

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

TIAGO PERONDI

**DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE UMA BANCADA DIDÁTICA PARA
SOLDAGEM E PROCESSOS AFINS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2019

TIAGO PERONDI

**DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE UMA BANCADA DIDÁTICA PARA
SOLDAGEM E PROCESSOS AFINS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 1, do Curso de Engenharia Mecânica da Coordenação de Engenharia Mecânica – COEME – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cezar Adamczuk

PATO BRANCO

2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE UMA BANCADA DIDÁTICA PARA SOLDAGEM E PROCESSOS AFINS

TIAGO PERONDI

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado no dia 29/11/2019 como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Mecânico, do curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco (UTFPR-PB). O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora julgou o trabalho **APROVADO**.

Prof. Dr. Fabio de Freitas Lima
(UTFPR – Departamento de Mecânica)

Prof. Me. Roberto Nunes da Costa
(UTFPR – Departamento de Mecânica)

Prof. Dr. Paulo Cezar Adamczuk
(UTFPR – Departamento de Mecânica)
Orientador

Prof. Dr. Paulo Cezar Adamczuk
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Mecânica

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me proporcionado em chegar até aqui. A minha família por ter me dado todo apoio que me foi disposto durante os anos que estive na universidade. Em especial a minha esposa, Camila Canan, por todo companheirismo, pelo carinho e por todo seu apoio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Cezar Adamczuk, pelos seus conhecimentos, por terem sugerido este tema de pesquisa, pelo apoio e contribuições para este trabalho e para minha formação.

Agradeço à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ao Curso de Engenharia Mecânica e a todos os professores que fizeram parte da minha jornada na universidade, por terem sido responsáveis pelo maior crescimento pessoal e profissional pelo qual já passei na minha vida.

EPÍGRAFE

The driving force for new product development is not technology, not money, but people's imagination. (PACKARD, David, 1995).

A força motriz para o desenvolvimento de novos produtos não é tecnologia, nem dinheiro, mas a imaginação das pessoas. (PACKARD, David, 1995).

RESUMO

PERONDI, Tiago. **Desenvolvimento e construção de uma bancada didática para soldagem e processos afins**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2019.

Este trabalho elenca definições dos procedimentos de construções tais como: processos de soldagem por eletrodo revestido, processos de soldagem por resistência, processo de união por rebitagem e de desenvolvimento de produto, com o objetivo de auxiliar professores e estudantes de diferentes níveis de escolaridade, a bancada auxiliará no entendimento dos processos para execução de uma bancada portátil. Além disso também tem como objetivo desenvolver uma bancada didática afim de facilitar atividades laboratoriais, permitindo efetuar trabalhos específicos com máquinas e equipamentos pertinentes de forma organizada, rápida, segura e ergonômica. Também serão apresentados o detalhamento do desenvolvimento da bancada.

Palavras-chave: Bancada didática, desenvolvimento de produto, soldagem.

ABSTRACT

PERONDI, Tiago. **Development and construction of a didactic workbench for welding and related processes**. Course Completion Work – Mechanical Engineering Course, Technological Federal University of Paraná. Pato Branco. 2019.

This work lists definitions of construction procedures such as: coated electrode welding processes, resistance welding processes, riveting joining process and product development, with the aim of assisting teachers and students of different levels of education, bench will assist in understanding the processes for running a portable bench. It also aims to develop a didactic workbench in order to facilitate laboratory activities, allowing to perform specific work with relevant machines and equipment in an organized, fast, safe and ergonomic way. Also will be presented the details of the development of the bench.

Keywords: Didactic workbench, product development, welding.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Processos de soldagem por fusão.....	13
Figura 2 - Tipos de juntas de soldas.	15
Figura 3 – Tipos de soldas.	15
Figura 4 -Dimensão da garganta em juntas de solda.....	16
Figura 5 - Processos de soldagem por resistência.....	17
Figura 6 - Rebites.....	18
Figura 7 - Modelo de referência do processo de desenvolvimento de produto	19
Figura 8 - Tubo 80x40x1,5 mm	23
Figura 9 - Tubo 20x20x1,5 mm	23
Figura 10 - Perfil T.....	23
Figura 11 - Cantoneira 38,1x4,75 mm.....	23
Figura 12 - Cantoneira 19x2,5 mm.....	24
Figura 13 - Chapa Lisa 19x2,5 mm	24
Figura 14 - Chapa Lisa 2"x3/16"	24
Figura 15 - Chapa de fixação dos Rodízios	24
Figura 16 - Croqui inicial do projeto.....	27
Figura 17 - Parte da estrutura dos painéis solares.....	28
Figura 18 - Quadro principal.....	28
Figura 19 - Fabricação dos perfis T.....	29
Figura 20 - Fixação dos perfis T no quadro principal	29
Figura 21 - Forma de retenção de resíduos	30
Figura 22 - Chapa para fixação dos rodízios e rodízios fixados.....	30
Figura 23 - Estrutura semifinalizada.....	31
Figura 24 - Fixação das chapas galvanizadas	31
Figura 25 - Rebitagem.....	32
Figura 26 - Bancada portátil	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Levantamento de custos	34
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	OBJETIVO GERAL	12
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.1.3	JUSTIFICATIVA DOS OBJETIVOS	12
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	13
2.1	PROCESSOS DE SOLDAGEM	13
2.1.1	Tipos de Juntas e Soldas	14
2.2	SOLDAGEM POR RESISTÊNCIA	16
2.3	PROCESSOS DE UNIÃO POR REBITAGEM	18
2.4	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP).....	19
2.5	SEGURANÇA NO TRABALHO	20
2.5.1	Equipamentos de proteção Individual (EPIs).....	20
3	METODOLOGIA.....	22
3.1	MATERIAS E EQUIPAMENTOS	22
3.1.1	Materiais	22
3.1.2	Equipamentos.....	25
3.2	MÉTODOS DE FABRICAÇÃO.....	25
4	ETAPAS DE PROJETO	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
6	CONCLUSÕES	35
	REFERÊNCIAS.....	36
	ANEXO A – Detalhamento da Bancada	38
	ANEXO B - Seção A-A.....	39
	ANEXO C – Vistas da Bancada.....	40

1 INTRODUÇÃO

Com as mudanças constantes do mercado, e diante de consumidores exigentes, é de grande necessidade o desenvolvimento de produtos de qualidade, tornando evidente a importância da criação, e melhoria de produtos no mundo dos negócios.

De acordo com ROZENFELD et al (2012), o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), consiste em um conjunto de atividades, buscando a partir destas as necessidades do mercado, a estratégias competitivas, as possibilidades e restrições tecnológicas, entre outras, abrangendo como um todo o planejamento e gerenciamento do mesmo. Ainda, o desenvolvimento de produto envolve o acompanhamento do produto após o lançamento, bem como o planejamento da descontinuidade do produto no mercado incorporando estes conceitos na especificação do projeto atendendo assim, todas as necessidades do produto ao longo do seu ciclo de vida.

Para que o desenvolvimento de um produto seja efetivo, é necessário que exista uma dedicação e empenho de todos os envolvidos, além de uma estrutura que seja capaz de cumprir cada etapa do projeto da melhor maneira possível, diminuindo ao máximo os erros que venham a gerar custos.

Devido a necessidade de criação de pequenos produtos artesanais para uso em laboratório, com finalidade educacional (kits didáticos), de pesquisa, projetos de extensão, entre outros. Surgiu a ideia de desenvolver uma bancada portátil para facilitar a elaboração das atividades laboratoriais ligadas a serralheria e projetos a fins.

Com uma produção interna de produtos artesanais o custo para a realização de determinadas atividades seria reduzido, pois ao invés de comprar produtos prontos, pode-se criar o mesmo quando possível.

Também é de grande importância ter um equipamento que possa ser utilizado para realizar treinamentos básicos, qualificando pessoas, pois com um certo conhecimento e pequenos investimentos é possível montar um pequeno negócio.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo principal desenvolver uma bancada didática afim de facilitar atividades laboratoriais, permitindo efetuar trabalhos específicos com máquinas e equipamentos pertinentes de forma organizada, rápida, segura e ergonômica.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Estudo de modelos de sistemas (bancadas) portáteis;
- ii. Definir parâmetros (dimensões, *layout* da mesa) do projeto a ser realizado;
- iii. Gerar desenho com os detalhamentos;
- iv. Realizar o levantamento de materiais necessário;
- v. Efetuar uma revisão teórica sobre: processos de desenvolvimento de produto, processos de soldagem, processos de união por rebitagem, parafusos, equipamentos de segurança, estruturas metálicas, materiais;
- vi. Analisar o processo de fabricação da bancada a ser desenvolvida;
- vii. Realizar um levantamento dos custos em geral;
- viii. Desenvolver o produto.

1.1.3 JUSTIFICATIVA DOS OBJETIVOS

A justificativa do presente projeto está vinculada aos interesses acadêmicos do Curso de Engenharia Mecânica da UTFPR – PB, devido a necessidade de uma bancada portátil para facilitar a utilização de equipamentos e aparelhos, desenvolvimento de kits didáticos para pesquisas posteriores, e cursos extensivos relacionados a soldagens e processos a fins.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 PROCESSOS DE SOLDAGEM

Há diferentes processos utilizados na fabricação e recuperação de peças que se adaptam no termo soldagem. Pode-se definir soldagem como método de união, porém, diversos métodos de soldagem ou variações destes são usados para a deposição de material sobre uma superfície, visando a recuperação de peças desgastadas ou para a desenvolvimento de um revestimento com características particulares (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009).

Para o presente projeto foram considerados os processos de soldagem por fusão, devido ao grande número destes processos os mesmos são normalmente separados em subgrupos. A Figura 1 apresenta alguns processos de soldagens por fusão e suas principais características.

Figura 1- Processos de soldagem por fusão.

PROCESSO	FONTES DE CALOR	TIPO DE CORRENTE E POLARIDADE	AGENTE PROTETOR OU DE CORTE	OUTRAS CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
Soldagem por eletro-escória	Aquecimento por resistência da escória líquida	Contínua ou alternada	Escória	Automática/Mecanizada. Junta na vertical. Arame alimentado mecanicamente na poça de fusão. Não existe arco	Soldagem de aço carbono, baixa e alta liga, espessura ≥ 50 mm. Soldagem de peças de grande espessura, eixos, etc.
Soldagem ao Arco Submerso	Arco elétrico	Contínua ou alternada. Eletrodo +	Escória e gases gerados	Automática/mecaniz. ou semi-automática. O arco arde sob uma camada de fluxo granular	Soldagem de aço carbono, baixa e alta liga. Espessura ≥ 10 mm. Posição plana ou horizontal de peças estruturais, tanques, vasos de pressão, etc.
Soldagem com Eletrodos Revestidos	Arco elétrico	Contínua ou alternada. Eletrodo + ou -	Escória e gases gerados	Manual. Vareta metálica recoberta por camada de fluxo	Soldagem de quase todos os metais, exceto cobre puro, metais preciosos, reativos e de baixo ponto de fusão. Usado na soldagem em geral.
Soldagem com Arame Tubular	Arco elétrico	Contínua. Eletrodo +	Escória e gases gerados ou fornecidos por fonte externa. Em geral o CO ₂	O fluxo está contido dentro de um arame tubular de pequeno diâmetro. Automático ou semi-automático	Soldagem de aço carbono com espessura ≥ 1 mm. Soldagem de chapas
Soldagem MIG/MAG	Arco elétrico	Contínua. Eletrodo +	Argônio ou Hélio, Argônio + O ₂ , Argônio + CO ₂ , CO ₂	Automática/mecaniz. ou semi-automática. O arame é sólido	Soldagem de aço carbono, baixa e alta liga, não ferrosos, com espessura ≥ 1 mm. Soldagem de tubos, chapas, etc. Qualquer posição
Soldagem a Plasma	Arco elétrico	Contínua. Eletrodo -	Argônio, Hélio ou Argônio + Hidrogênio	Manual ou automática. O arame é adicionado separadamente. Eletrodo não consumível de tungstênio. O arco é constricto por um bocal	Todos os metais importantes em engenharia, exceto Zn, Be e suas ligas, com espessura de até 1,5 mm. Passes de raiz
Soldagem TIG	Arco elétrico	Contínua ou alternada. Eletrodo -	Argônio, Hélio ou misturas destes	Manual ou automática. Eletrodo não consumível de tungstênio. O arame é adicionado separadamente.	Soldagem de todos os metais, exceto Zn, Be e suas ligas, espessura entre 1 e 6 mm. Soldagem de não ferrosos e aços inox. Passe de raiz de soldas em tubulações
Soldagem por Feixe Eletrônico	Feixe eletrônico	Contínua. Alta Tensão. Peça +	Vácuo ($\gg 10^{-4}$ mm Hg)	Soldagem automática. Não há transferência de metal. Feixe de elétrons focalizado em um pequeno ponto.	Soldagem de todos os metais, exceto nos casos de evolução de gases ou vaporização excessiva, a partir de 25 mm de espessura. Indústria nuclear e aeroespacial.
Soldagem a Laser	Feixe de luz		Argônio ou Hélio	Como acima	Como acima. Corte de materiais não metálicos
Soldagem a Gás	Chama oxiacetilênica		Gás (CO, H ₂ , CO ₂ , H ₂ O)	Manual. Arame adicionado separadamente	Soldagem manual de aço carbono, Cu, Al, Zn, Pb e bronze. Soldagem de chapas finas e tubos de pequeno diâmetro

Fonte: MARQUES; MODENESI; BRACARENSE (2009).

Dentre os principais processos de soldagem por fusão presentes na Figura 1, podemos citar: soldagem com eletrodos revestidos, TIG (*Tungsten Inert Gas*) e MIG (*Metal Inert Gas*)/MAG (*Metal Active Gas*).

Segundo WAINER (1992), a soldagem com eletrodo revestido é um processo de soldagem com arco no qual a junção dos metais se obtém através do aquecimento deste com o arco criado com o eletrodo e a peça.

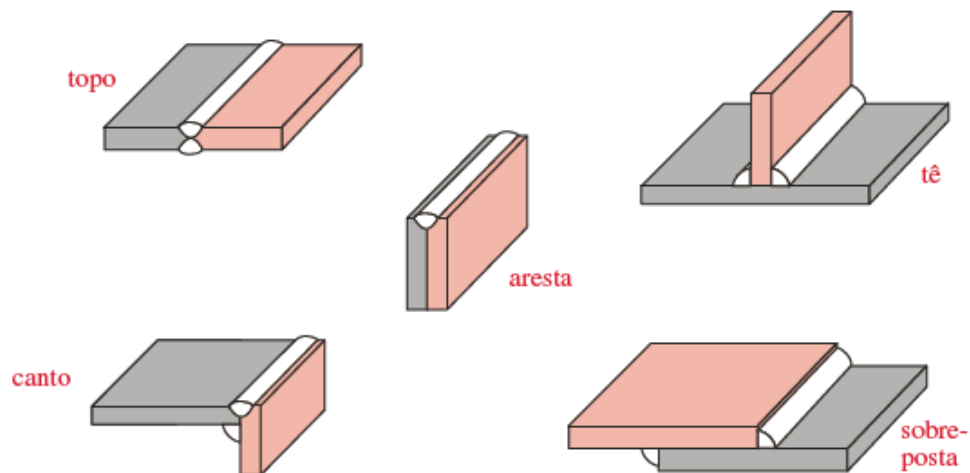
Para o processo de soldagem TIG a união dos metais é adquirida pelo aquecimento dos mesmos por um arco estabelecido entre um eletrodo não consumível de tungstênio e a peça. “ A proteção do eletrodo e da zona da solda é feita por um gás inerte normalmente argônio ou mistura de gases inertes (Ar e He). Metal de adição pode ser utilizado ou não” (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009).

Nos processos MIG/MAG utiliza-se o arco elétrico como fonte de calor, entre a peça e o eletrodo consumível em forma de arame, sendo estes não revestidos, fornecido por um alimentador contínuo, efetivando uma união de materiais metálicos pela fusão. O arco elétrico funde o arame de forma contínua à medida que é alimentado à poça de fusão. O metal de solda é protegido da atmosfera por um fluxo de gás, ou mistura de gases inerte (MIG), ou mistura de gases ativos (MAG), (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009).

2.1.1 Tipos de Juntas e Soldas

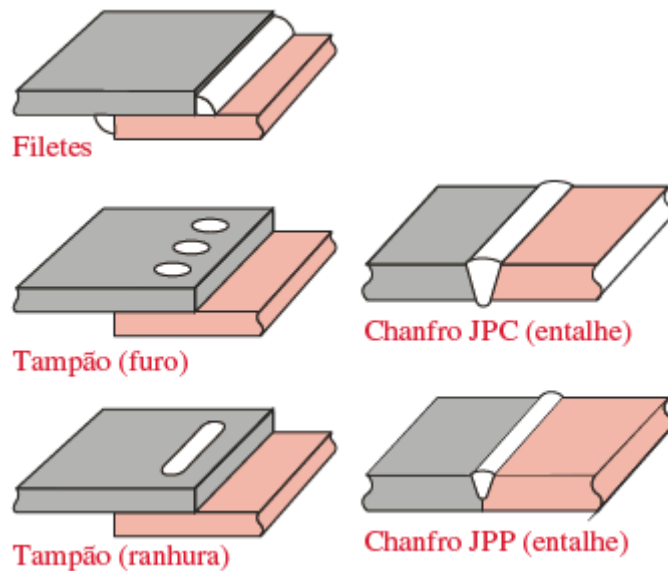
Existem alguns tipos de juntas como mostra na Figura 2: topo, tê, canto, sobreposta e aresta. A escolha do tipo de junta depende principalmente da geometria da peça a ser soldada. Além disso, existem outros tipos de soldas que podem ser utilizados tais como: solda de chanfro, solda de filete e de tampão ou ponto como mostrado na Figura 3. As soldas de chanfro são divididas em duas categorias, uma de penetração completa e outra parcial. Em geral é recomendado que a solda de tampão ou de ponto seja evitada por ser mais frágil do que as outras. Já para as soldas de chanfros são aplicadas mais usualmente para as juntas de topo e de canto externo. Para as soldas de filetes são recomendadas para juntas de ângulo, sobreposta, de ângulo interno e de arestas que com materiais de suficiente espessura (NORTON, 2004).

Figura 2 - Tipos de juntas de soldas.



Fonte: (NORTON, 2004).

Figura 3 – Tipos de soldas.



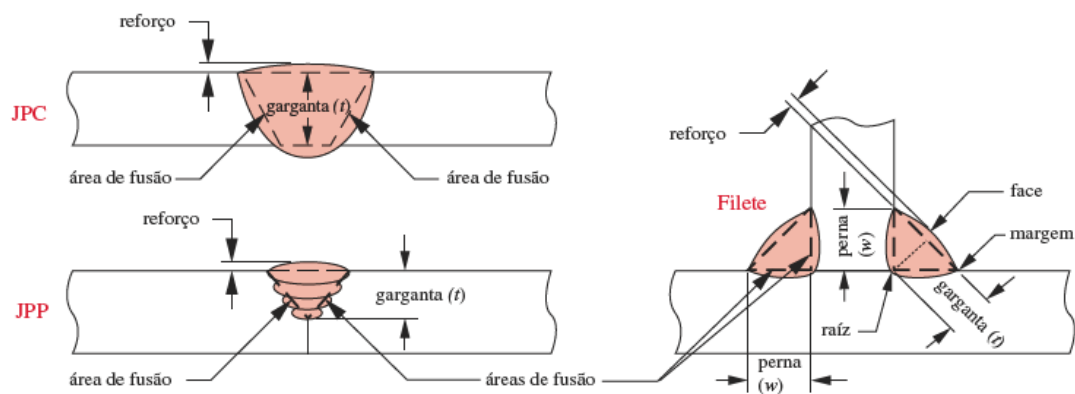
Fonte : (NORTON, 2004).

Na solda de chanfro pode ter junta de penetração completa (JPC) ou junta de penetração parcial (JPP), como mostrado nas Figuras 3 e 4. Para uma JPC de topo carregada em tração será tão resistente quanto o elemento menos espesso da união de dois materiais. Além disso, resistência de uma JPP depende da profundidade da garganta, como demonstrado na Figura 4. Soldas do tipo JPC são, geralmente, utilizadas em ambos os lados de seções espessas, onde uma solda JPC seria maior que o necessário. Observe que o reforço do cordão, que sobressai acima do material-base, não é incluído na medida da garganta. Em carregamentos de fadiga, a menos que a variação de tensão seja suficientemente baixa, pode ser necessário remover o

reforço para eliminar concentrações de tensão entre o cordão e a margem. A área total da garganta é a dimensão da garganta vezes o comprimento do cordão. A área de fusão é a área da união entre a solda e o material-base, como mostra a Figura 4.

Já para as soldas de filete podem ser definidas pelo comprimento de sua perna, w , sendo que a resistência da solda é limitada pela dimensão da garganta, t , como mostrado na Figura 4. Soldas de filete são orientadas, comumente, a 45° entre duas chapas ortogonais, mas podem unir peças a qualquer ângulo. Se as peças unidas são ortogonais e o filete está a 45° , então a garganta, t , é $0,707$ vez a dimensão, w , da perna. Qualquer reforço é ignorado. A área total de solda é a *altura da garganta, t , vezes o comprimento do cordão*, mas a área de fusão, que determina onde o cordão se separa do material-base, é a *largura, w , vezes o comprimento do cordão* em cada lado do filete de solda. A tensão em cada lado da área de fusão pode ser a igual ou diferente, vai depender geralmente do tipo do carregamento na peça (NORTON, 2004).

Figura 4 -Dimensão da garganta em juntas de solda.



Fonte: (NORTON, 2004).

2.2 SOLDAGEM POR RESISTÊNCIA

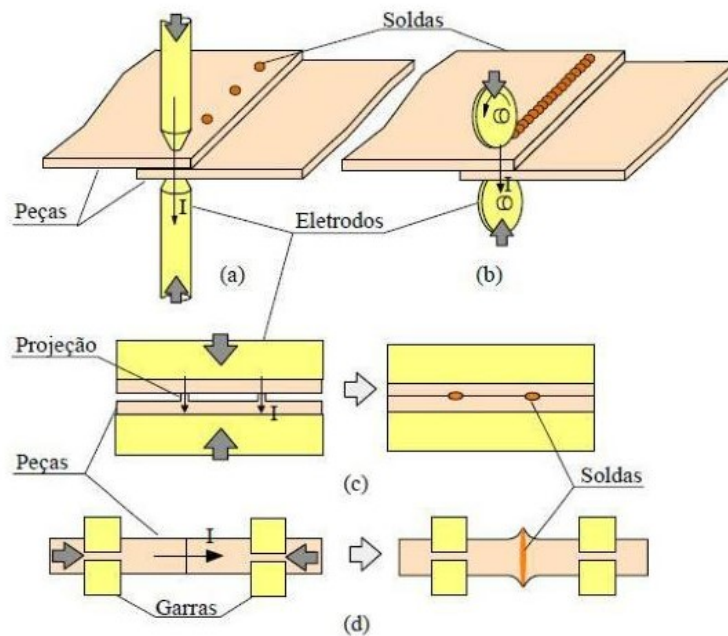
De acordo com Kearns (1984) a soldagem por resistência pode ser definida como um processo de pressão, produzido a partir do contato de superfícies entre duas peças diferentes, por meio do calor gerado durante a circulação da corrente elétrica na resistência de junção.

Segundo Marques Modenesi, Bracarense (2009), a soldagem por resistência compreende um grupo de processos nos quais a junção das peças metálicas é

produzida em superfícies sobrepostas ou em contato topo a topo, pela geração de calor na junta através da resistência à passagem de uma corrente elétrica gerando o efeito Joule e pela aplicação de pressão, podendo ocorrer uma certa quantidade de fusão na interface.

Existem vários processos de soldagem por resistência, como pode ser visto na a Figura 5.

Figura 5 - Processos de soldagem por resistência



Fonte: MARQUES MODENESI, BRACARENSE (2009)

Na soldagem por ponto (a), a solda é obtida na região das peças colocadas entre um par de eletrodos, podem ser obtidas várias soldas simultaneamente nesse processo se forem utilizados diversos pares de eletrodo. A soldagem por projeção (c), tem um processo bem similar a anterior, a soldagem nesse caso ocorre em um determinado local por uma projeção ou saliência em uma das peças onde o fluxo de corrente é concentrado nos pontos de contato preestabelecidos. Nesse caso duas ou mais soldas podem ser obtidas usando o mesmo par de eletrodo. Na soldagem por costura (b), é realizado consecutivamente uma série de pontos de solda no qual é produzido uma solda contínua, por sobreposição parcial de diversos pontos. Nesse processo um ou ambos os eletrodos são discos ou rodas. E na soldagem topo a topo (d), a corrente elétrica passa através das faces da peça que são pressionadas frente a frente, nesse processo é utilizado um dispositivo de compressão no qual se prensa uma peça contra a outra, e em seguida essas peças são submetidas a passagem de

uma corrente de solda adequada. Nesse caso existem faixas de corrente que são adequadas para a soldagem de alguns materiais. (MARQUES; MODENESI; BRACARENSE, 2009).

2.3 PROCESSOS DE UNIÃO POR REBITAGEM

Rebites são peças fabricadas em alumínio, cobre ou latão, possuem um corpo em forma de eixo cilíndrico e uma cabeça que pode possuir diversos formatos. São elementos de fixação permanente.

Através da união por rebiteagem, os componentes de uma estrutura ou peça são mantidos juntos, pois os rebites então fortemente deformados plasticamente, a separação dessa peça só é possível através da destruição dos rebites. Antes de realizar a rebiteagem, as peças devem ser colocadas na posição exata para furação e colocação dos rebites

Existem diferentes tipos de rebites, como os maciços e os cegos que podem ser visualizados na Figura 6. Os rebites de estrutura maciça pode ser colocado no furo de rebiteagem através de uma ferramenta pneumática ou manualmente, de modo que ele se deforme plasticamente proporcionando assim a imobilização das peças e formação de uma cabeça para o travamento das partes que foram rebitadas. Os rebites cegos são utilizados apenas quando um só lado da peça a ser unida pode ser alcançado, esse tipo de rebite possui um pino guia que em seu extremo tem uma forma esférica ou cônica de forma que durante a extrusão deste pino guia uma peça fique prensada contra a outra.

Figura 6 - Rebites

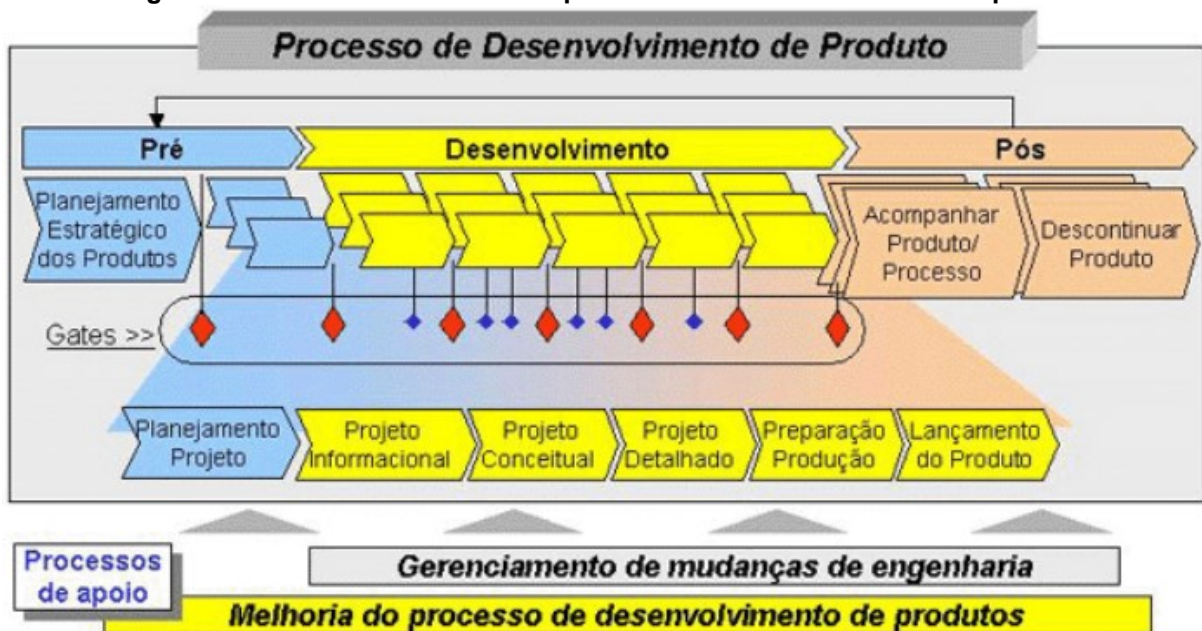


Fonte: CVR Industrial Parafusos

2.4 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP)

Segundo ROZENFELD et al (2012), o desenvolvimento de um produto consiste em um conjunto de atividades, buscando a partir destas as necessidades do mercado, a estratégias competitivas as possibilidades e restrições tecnologias, entre outras, ele deve abranger todo o planejamento e gerenciamento tanto do portfólio de produtos como do portfólio de projetos. O PDP pode ser desenvolvido seguindo o modelo de referência da Figura 7, esse modelo garante que as melhores práticas para o PDP sejam utilizadas.

Figura 7 - Modelo de referência do processo de desenvolvimento de produto



Fonte: ROZENFELD et al. (2012)

Ainda segundo ROZENFELD et al (2012), deve ser preparado um cronograma no qual é definida a programação das atividades. A estimativa do tempo necessário para a realização e cada atividade vai depender do esforço necessário para a realização da mesma e da quantidade de recursos disponíveis. Após o desenvolvimento do cronograma de atividades a serem realizadas, deve ser feito um gerenciamento das aquisições dos materiais para desenvolver o produto, fazendo assim um orçamento completo do projeto.

2.5 SEGURANÇA NO TRABALHO

O termo segurança do trabalho pode ser definido como uma série de medidas administrativas, técnicas, médicas, educacionais e comportamentais, que são empregadas com a finalidade de prevenir acidentes, e eliminar condições e procedimentos inseguros no ambiente de trabalho. A segurança do trabalho também destaca a importância dos meios de prevenção já estabelecidos para proteger a integridade e a capacidade de trabalho do indivíduo. (FERREIRA e PEIXOTO, 2012).

Para Vieira (1998), A segurança do trabalho pode ser definida como um conjunto de medidas baseadas em normas técnicas e em medidas médicas e psicológicas, que são voltadas para a prevenção de acidentes de trabalho. Essas medidas visam educar o trabalhador em seu local de trabalho, mostrando as técnicas para evitar acidente bem como eliminar condições inseguras dos mesmos.

Segundo Gomes e Ruppenthal (2002), os principais riscos que um trabalhador é exposto são ergonômicos, ocupacionais devidos a radiação, aos ruídos, as temperaturas extremas, poeiras e partículas, fumos e gases da solda, choques elétricos, incêndios, pouca ventilação, cuidados e limpeza da área de trabalho e com equipamentos de cortes (serra elétrica policorte, esmerilhadeira, lixadeira, serra tico-tico).

2.5.1 Equipamentos de proteção Individual (EPIs)

Conforme a legislação, EPI é todo e qualquer dispositivo de uso individual destinado a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador.

Os principais EPIs que devem ser rigorosamente utilizados por quem for manusear os aparelhos, ferramentas e matérias são:

- Avental de couro;
- Mangas de couro;
- Perneiras de couro;
- Tocas de algodão ou raspa de couro;
- Luvas de cano longo de couro;
- Óculos de proteção;
- Botas de segurança (bico de aço);

- Máscara de carvão ativado;
- Máscara para soldador;
- Protetor auricular.

3 METODOLOGIA

A etapa inicial de desenvolvimento desse projeto se deu pela necessidade de uma bancada portátil a ser utilizada na Bloco H da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco - UTFPR – PB, do curso de Engenharia Mecânica.

Alguns dos principais materiais, tais como os tubos de 80x40x1,5 mm, 20x20x1,5 mm e as chapas galvanizadas de espessura 0,5mm utilizados na fabricação da bancada foram reutilizados da própria instituição.

3.1 MATERIAS E EQUIPAMENTOS

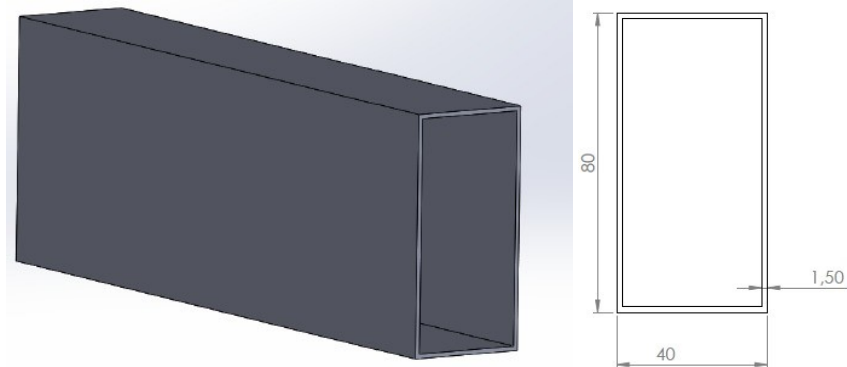
3.1.1 Materiais

Para fabricação da estrutura da bancada foi utilizado o aço SAE 1020 sendo este de baixo carbono facilitando assim a soldagem, também foi utilizada chapas galvanizadas, madeira, cantoneiras, perfis T e chapas lisas. Os perfis desses materiais são demonstrados da Figura 8 a Figura 15.

Dos principais materiais utilizados para a confecção da bancada foram:

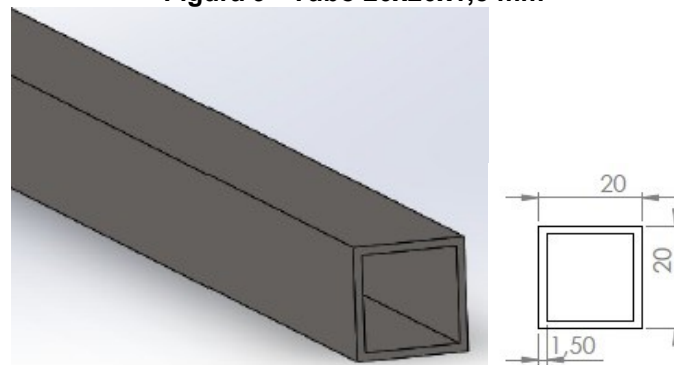
- Parafuso sextavado M8x16 mm;
- Rebites de alumínio 4,5 mm;
- Eletrodo revestido 6013 – 2,5 mm;
- Eletrodo revestido 6013 – 3,25 mm;
- Rodízios giratórios;
- Disco de corte;
- Disco flap;
- Broca de aço;

Figura 8 - Tubo 80x40x1,5 mm



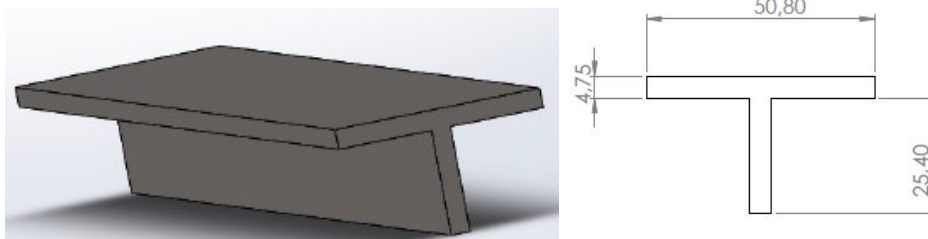
Fonte: Autoria Própria.

Figura 9 - Tubo 20x20x1,5 mm



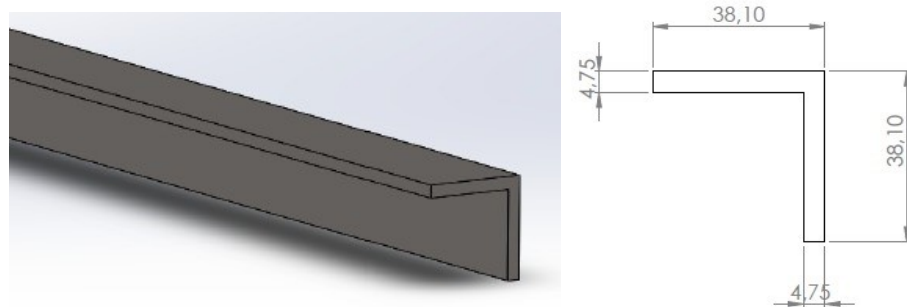
Fonte: Autoria Própria.

Figura 10 - Perfil T



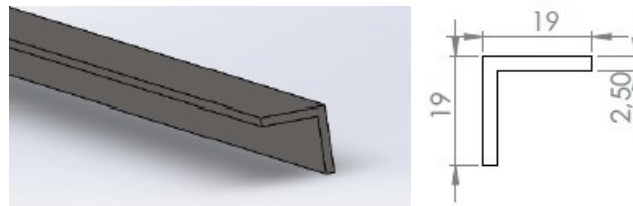
Fonte: Autoria Própria.

Figura 11 - Cantoneira 38,1x4,75 mm



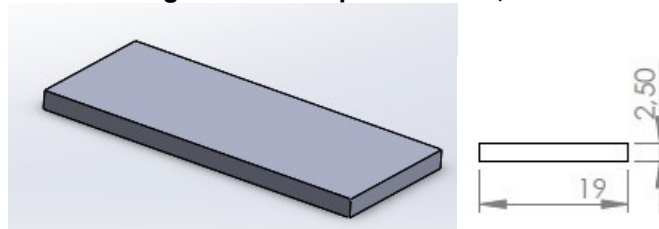
Fonte: Autoria Própria.

Figura 12 - Cantoneira 19x2,5 mm



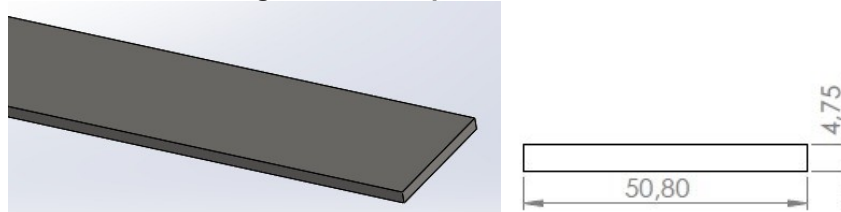
Fonte: Autoria Própria.

Figura 13 - Chapa Lisa 19x2,5 mm



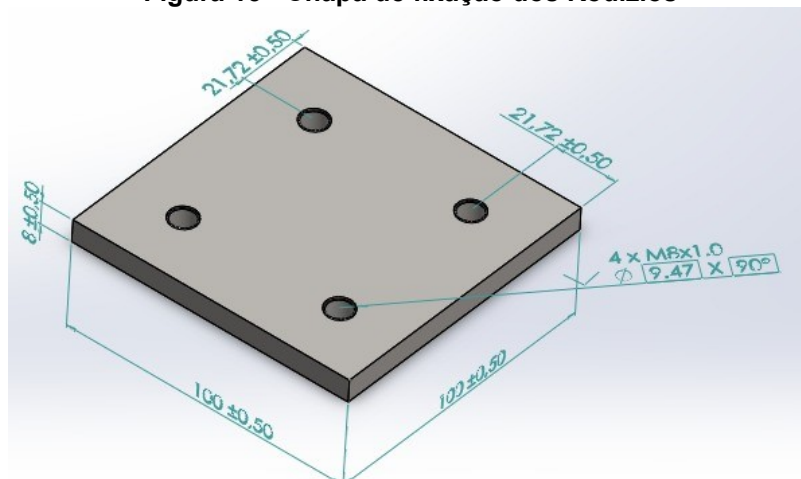
Fonte: Autoria Própria.

Figura 14 - Chapa Lisa 2"x3/16"



Fonte: Autoria Própria.

Figura 15 - Chapa de fixação dos Rodízios



Fonte: Autoria Própria

3.1.2 Equipamentos

Na confecção da bancada os equipamentos e ferramentas utilizados são:

- Policorte;
- Inversora de solda;
- Esmerilhadeira com disco de corte e desbaste;
- Furadeira;
- Esmeril;
- Morsa;
- Alicates, escova de aço, martelo;
- Rebitador manual;
- Equipamento para soldagem por resistência elétrica.

3.2 MÉTODOS DE FABRICAÇÃO

Os métodos utilizados para a confecção da bancada foram:

- Soldagem por eletrodo revestido de baixo carbono;
- Soldagem por resistência;
- Fixação de chapas por rebitagem e parafusos.

4 ETAPAS DE PROJETO

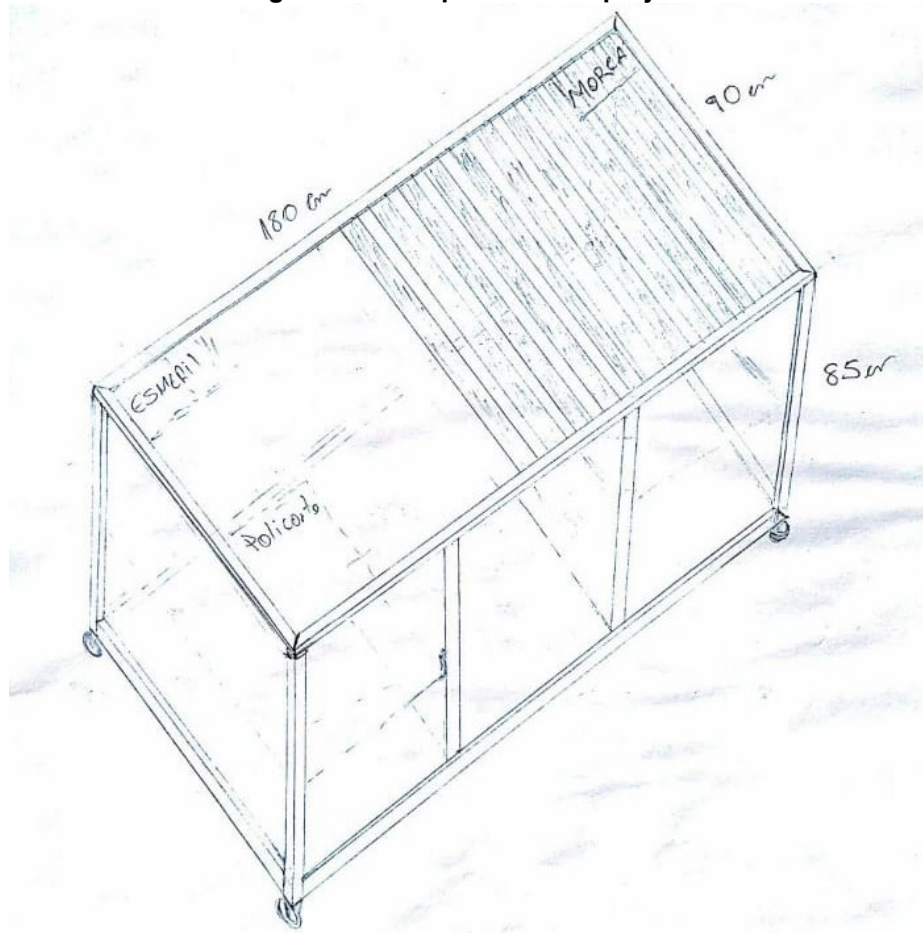
Primeiramente foram definidas as medidas da bancada, de modo que a mesma ficasse mais ergonômica possível garantindo conforto na realização de atividades. Após a definição das medidas foi feito um croqui de como a bancada ficaria, o mesmo pode ser observado na Figura 16, nesse croqui já foi especificado o local que cada aparelho que irá compor a bancada ficara sobre a mesma.

A parte superior da bancada é dividida ao meio no qual uma das partes é composta por uma chapa lisa e a outra por perfis T com um espaçamento entre eles que tem como finalidade facilitar a utilização de sargentos para fixar peças. Logo abaixo dos perfis T viu-se a necessidade de colocar uma forma de retenção por conta dos rejeitos que possam vir a cair entre os eles, facilitando assim a limpeza.

Para a parte interna foi chegado a uma conclusão de que a mesma possuísse divisórias para facilitar a organização de materiais e equipamentos. Também se viu a necessidade de se ter quatro portas com cadeados para garantir uma melhor segurança. A parte central da bancada terá um vão livre que tem como finalidade garantir um acesso rápido a materiais e equipamentos que serão utilizados na hora da realização de atividades.

Para facilitar o deslocamento da bancada foi optado por colocar rodízios giratórios.

Figura 16 - Croqui inicial do projeto



Fonte: Autoria Própria.

Em seguida usando o software SolidWorks foi feito o desenho detalhado da bancada, os mesmos estão em Anexo A, Anexo B e Anexo C.

Para o início da confecção da bancada foram reutilizadas estruturas de um antigo suporte para painéis solares em desuso da instituição, fazendo assim um reaproveitamento das mesmas. A estrutura era composta de tubos 80x40x1,5 mm, tubos 20x20x1,5 mm e chapas galvanizadas de 0,5 mm. Para poder fazer reaproveitamento foi necessário cortar a estrutura em partes fazendo uma seleção das melhores peças, em seguida foi feita a limpeza das mesmas com a utilização de lixadeira com disco flap e lixas manuais, pois possuíam tinta e em algumas partes ferrugem como mostra a Figura 17.

Figura 17 - Parte da estrutura dos painéis solares



Fonte: Autoria Própria.

A confecção da estrutura deu-se pela junção do corpo da bancada através da soldagem por eletrodo revestido, a Figura 18 mostra como ficou o quadro principal depois de finalizado. Com a estrutura já finalizada, foram fabricados os perfis T usando chapa lisa de 50,8x4,75 mm e chapa de 25,4x4,75 mm como mostra a Figura 19

Figura 18 - Quadro principal



Fonte: Autoria Própria.

Figura 19 - Fabricação dos perfis T

Fonte: Autoria Própria.

Para a fixação dos perfis T no quadro principal, foram soldadas cantoneiras sobre os tubos para evitar empenamento nos mesmo, além disso uma cantoneira foi soldada abaixo ligando todos os perfis T na transversal como pode ser vista na Figura 20.

Figura 20 - Fixação dos perfis T no quadro principal

Fonte: Autoria Própria

Em seguida foi confeccionada a forma para retenção de resíduos com cantoneiras de 19x2,5 mm, duas travessas de chapa lisa de 19x2,5 mm e uma chapa galvanizada com espessura de 0,5 mm, para a fixação da chapa foi utilizado solda por resistência, por conta da espessura da mesma. Além disso foi soldado o suporte da forma no quadro principal como mostra a Figura 21 a seguir.

Figura 21 - Forma de retenção de resíduos



Fonte: Autoria Própria

Após a confecção da forma, foram soldados os tubos de 20x20x1,5 mm que serviram de suporte para colocar as prateleiras e fixação das chapas galvanizadas na parte interna e externa da bancada, além disso também foram construídas as portas e fixadas no quadro principal com dobradiças tipo pino. Também foi soldada a chapa lisa da outra metade superior da bancada. Foram soldados os suportes de cantoneira 19x2,5 mm para apoiar o fundo de madeira da bancada como pode ser visto na Figura 23. Além disso também foram cortadas as chapas, feito furação e roscas para a fixação dos rodízios e fixado os mesmos como mostra a Figura 22.

Figura 22 - Chapa para fixação dos rodízios e rodízios fixados

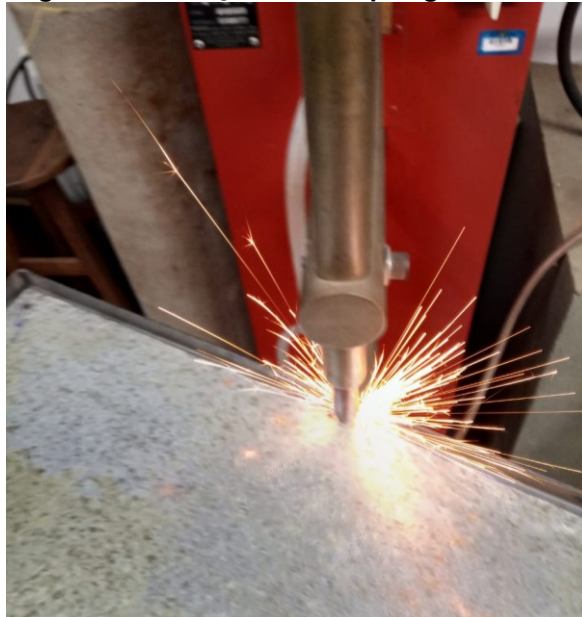


Fonte: Autoria Própria

Figura 23 - Estrutura semifinalizada

Fonte: Autoria Própria

Em seguida foram realizados os passos finais da construção da bancada, aonde foram colocadas as prateleiras, o fundo e fixadas as chapas galvanizadas através da solda ponto por resistência como mostra a Figura 24, depois disso foram rebitadas todas as chapas galvanizadas usadas no fechamento da estrutura da bancada como pode ser visto na Figura 25.

Figura 24 - Fixação das chapas galvanizadas

Fonte: Autoria Própria

Figura 25 - Rebitagem



Fonte: Autoria Própria

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após realizar todos os processos construtivos foram obtidos os resultados mostrados na Figura 26

Figura 26 - Bancada portátil



Fonte: Autoria Própria

Para a finalização completa da bancada falta realizar a pintura, com relação aos fundos os mesmos já estão colocados.

Durante a execução deste trabalho uma das dificuldades encontradas foi com relação a soldagem dos materiais de espessura fina, tanto na soldagem por eletrodos revestidos como principalmente na soldagem por resistência, pois na realização do processo causava distorção, empenamentos e concentração de tensões residuais nas peças.

Com relação aos perfis T, as dimensões necessárias não se encontravam no mercado local, sendo assim ficou mais viável economicamente fazer a construção dos mesmos, além disso na confecção dos perfis foram necessários fazer apenas alguns pontos de solda antes da fixação no quadro de cantoneiras da bancada por conta do empenamento. Para conseguir finalizar o processo de soldagem nos perfis foi necessário colocar uma cantoneira interligando todos na parte central evitando assim o empenamento e conseguindo concluir a solda.

A escolha do rodízio utilizado foi feita levando em consideração o peso total da bancada, dos equipamentos e do material a ser trabalhado nela, além de pesos extras que venham a ocorrer, sendo assim os mesmos podem suportar até 100 kg cada de acordo com o fabricante

Também foi realizado o levantamento de custo total para a construção da bancada, levando apenas em consideração os produtos que tiveram a necessidade de serem comprados, a Tabela 1 a seguir traz o resultado desse levantamento.

Tabela 1 - Levantamento de custos

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO (R\$)
Barra chata 50,8x4,75 mm	2	114,00
Barra chata 25,4x4,75 mm	1,5	60,00
Barra chata 19x2,5 mm	1	25,00
Cantoneira 19x2,5 mm	4	120,00
Cantoneira 38,1x4,75 mm	1	88,00
Chapa 900x900x4,75mm	1	205,00
Chapa 600x120x8 mm	1	40,00
Rodízios	4	280,00
Parafusos	16	25,00
Rebites	120	12,00
Dobradiças tipo pino	8	15,00
Trinco de porta	4	25,00
Disco de corte	9	85,00
Disco Flap	5	38,00
Disco de desbaste	1	10,00
TOTAL		R\$ 1142,00

Fonte: Autoria Própria.

6 CONCLUSÕES

Ao propor o tema do projeto de desenvolvimento e construção de uma bancada didática para soldagem e processos afins, foi constatado que seria possível fazer uma revisão teórica sobre os processos de construção que seriam utilizados, diminuir o seu custo reutilizando matérias da própria instituição, e encontrar peças necessária no mercado facilmente para sua construção.

A construção da bancada permite auxiliar o desenvolvimento de alguns produtos de forma artesanal diminuindo o custo que se tem ao adquirir um produto do mercado. Também pode auxiliar nas atividades práticas de algumas disciplinas, tais como transferência de calor que envolve alguns destes processos de construção, alguns exemplos já desenvolvidos utilizando a bancada são: 'forninho' de transferência de calor e fogareiros.

Além disso pode ser utilizada para as atividades de extensão internas e externas da instituição por se tratar de uma bancada portátil tem mais flexibilidade para ser deslocada. Por meio desses projetos de extensão as pessoas podem procurar qualificação em relação ao manuseio de equipamentos, processos de soldagem entre outros a fim de que possam criar sua própria bancada e iniciar um pequeno negócio.

Dessa forma podemos concluir que o produto final se assemelha muito com os objetivos que foram pré-estabelecidos.

Como sugestão para sequencia deste trabalho, podemos citar a colocação de pés com regulagem de altura para facilitar a realização de atividades em lugares desnivelados, uma cortina de proteção própria para soldagem em torno da bancada para que no ato do processo o vento não venha a influenciar, e também para evitar que a radiação da solda não venha a prejudicar pessoas próximas. Além disso deve ser realizar uma pintura na mesma para proteger da oxidação.

REFERÊNCIAS

BATALHA, F. Gilmar. **Processos de Fabricação: Junção, Soldagem e Brasagem**. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi_04zWwIXmAhVeILkGHYIzBkcQFjAAegQIBRAC&url=http%3A%2F%2Fsites.poli.usp.br%2Fd%2Fpmr2202%2Farquivos%2Faulas%2Fsoldagem_brasagem.pdf&usg=AOvVaw326-wb_k2WH-I1eNa5blhk>. Acesso em: 7 Set. 2019.

FERREIRA, S. Leandro; PEIXOTO, H. Neverton. **Segurança do Trabalho I**. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=2ahUKEwjltcfmxoXmAhVVE7kGHeHYBPcQFjADegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Freedetec.mec.gov.br%2Fimages%2Fstories%2Fpdf%2Feixo_amb_saude_seguranca%2Ftec_seguranca%2Fseg_trabalho%2F151012_seg_trab_i.pdf&usg=AOvVaw2pmB08L2KTe110A3h1-4SL>. Acesso em: 10 Out. 2019.

GOMES, A. A.; RUPPENTHAL, J. E. **Aspectos de higiene e segurança na soldagem com eletrodos revestidos em microempresas do tipo serralheria**. Disponível em: <<https://www.americana.aserralheria.com/wp-content/uploads/2018/04/Serralheria.pdf>>. Acesso em: 25 Jun. 2019.

KEARNS, W. H. **“Welding Handbook”**: Resistance and Solid – State Welding and Other Joining Processes. Miami: American Welding Society, 1984.

MARQUES, P. V.; MODENESI, P. J.; BRACARENSE, A. Q. **Soldagem: fundamentos e tecnologia**. 3. ed. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2009. 362 p.

NORTON, Robert L. **Projeto de máquinas: uma abordagem integrada**. – 4. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2004.

OLIVEIRA, Stener C. et al. **Avaliação da segurança de trabalhadores em serralheria no município de caçapava do sul**. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v7e12018664-681>>. Acesso em 01 Mai. 2019.

ROZENFELD, Henrique et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

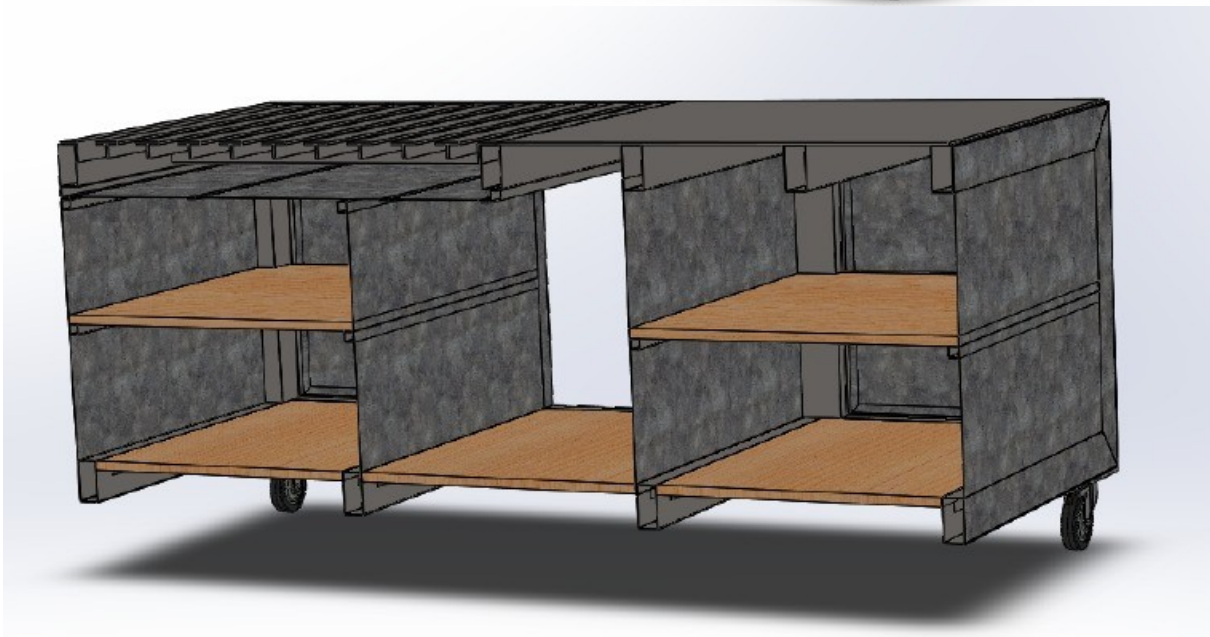
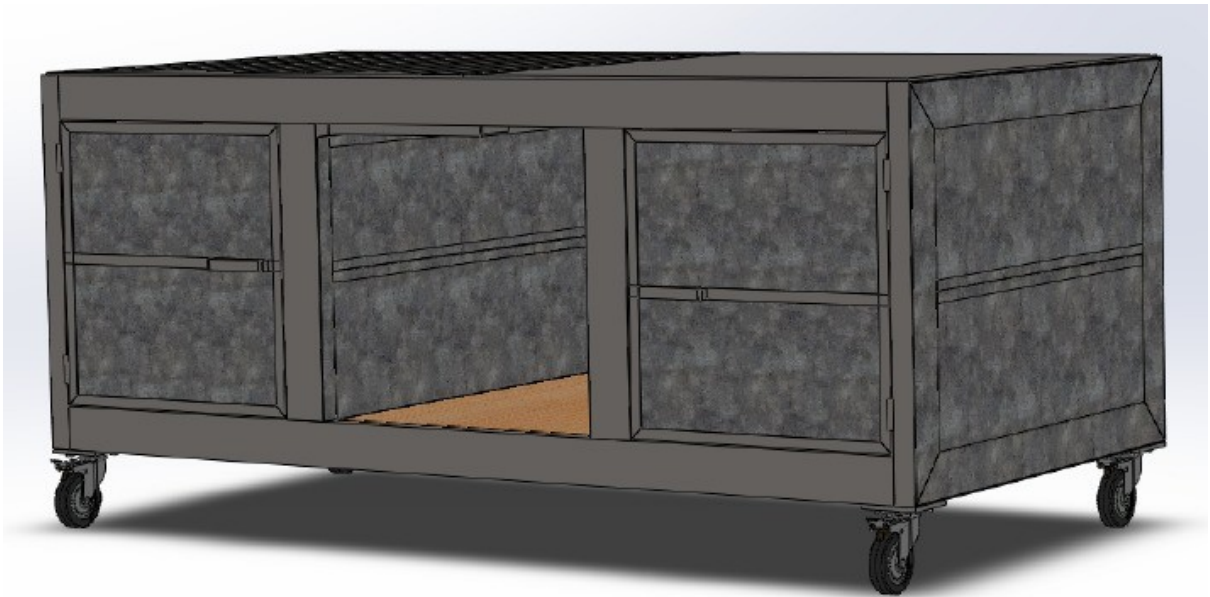
SILVA, Fernando S. R. **Desenvolvimento de projeto e protótipo de uma bancada de testes para motor estacionário**. 2015. 189f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Curitiba, 2015.

STOCCO, Danilo. **Caracterização de Solda por Resistência a Ponto Atravez de Avaliações não Destrutivas**. Disponível em: < [https://www.google.com.br/url? sa=t &r ct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=2ahUKEwi7pvGojoTmAhhVG2Fk_KHRu wC_UQFjAFegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.theses.usp.br%2Ftheses%2Fdispo niveis%2F3%2F3151%2Fde-17082010102410%2Fpublico%2FDissertacao_D anilo _Stocco.pdf&usg=AOvVaw06kSrU-ML 5z29 Dgnu6ZvWI](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=2ahUKEwi7pvGojoTmAhhVG2Fk_KHRu_wC_UQFjAFegQICRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.theses.usp.br%2Ftheses%2Fdisponiveis%2F3%2F3151%2Fde-17082010102410%2Fpublico%2FDissertacao_Danilo_Stocco.pdf&usg=AOvVaw06kSrU-ML5z29Dgnu6ZvWI)>. Acesso em: 10 Out. 2019.

VIEIRA, S. I. **Medicina básica do trabalho**. Curitiba: Genesis, 1998.

WAINER, E.; BRANDI, S. D.; MELLO, F. D. **Soldagem: processos e metalurgia**. São Paulo, SP: E. Blücher, 1992. 494 p.

ANEXO A – Detalhamento da Bancada



ANEXO B - Seção A-A

