



Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
**ETEC "JORGE STREET"**  
**TÉCNICO EM MECÂNICA.**

## **REVITALIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE SOLDAGEM**

São Caetano do Sul - SP

2023

# REVITALIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE SOLDAGEM

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como pré-requisito para obtenção  
de Diploma Técnico em Mecânica da ETEC  
Jorge Street.

Orientador:  
Prof. Francisco Chagas

Equipe:  
Anderson Almeida  
Arley Gomes  
Douglas Silva  
Everton Kleber  
Gilson Aragão de lima  
João Citro Junior  
Rogério Alves Leite  
Wallace Santos

São Caetano do Sul - SP

2023

## **DEDICAÇÃO**

Dedico esse trabalho de conclusão de curso aos familiares e todos aqueles que de certa forma contribuíram para realização deste projeto.

## **AGRADECIMENTOS:**

Agradeço à todos que no decorrer do curso tiveram compromisso com o projeto.

Familiares e amigos que mesmo em projetos diferentes, se proporem em ajudar.

Professores e coordenação da ETEC Jorge Street.

Ao Prof. Francisco Chagas, que com todo o seu conhecimento nos guiou nessa jornada.

## RESUMO

Na indústria metalmeccânica requer fixações permanentes de materiais metálicos ferrosos e não ferrosos. A soldagem é um dos permanente processos mais utilizados para união de peças de materiais similares e dissimilares. É de fundamental importância para área da mecânica os processos de soldagem, sendo que, o curso de Técnico em Mecânica da ETEC Jorge Street se estende as aplicações de aulas práticas na união de materiais metálicos na fabricação, recuperação de peças e estruturas. Para realizar as aulas práticas, requer laboratório de soldagem, entretanto o existente na ETEC Jorge Street para esta prática não apresenta as melhores condições para acomodação de alunos e professores. Houve a necessidade de melhorias em todas as células do laboratório de soldagem, assim como, ativar o circuito/sistema de fornecimento de gás Argônio para as células de soldagem por proteção gasosa, ativar uma unidade de soldagem por oxiacetileno e substituição de um equipamento de soldagem por eletrodo revestido com ciclo de trabalho ineficiente, por um equipamento de alta capacidade de ciclo de trabalho operando com os processos TIG e eletrodo revestido. Foi realizada a melhoria da comunicação visual, estética e proteção da cobertura dos equipamentos. Para melhor acomodação dos alunos e professores, foi realizado a substituição dos biombos de eucatex por cortinas de PVC (Policloreto de Vinil) antichama, antirespingos, com proteção de UV (Ultra Violeta). Para melhoria do ambiente de aula e processo didático, foram instalados “banners” com assuntos complementares às aulas incluindo simbologias de soldagem, e a instalação de armários metálicos para acomodar os materiais do alunos no próprio laboratório de soldagem . A execução do serviço ocorreu por meio de uma divisão igualitária da equipe, quanto ao tipo, complexidade e especificidade do serviço prestado, sendo atribuídas as devidas responsabilidades a cada membro. Com a disposição do laboratório de soldagem e de novos equipamentos, novo layout e melhor acomodação de pessoas por célula de solda, portanto, conclui-se que valeu todo esforço empreendido pela equipe para melhoria do ambiente, qualidade das aulas práticas e teóricas, no laboratório de soldagem da ETEC Jorge Street.

Palavras-chave: Revitalização. Solda . Anti-chamas.

## ABSTRACT

In the metalworking industry, permanent fastening of ferrous and non-ferrous metal materials is required. Welding is one of the most used permanent processes for joining parts of similar and dissimilar materials. Welding processes are of fundamental importance for the area of mechanics, and the Mechanical Technician course at ETEC Jorge Street extends to the applications of practical classes in the union of metallic materials in the manufacture, recovery of parts and structures. In order to carry out the practical classes, a welding laboratory is required, however the existing one at ETEC Jorge Street for this practice does not present the best conditions for accommodation for students and teachers. There was a need for improvements in all the cells in the welding laboratory, as well as activating the Argon gas supply circuit/system for the gas protection welding cells, activating an oxyacetylene welding unit and replacing a welding equipment by coated electrode with inefficient duty cycle, by equipment with high duty cycle capacity operating with TIG processes and coated electrode. Improvements were made to visual communication, aesthetics and protection of equipment coverage. For better accommodation for students and teachers, the eucatex screens were replaced by flame-retardant, anti-splash PVC (Poly Vinyl Chloride) curtains with UV (Ultra Violet) protection. To improve the classroom environment and teaching process, "banners" were installed with subjects that complement the classes, including welding symbologies, and the installation of metal cabinets to accommodate the student's materials in the welding laboratory itself. The execution of the service occurred through an equal division of the team, regarding the type, complexity and specificity of the service provided, with due responsibilities being attributed to each member. With the provision of the welding laboratory and new equipment, new layout and better accommodation of people per welding cell, therefore, it is concluded that all the effort undertaken by the team to improve the environment, quality of practical and theoretical classes in the laboratory was worth it of welding at ETEC Jorge Street.

Keywords: Revitalization. Solder . Anti-flame.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Célula de Solda .....	16
Figura 2 - Estufas de Secagem .....	17
Figura 3 - Máquina de Soldagem por Eletrodo Revestido .....	18
Figura 4 - Solda Oxigás .....	19
Figura 5 - Cobertura .....	20
Figura 6 - Abilitação do Sistema de Gás .....	21
Figura 7 e 8 - Cortina de Solda.....	22
Figura 9 - Armário .....	23
Figura10 - Layout do Laboratório de Solda .....	24

## LISTA DE TABELAS

5. FLUXOGRAMA.....	27
6. Planilha de Custos.....	28
7. Cronograma.....	29

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 PROBLEMA.....	11
1.2 OBJETIVO GERAL.....	12
1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	12
1.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.5 REVELÂNCIA.....	12
2.0 ORGANIZAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA.....	13
2.1 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	14
3.0 SUPORTE TEÓRICO.....	15
3.1 CÉLULA DE SOLDA.....	15
3.2 ESTUFAS DE SECAGEM.....	16
3.3 MÁQUINAS DE SOLDAGEM.....	18
3.4 UNIDADE DE SOLDA OXIACETILENO.....	19
3.5 COBERTURA.....	20
3.6 HABILITAÇÃO DO SISTEMA DE GÁS.....	21
3.7 CORTINA DE SOLDA.....	22
3.8 ARMÁRIO.....	23
3.9 LAYOUT DO LABORATÓRIO DE SOLDA.....	24
4.0 DESENVOLVIMENTO.....	25
4.1 DESMONTAGEM DAS CÉLULAS.....	25
4.2 LAVAGEM DAS TELHAS.....	25
4.3 COLOCAÇÃO DAS TELHAS NOVAS.....	25
4.4 LIMPEZA.....	25
4.5 PINTURA.....	25
4.6 ACIONAMENTO DO SISTEMA OXIGÁS.....	26

4.7 DISPOSIÇÃO DAS MÁQUINAS.....	26
4.8 COLOCAÇÃO DO ARMÁRIO.....	25
4.9 PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO E BANNERS.....	26
4.10 CORTINA EM PVC.....	27
5. FLUXOGRAMA.....	27
6. PLANILHAS DE CUSTOS.....	28
7. CRONOGRAMA.....	29
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
9.REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	31

## **1. INTRODUÇÃO**

O curso Técnico em Mecânica da Escola Estadual Jorge street, conta com diversos laboratórios, entre eles: laboratório de informática, laboratório de elétrica e um laboratório de tecnologia de soldagem, especifica para aulas práticas.

Ao observar as necessidades de melhorias neste ambiente, foi feito um planejamento com uso de cronograma para a revitalização do laboratório de soldagem, sendo necessário realizar as devidas melhorias, como a pintura do chão e das paredes, pintura e reforma da estrutura metálica das divisórias, com tinta apropriada para esse tipo de ambiente, troca dos biombos por cortinas PVC em tiras, para que proteja professores e alunos da radiação e da projeção de fagulhas metálicas.

Foi observado a necessidade de limpeza da cobertura das células de trabalho e fechar as aberturas do telhado com telhas, assim como, a necessidade de uma máquina inversora de solda, com ciclo de trabalho adequado para aplicação durante às aulas, sinalização de segurança adequada como placa de saída de emergência, extintores e perigos, assim como numeração dos biombos.

### **1.1. Problema**

Em meio às aulas de mecânica da ETEC Jorge Street foram feitas algumas observações quanto ao ambiente e estrutura do laboratório de aulas práticas de tecnologia de soldagem.

Há alguns problemas estruturais no ambiente de aula prática, tais como biombos danificados, falta de comunicação visual adequada.

Necessidade de melhorias para melhorar a qualidade das aulas práticas de soldagem da grade curricular do curso de Técnico em Mecânica e/ou até mesmo a inserção de um novo curso que tenha como competência às técnicas de soldagem.

## **1.2. Objetivo Geral**

Ajudar a melhorar o ambiente e as condições das aulas práticas, acomodação do professor e dos alunos no laboratório de soldagem da ETEC Jorge Street.

## **1.3. Objetivos Especificos**

- Melhorar acesso às células de soldagem;
- Melhorar estética e equipamentos operacionais;
- Implementar sinalização no ambiente operacional;

## **1.4. Delimitação do Tema**

Fazer a pintura do chão e das paredes, e da área do extintor de incêndio, e colocar telhas que estão faltando.

Trocar os biombos de eucatex por cortinas de PVC (Policloreto de Vinila), assim como a pintura das células.

Colocar um armário, para que os alunos possam acomodar as mochilas, em período de aula, e a colocação de banners instrutivos sobre as técnicas de soldagem.

## **1.5. Relevância**

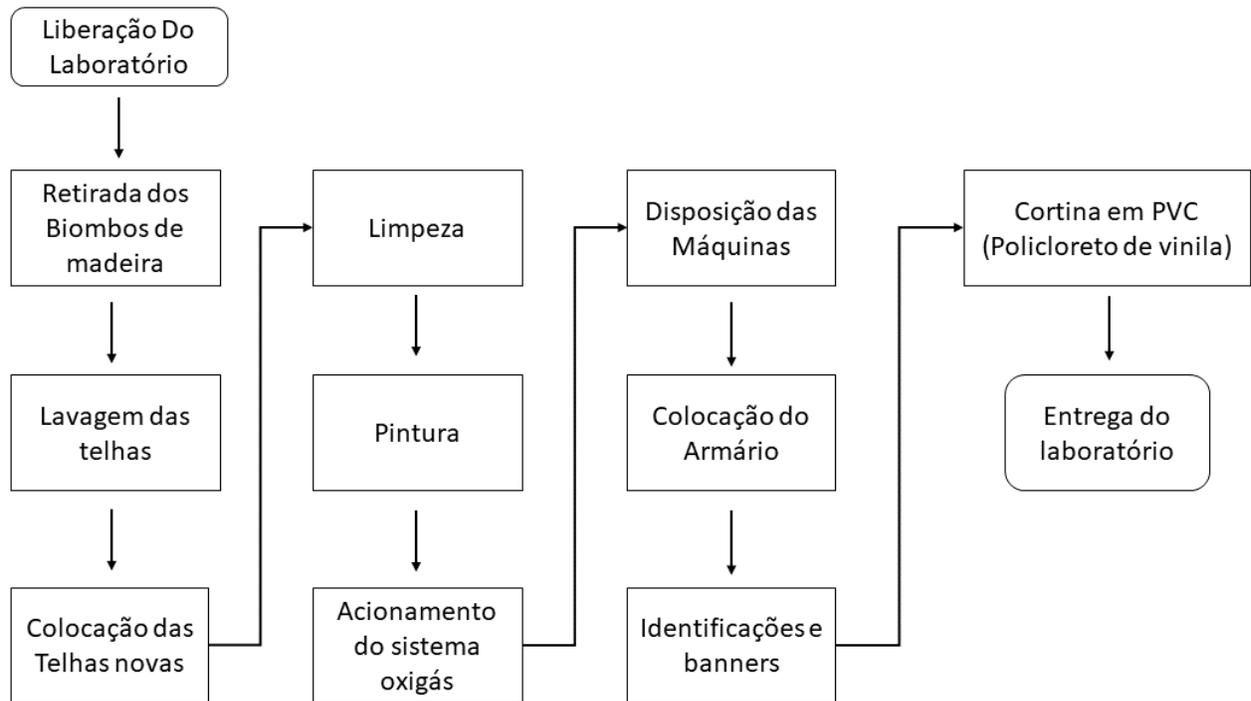
Melhoramentos no laboratório de tecnologia de soldagem, através de pintura, iluminação e melhorias, para mais conforto e segurança no processo de soldagem, e pensando em uma proposta de um ambiente didático, para futuros alunos e possivelmente um novo curso direcionado ao processo de soldagem.

## 2. ORGANIZAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Esta pesquisa foi elaborada em quatro etapas, sendo:

- A primeira etapa foi constituída da seleção do tema de projeto de TCC. A idéia de elaboração do projeto de “Revitalização do Laboratório de Soldagem”.
- Na segunda etapa foram feitos os levantamentos dos problemas existentes, no qual existiam.
- A terceira etapa consiste da apuração da lista de materiais e dos custos do projeto, sendo que após o levantamento dos problemas e das necessidades, foi elaborado a lista de materiais e os levantamentos de custos.
- Na quarta etapa foi realizado o desenvolvimento das atividades do projeto, no qual, iniciou-se.

## 2.1. Desenvolvimento do Projeto



### 3. SUPORTE TEÓRICO

O laboratório de tecnologia em processos de Soldagem, visa apresentar aos alunos a parte prática de um sistema de soldagem, conhecendo cada máquina e cada processo, utilizados nas indústrias. O laboratório conta com os processos de MIG (*Metal Inert Gas*), MAG (*Metal Active Gas*), Eletrodo Revestido, Oxiacetileno e TIG (*Tungsten Inert Gas*) (GERY, 2023).

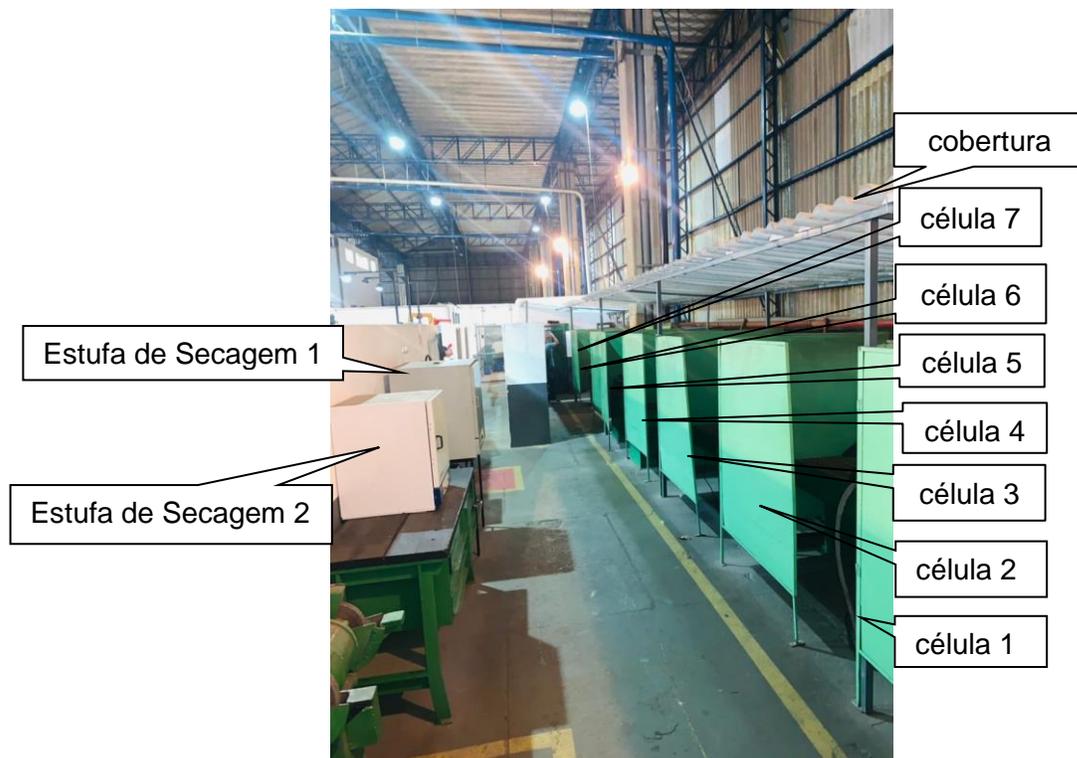
Para as aulas práticas, é possível o desenvolvimento de atividades simultâneas em cada um dos processos pois o laboratório possui um layout que distribui de forma eficiente, cabines individuais para os processos MIG, MAG, TIG e Eletrodo Revestido, bem como, bancadas para a prática de solda oxiacetilênica.

Fonte: [www.univale.br](http://www.univale.br)

#### 3.1 Célula de Solda

O laboratório consiste em sete biombos com Máquinas de solda, com divisórias de madeira, que serão substituídos por cortinas de PVC anti-chamas e anti respingo, será trocada a cobertura danificada e pintura do ambiente, e colocado placas de sinalização, assim com a abilitação dos Gases para o maquinário conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Célula de solda



Fonte: Próprio Autor

### 3.2 Estufas de Secagem

Esse tipo de produto tem como função secar e proteger eletrodos de intempéries como, por exemplo, umidade e temperatura relativa do ar, bem como do ataque de produtos químicos ou de colisões que podem ocorrer em ambientes fabris, os quais podem danificar a cobertura desses insumos e, conseqüentemente, prejudicar a qualidade do cordão de solda a ser confeccionado por meio deles, propiciando o surgimento de trincas e/ou porosidades nas juntas.

Dependendo do tipo de aplicação à qual serão submetidas, as estufas podem ser configuradas com compartimento fixo, geralmente, neste caso, apresentando formato

retangular ou quadrado, ou móvel, sendo o receptáculo, neste último caso, cilíndrico, visto na figura 2.

Figura 2 – Estufas de Secagem



Fonte: Próprio Autor

### 3.3 Máquinas de Soldagem tig por Eletrodo Revestido

A fonte inversora de solda A INDUSTRIAL 241 BIVOLT, que tem corrente de 200 A, oferece o máximo desempenho de soldagem, apesar do tamanho compacto, leve e portátil. Possui sistema de refrigeração por ventilação forçada por ar e permite utilização para processo TIG DC (não acompanha tocha).

Indicada para processos de soldagem com eletrodo revestido, principalmente 6013/7018, é ideal para aplicações em manutenção mecânica, reparação de moldes, artesanato, fabricação de móveis para escritório, serralherias, indústrias.

Foi observando a necessidade de substituir Duas máquinas de fator de trabalho baixo, por duas mais potentes com fator de trabalho de 200@100, vista na figura 3.

Figura 3 – Máquina de soldagem por eletrodo revestido



### 3.4 Unidade de Solda Oxiacetileno

Soldagem oxigás (OFW) inclui qualquer operação que usa a combustão de um gás combustível com oxigênio como meio de calor. O processo envolve a fusão do metal base e normalmente de um metal de enchimento, usando uma chapa produzida na ponta de um maçarico, visto na figura 4.

Figura - 4 Solda Oxigás



Fonte: [infosolda.com.br](http://infosolda.com.br)

### 3.5 Cobertura

A Cobertura de telha do ambiente, para proteção contra o tempo, visto na figura 5.

Figura 5 - Cobertura



Fonte :Próprio autor

### 3.6 Habilitação do Sistema de Gás

Ao despor as máquinas foi observado a necessidade de um sistema de gás para as máquinas visto na figura 6.

Figura 6 – Habilitação do Sistema de Gás



Fonte: Próprio autor

### 3.7 Cortina de Solda

A cortina de solda em tiras, é um material excelente para ambientes que têm a necessidade de um isolamento térmico, sonoro e físico. Elas são utilizadas nos ambientes onde existe a soldagem, já que as tiras têm uma tecnologia necessária para proteger as pessoas da radiação e da projeção de fagulhas metálicas. Todos os modelos são de fácil instalação e manutenção, as cortinas de PVC são completas, e possuem trilhos e ganchos para pendura, visto nas figuras 7 e 8.

Figura 8 – Modelo padrão de cortina “tiras”



Fonte: Univerflex

### 3.8 Armário

Em decorrer das aulas praticas do laboratório de solda, pertences eram deixados em uma outra sala, para ir ao laboratório.

Assim foi pensado na colocação de um armário para colocarmos os pertences dos alunos, visto na figura 9.

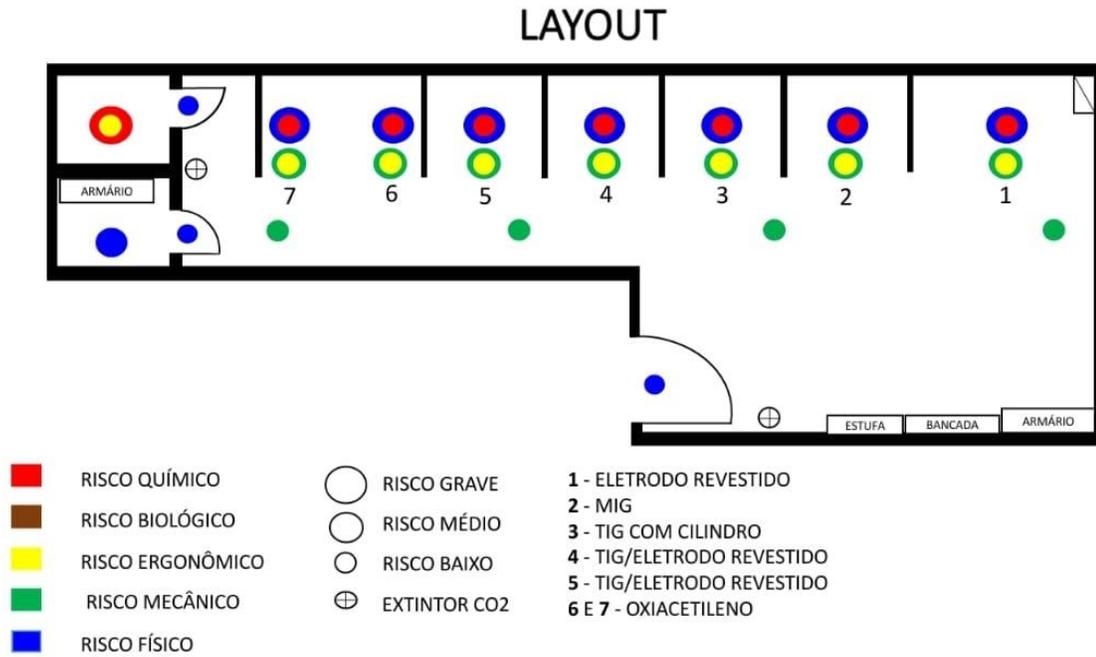
Figura 9 – Armário para mochila



Fonte: Próprio autor

### 3.9 Layout do Laboratório de Solda

Figura 10 – Layout do Laboratório de Solda



Fonte: Próprio autor

## **4. DESENVOLVIMENTO**

Conforme citado no item 2.1 desta monografia, o desenvolvimento ocorreu seguindo as etapas previamente programadas.

### **4.1 Desmontagem das Células.**

A desmontagem dos biombos feitas através da retirada das dobradiças e lixadeira para retirada dos pontos de solda.

### **4.2 Lavagem das Telhas.**

A lavagem ocorreu através de uma lavadora de alta pressão, com água e detergente, feita telha por telha.

### **4.3 Colocação das Telhas novas.**

Foram colocadas telhas novas, através de ganchos de fixação telha fibrocimento 1/4x150, colocads nos espaços que estavam faltando e locais que era convenientes serem colocadas.

### **4.4 Limpeza.**

Retiradas máquinas das células para varrer, limpar as paredes e estruturas metálicas.

### **4.5 Pintura.**

Após a limpeza do laboratório, e com as máquinas fora dos biombos, foi possível fazer a pintura geral do ambiente, tanto das paredes como do chão.

#### **4.6 Acionamento do Sistema Oxigás.**

Com as máquinas afastadas e as células limpas, foi possível o acionamento do sistema de oxigás para as máquinas Mig e Oxiacetileno.

#### **4.7 Disposição das Máquinas.**

Com o sistema de gás instalado e os biombos limpos, foram realocadas as máquinas de solda, na devida sequência:

Célula 1 - Eletrodo Revestido

Célula 2 - Mig

Célula 3 - Tig com Cilindro

Célula 4 - Tig com Eletrodo Revestido

Célula 5 - Tig com Eletrodo Revestido

Célula 6 - Oxiacetileno

Assim como o posicionamento das estufas de secagem seguindo o layout.

#### **4.8 Colocação do Armário.**

Agora com tudo no seu devido lugar, foi possível colocar o armário em um lugar de fácil acesso, seguindo o layout.

#### **4.9 Placas de Identificação e Banners.**

Agora é a vez de colocar as placas de identificação, que seriam, os números de cada biombo, placa de extintores, EP'IS obrigatórios, saída e a de laboratório de soldagem, na entrada do mesmo.

E os banners ditáticos de cada solda e procedimentos a serem tomados, assim podendo ser feita uma teoria ali mesmo no laboratório.

#### 4.10 Cortina em PVC (POLICLORETO DE VINILA).

Agora com a pintura das extrusoras metálicas feitas, foi possível a fixação dos “sandwiches” que prendem a cortina de PVC (Policloreto de Vinila),.

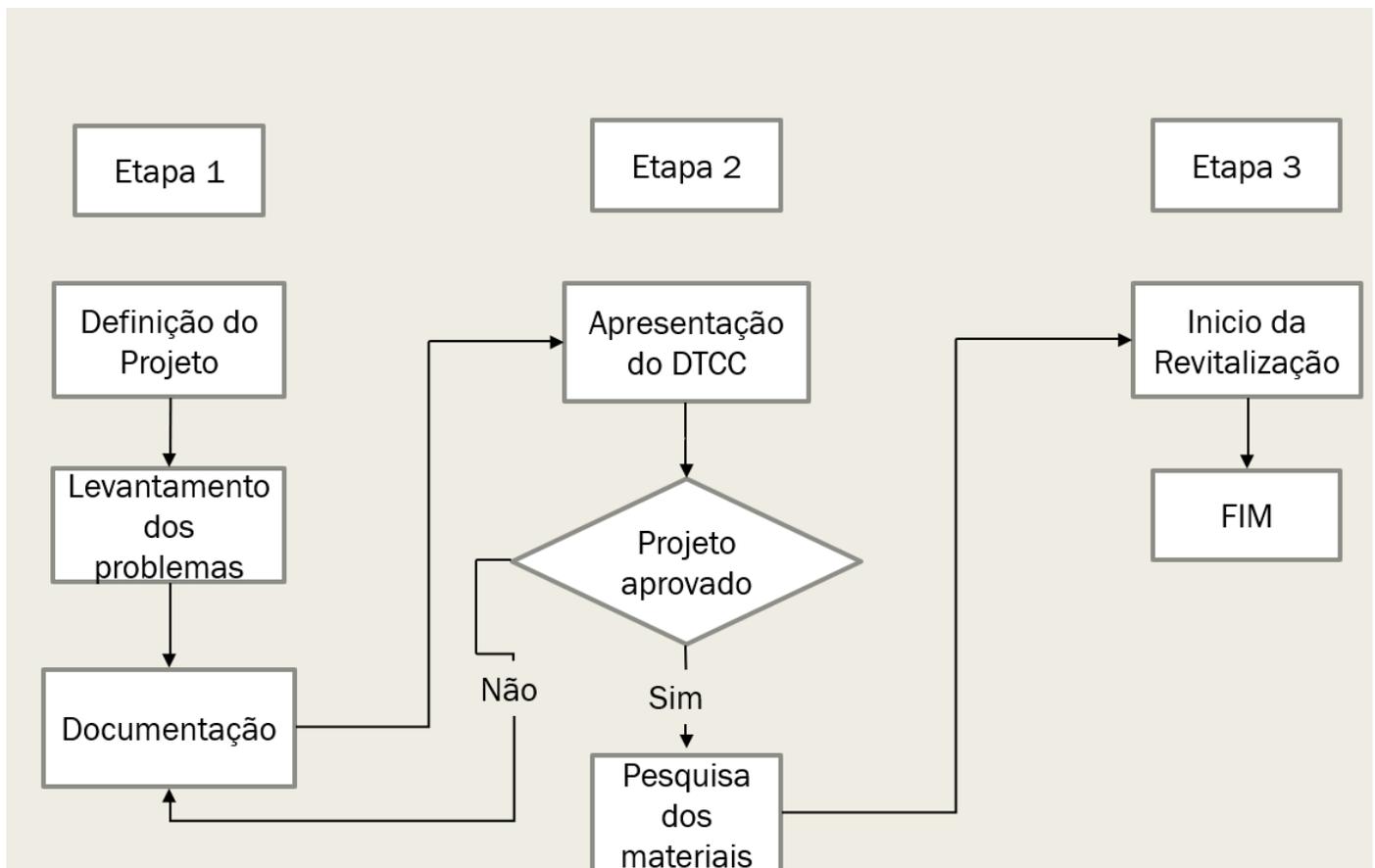
Após essa fixação é só pendurar as cortinas em tiras.

### 5. FLUXOGRAMA

No fluxograma, apresentamos a esquemática para solucionar a problemática da revitalização.

Fluxograma – Revitalização do laboratório de solda.

Tabela 1



## 6. Planilha de Custos

Tabela 2 – Planilha de Custos

Lista de Materiais	Quantidade	Fornecedor	Valor
Telha	3		R\$ 110,00
Tinta	2		R\$ 500,00
Inversora de solda	1	Loja do Mecânico	R\$ 1.500,00
Sinalização	3		R\$ 100,00
Cortina de PVC	1	Univerflex	R\$ 4.100,00
Válvula de segurança	2	oxigasgases	R\$ 500,00
pinceis e rolos	14	Leroy merlyn	R\$ 225,00
Banner 90x120	8	mercado livre	R\$ 810,00
Hora Homem	(15x4x5x8)		R\$ 2.000,00
<b>Total</b>			<b>R\$ 9.845,00</b>

Fonte: Próprio autor

## 7. CRONOGRAMA

### Quadro 1 – Cronograma

Curso técnico em mecânica - 3BN - 2023 - Revitalização do laboratório de solda

Cronograma de Desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso (DTCC)				Semanas																											
Item	Atividades (Etapas)	Responsável	Status	08/fev	15/fev	22/fev	01/mar	08/mar	15/mar	22/mar	29/mar	05/abr	12/abr	19/abr	26/abr	03/mai	10/mai	17/mai	24/mai	31/mai	07/jun	14/jun	21/jun	28/jun	05/jul	12/jul	19/jul	26/jul			
1	Escolha do Projeto de Revitalização	Todos	R	■																											
			R																												
2	Visita ao Laboratório	Todos	R		■	■																									
			R																												
3	Levantamento dos Problemas	Todos	P				■	■	■																						
			P																												
4	Medição do Laboratório	João/Rogério	P																												
			R					■																							
5	Documentação	Rogério	P	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
			R																												
6	Apresentação ao Orientador	Todos	P																												
			R																												
7	Ajustes	Todos	P				■	■	■	■	■																				
			R																												
8	Apresentação a banca de validação	Todos	P																												
			R																												
9	Excute	Todos	P																												
			R																												
10	Fim do semestre		P																												
			R																												

Legenda :  Realizado

 Previsto

Fonte: Os autores

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O projeto da revitalizaçãodo laboratório de solda, proporcionou aos membros do grupo a colocarem em prática a aprendizagem absorvida ao longo do Curso Técnico em Mecânica Industrial.

Agradecemos a todos!!!

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [www.lojadomecânico.com.br](http://www.lojadomecânico.com.br)
- [www.infosolda.com.br](http://www.infosolda.com.br)
- [www.antferramentas.com.br/](http://www.antferramentas.com.br/)
- [www.antferramentas.com.br](http://www.antferramentas.com.br)
- [www.canaldosoldador.com.br](http://www.canaldosoldador.com.br)
- [www.univerflex.com.br](http://www.univerflex.com.br)

