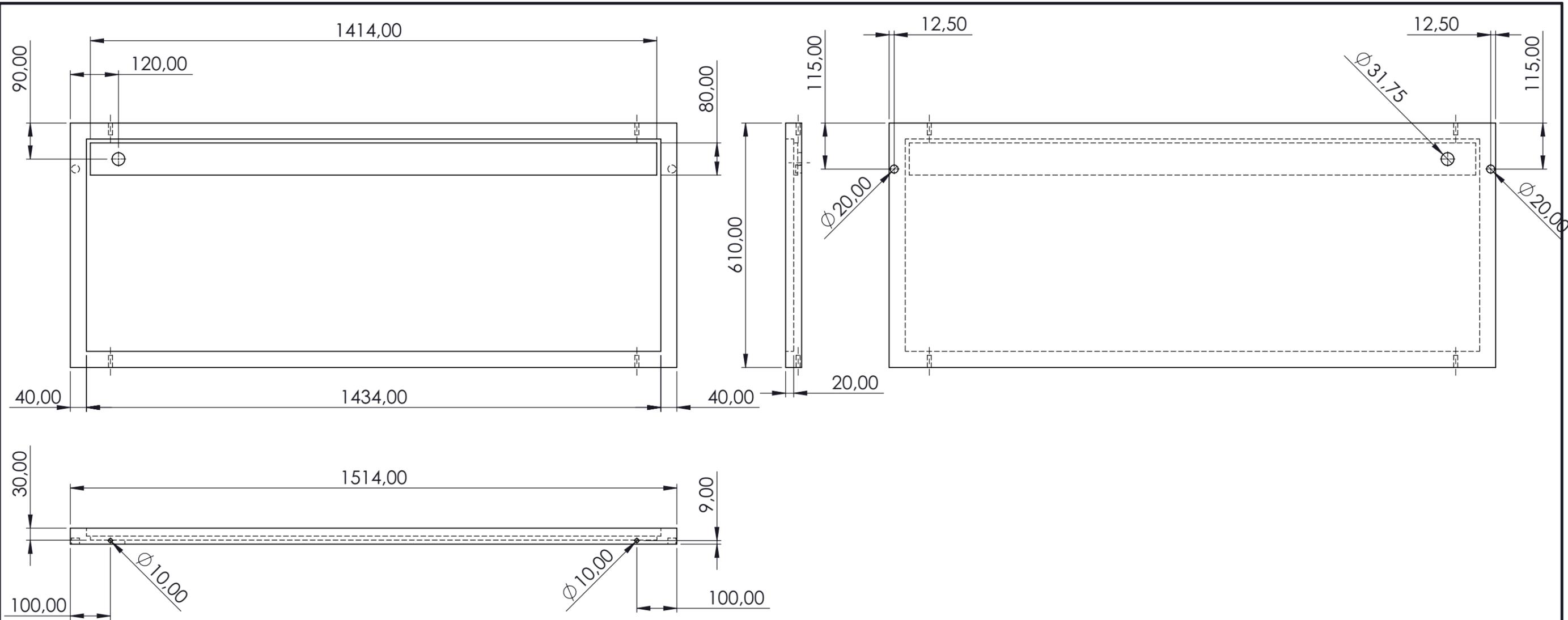
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 2
	MATERIAL: NYLON 6		ACABAMENTO:
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: BUCHA DE NYLON PARA MINIMIZAR O ATRITO ENTRE AS PARTES METÁLICAS.		
	APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO		
	DIMENSÕES [mm]:	CÓDIGO: 015	FOLHA: 17



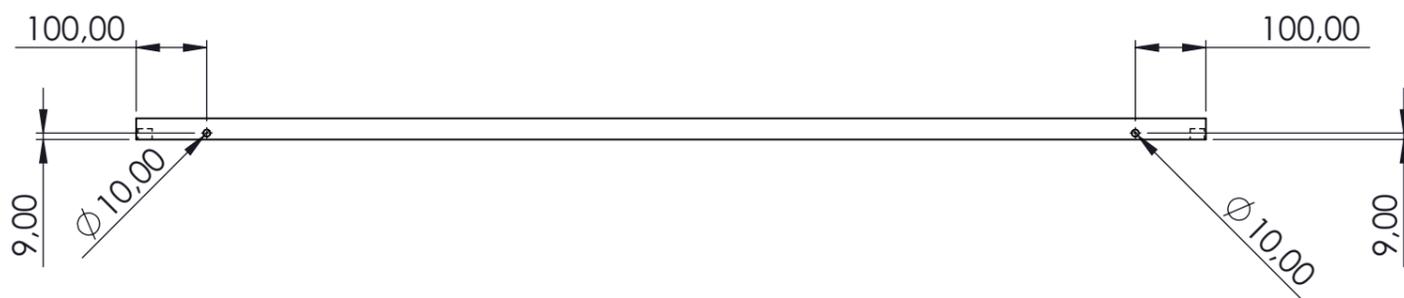
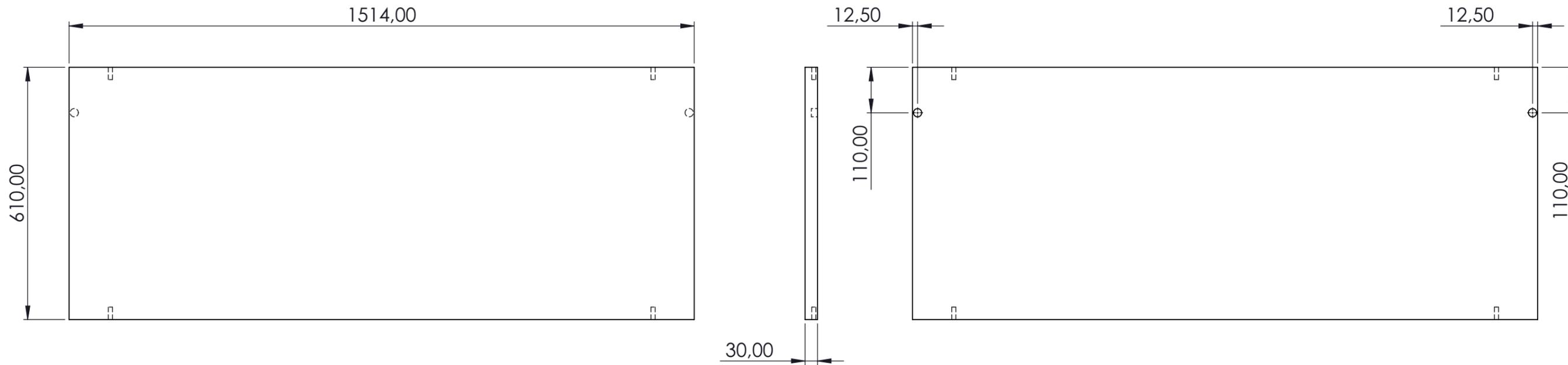
	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 2
	MATERIAL: NYLON 6		ACABAMENTO:
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: BUCHA DE NYLON PARA MINIMIZAR O ATRITO ENTRE AS PARTES METÁLICAS.		
	APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO		
	DIMENSÕES [mm]:	CÓDIGO: 016	FOLHA: 18



	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 2
	MATERIAL: NYLON 6	ACABAMENTO:	
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: BUCHA DE NYLON PARA MINIMIZAR O ATRITO ENTRE AS PARTES METÁLICAS.		
APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO			
DIMENSÕES [mm]:		CÓDIGO: 017	FOLHA: 19



	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 1
	MATERIAL: GRANITO	ACABAMENTO:	
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: TAMPO DE GRANITO DIRECIONADO PARA AULAS NO LABORATÓRIO DE QUÍMICA.		
APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO			
DIMENSÕES [mm]:		CÓDIGO: T01	FOLHA: 20



	DATA DE CRIAÇÃO: 16/11/22	PROJETISTA: FERNANDO E. S.	QUANT: 1
	MATERIAL: MDF		ACABAMENTO:
NOTAS: PEÇAS SEM REBARBAS OU CANTOS VIVOS TOLERÂNCIAS: COTAS A CONSIDERAR + - 0,5 mm ANGULARES CONSIDERAR + - 0,2° DIÂMETROS CONSIDERAR + - 0,3 mm DESENHOS SEM ESCALA PREVALECE O VALOR DA COTA	DESCRIÇÃO: TAMPO PADRÃO DE MDF PARA DIVERSAS APLICAÇÕES.		
APLICAÇÃO: BANCADA PARA LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO			CÓDIGO: T02
DIMENSÕES [mm]:		FOLHA: 21	