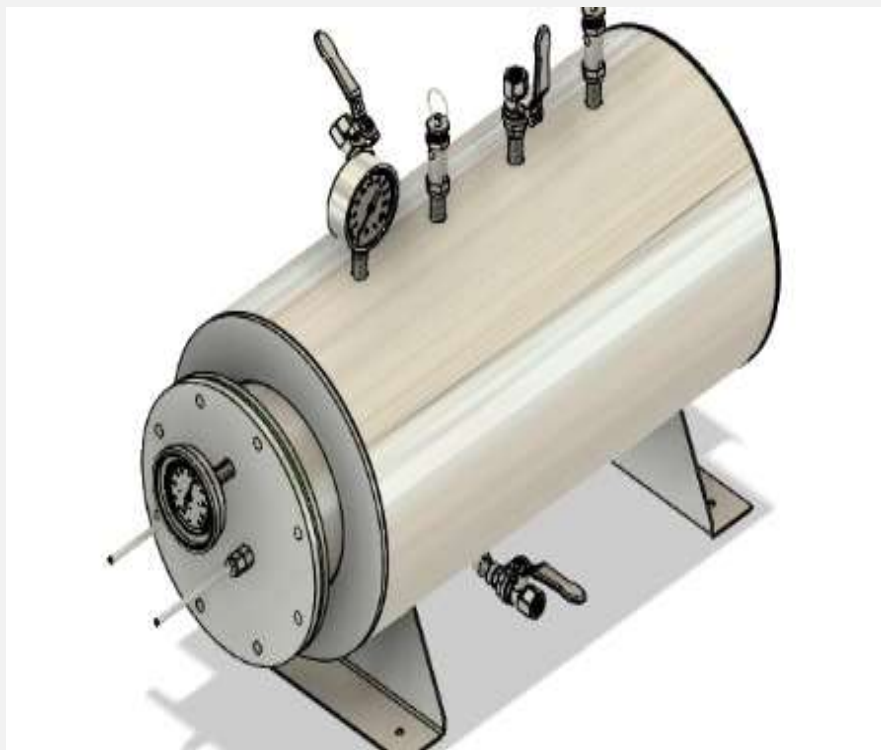


CALDEIRA A VAPOR



PAPEL DAS CALDEIRAS NA GERAÇÃO DE VAPOR: FUNCIONAMENTO E APLICAÇÕES

Adilson Rodrigues

Albano Vicente Silva Araujo

Ana Paula Teodozio de Oliveira

Hugo Macedo De Queiroz

Lucas Daniel Pereira Aragão

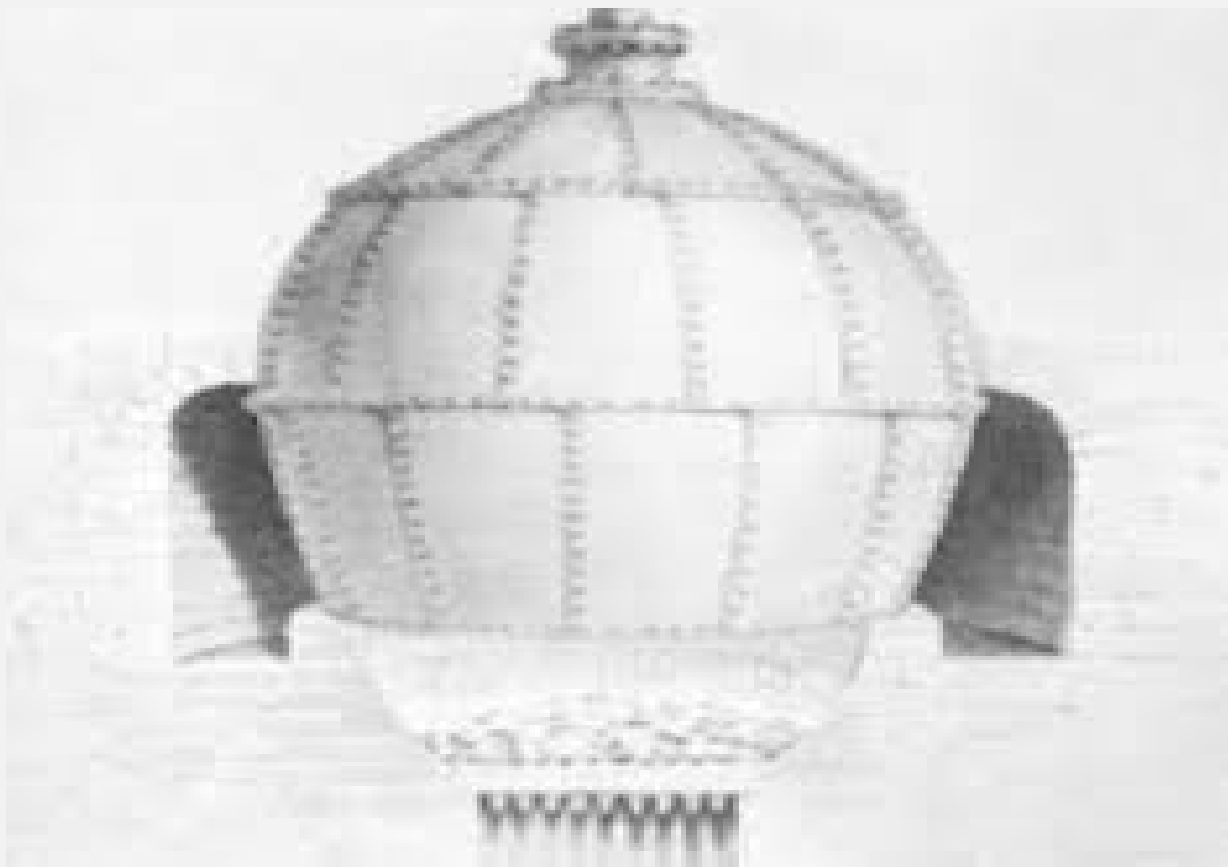
Rafael Nunes Alexandre

Valdevino de Jesus da Anunciação

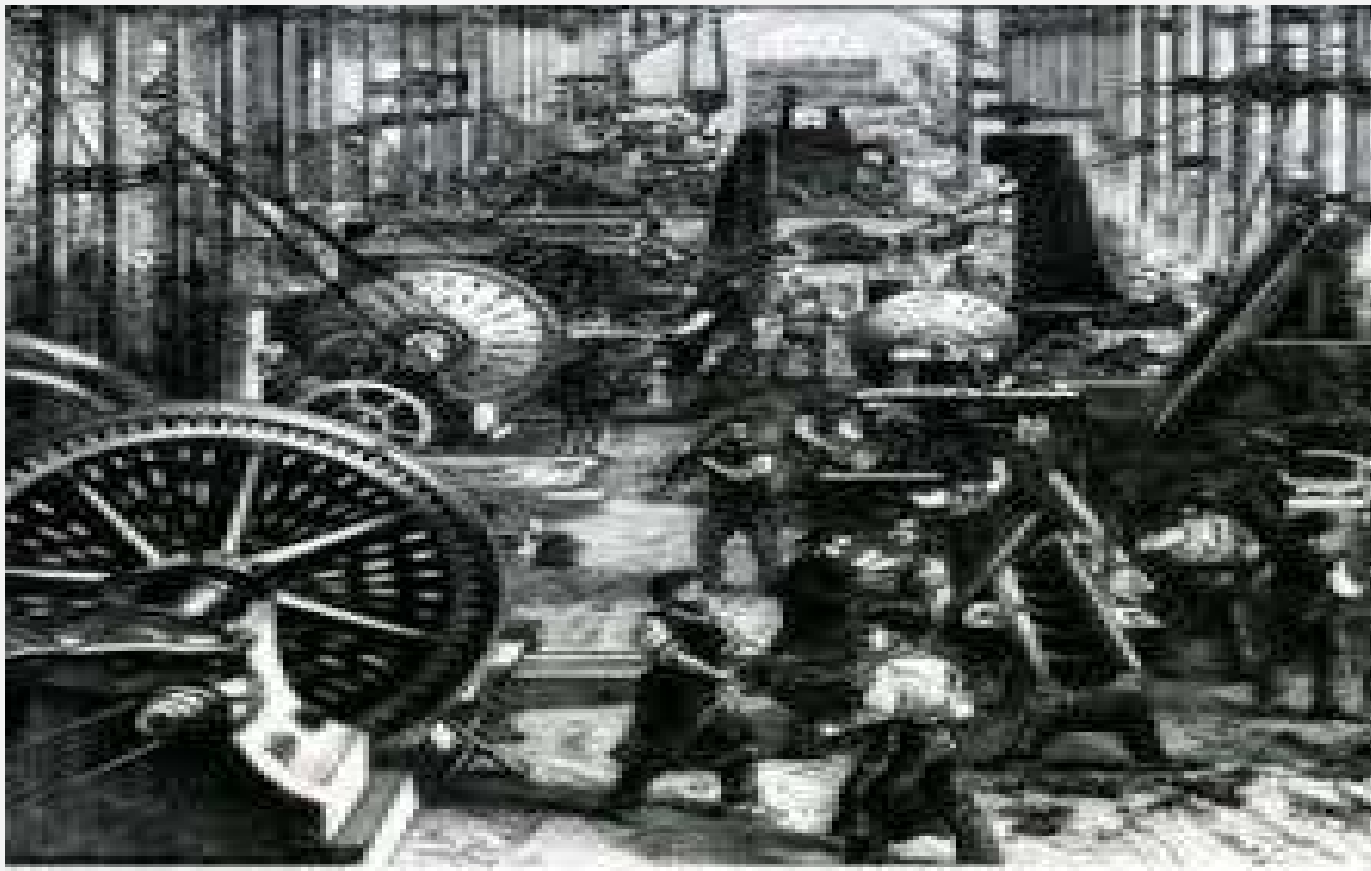
EOLÍPILA HERON DE ALEXANDRIA SÉCULO I



EVOLUÇÃO DA CALDEIRA NO SÉCULO XVII



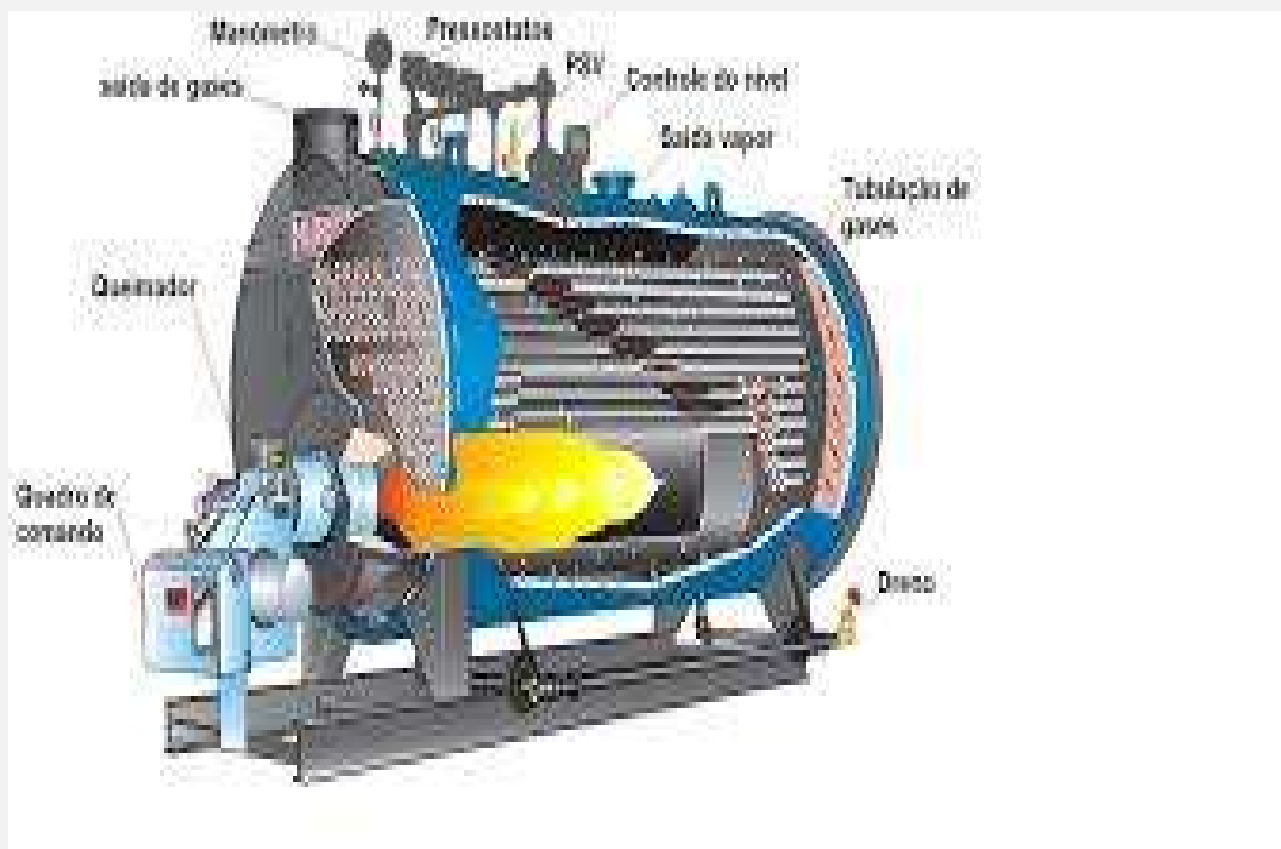
SÉCULO XVII REVOLUÇÃO INDUSTRIAL



CALDEIRA MODERNA



FONCIONAMENTO



VOCÊ SABIA ?





INDICE

- I. INTRODUÇÃO**
- II. OBJETIVO GERAIS**
- III. DIAGRAMA DE GANTT**
- IV. MATERIAIS**
- V. DESENHO TÉCNICO**
- VI. MÉTODOS**
- VII. CALDEIRA EM FUNCIONAMENTO**
- VIII. CUSTO**
- IX. CALCULOS APLICAVEIS**
- X. MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**
- XI. CONSIDERAÇÃO FINAL**
- XII. AGRADECIMENTOS**

I. INTRODUÇÃO

O projeto se baseia em uma caldeira do tipo flamo tubular para geração tanto de vapor quanto água quente.

Ambos podem ser utilizados simultaneamente ou de uma vez de modo que torna o equipamento versátil e possível de ser utilizado em diversos cenários



II. OBJETIVO GERAL

Desenvolver, projetar e construir uma caldeira didática de pequeno porte destinada à geração de vapor e água quente, com aplicação em ambientes de ensino técnico e demonstração de princípios termodinâmicos. O projeto visa integrar conhecimentos teóricos e práticos das áreas de desenho técnico, usinagem, montagem e análise de sistemas térmicos, culminando na produção de um equipamento funcional e seguro, dentro dos parâmetros de dimensionamento e funcionamento propostos.

III. DIAGRAMA DE GANTT

TCC - CALDEIRA DE VAPOR

Cronograma de Atividades



TCC - CALDEIRA DE VAPOR

Cronograma de Atividades





INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO E CONTROLE

Foram utilizados alguns acessórios para monitoramento e controle do vaso:

Válvulas de segurança

Manômetro

Termômetro

Válvulas esfera para entrada de água e retirada de vapor

Conexões tubing para a serpentina



ACABAMENTO

Ao finalizar da solda e usinagem, o projeto foi inteiramente polido e foram utilizados os seguintes itens:

Rodas de lixa em diferentes grãos

Disco flap

Disco de transisal

Pastas de polir de diferentes cores para diferentes etapas do acabamento

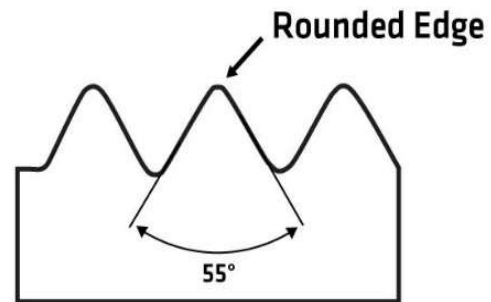


PADRÕES DE ROSCA UTILIZADOS

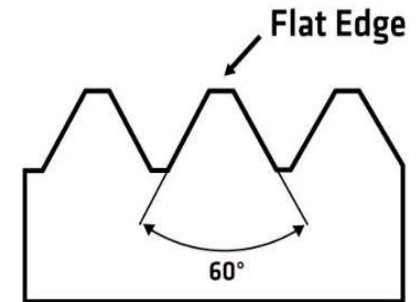
Cada uma resiste a uma faixa
diferente de pressão:

BSP: 250 libras

NPT: 150 libras



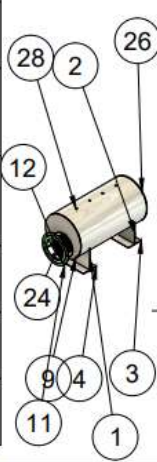
BSP



NPT

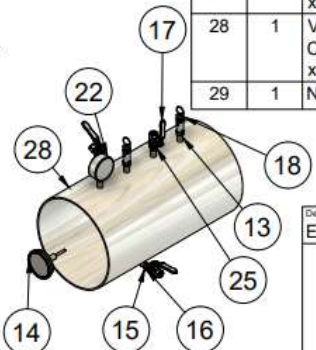
V. DESENHOS TÉCNICOS

Parts List				Parts List			
Item	Qty	Part Number	Material	Item	Qty	Part Number	Material
1	1	BASE 01-250mm x 150mm x 4.0mm	----	9	1	TAMPA DIANTEIRA:275mm x 4.0mm	Steel
2	1	BASE 02-250mm x 150mm x 4.0mm	----	11	1	FLANGE TAMPA DIANTEIRA:200mm x 150mm x 4.0mm	Steel
3	1	BASE 03-250mm x 100mm x 4.0mm	Steel	12	1	JUNTA PAPELÃO HIDRAULICO NA 1020-BV DIANTEIRA	Steel
4	1	BASE 04-250mm x 100mm x 4.0mm	Steel	24	1	SERPENTINA INOX 143mm x 140mm x 6mm	Steel
5	1	JUNTA DE PAPELÃO HIDRAULICO NA1002-QUEIMAD OR TRASEIRO	Steel	26	1	TAMPA TRASEIRA:275mm x 4.0mm	Steel
7	1	TUBO QUEIMADOR TRASEIRO:300mm x 50.80mm x 2.0mm	Steel	28	1	VASO CALDEIRA:510mm x 275mm x 4.0mm	Steel

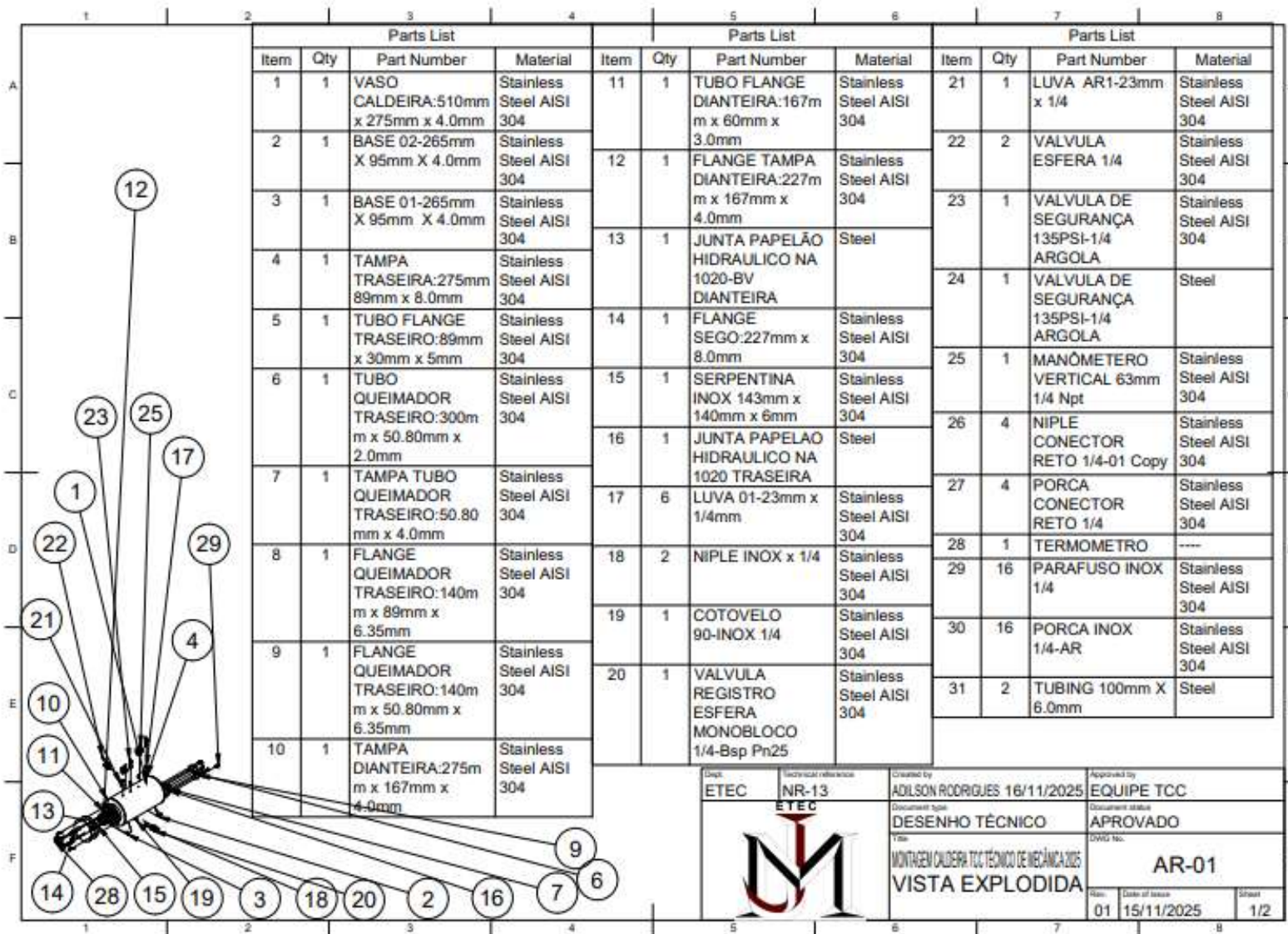


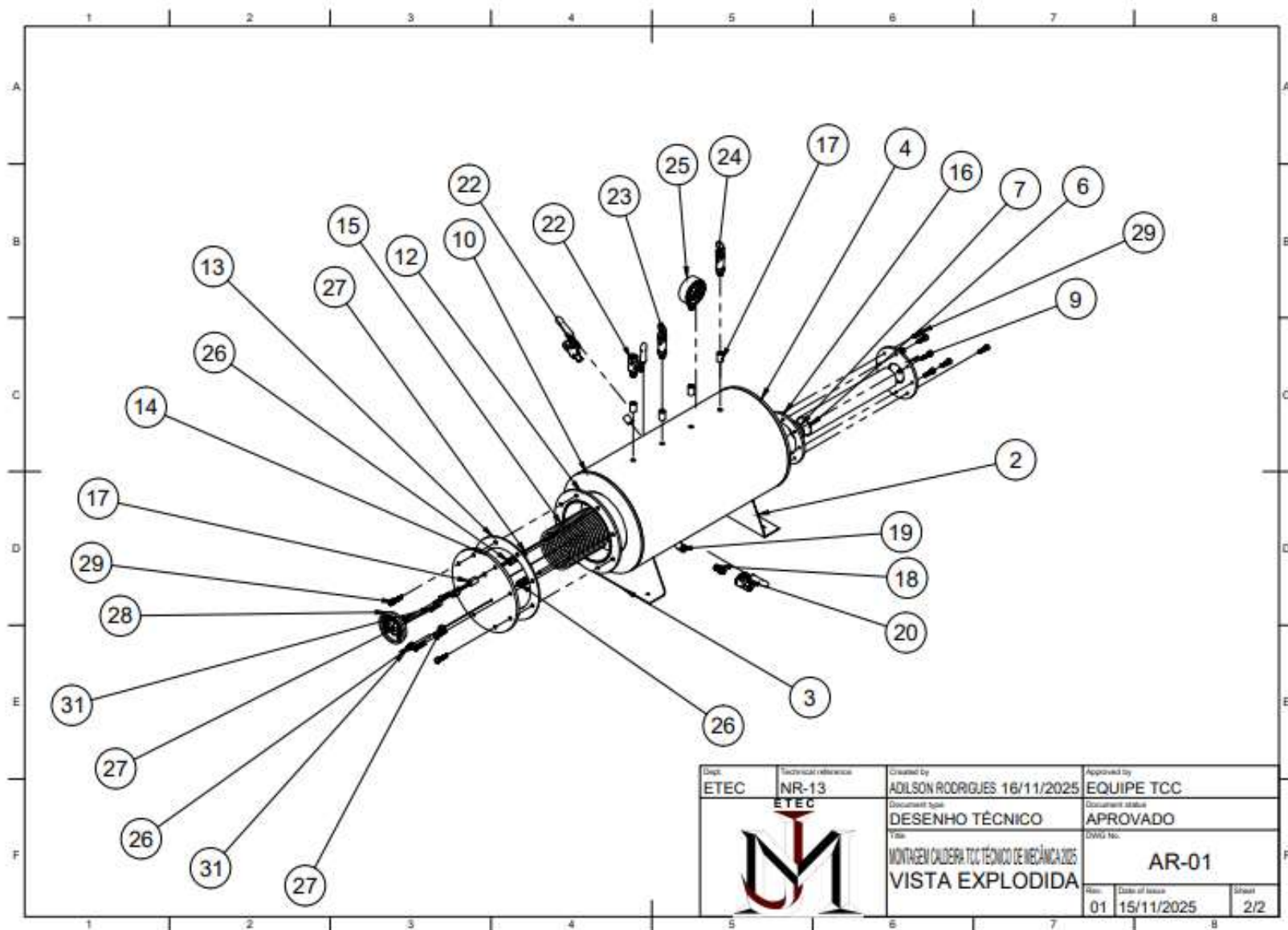
Dept.	ETC	Technical reference	NR-13	Created by	ADILSON RODRIGUES 18/08/2025	Approved by	EQUIPE TCC
ETEC JÚLIO DE MESQUITA		Document type	DESENHO TÉCNICO	Document status	APROVADO	AR-01	
		Title	MONTAGEM CALDEIRA INOX 304-AR	DWG No.			
		LISTA DE PEÇAS					
Rev.	01	Date of issue	18/08/2025	Sheet	14/17		

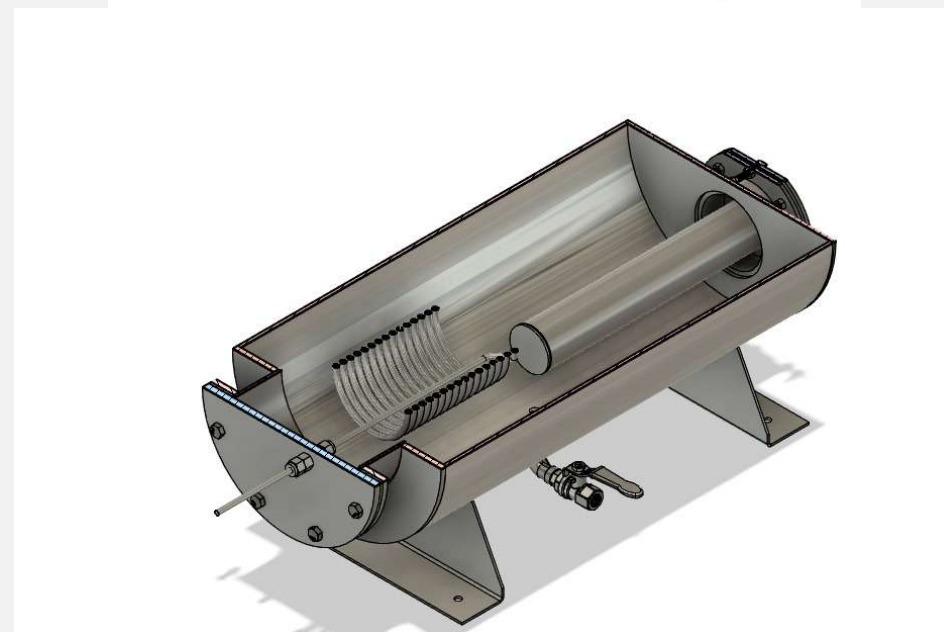
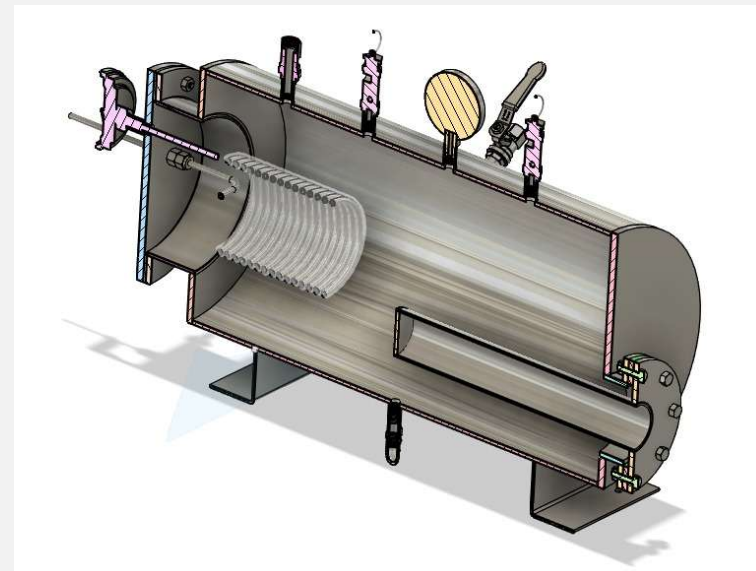
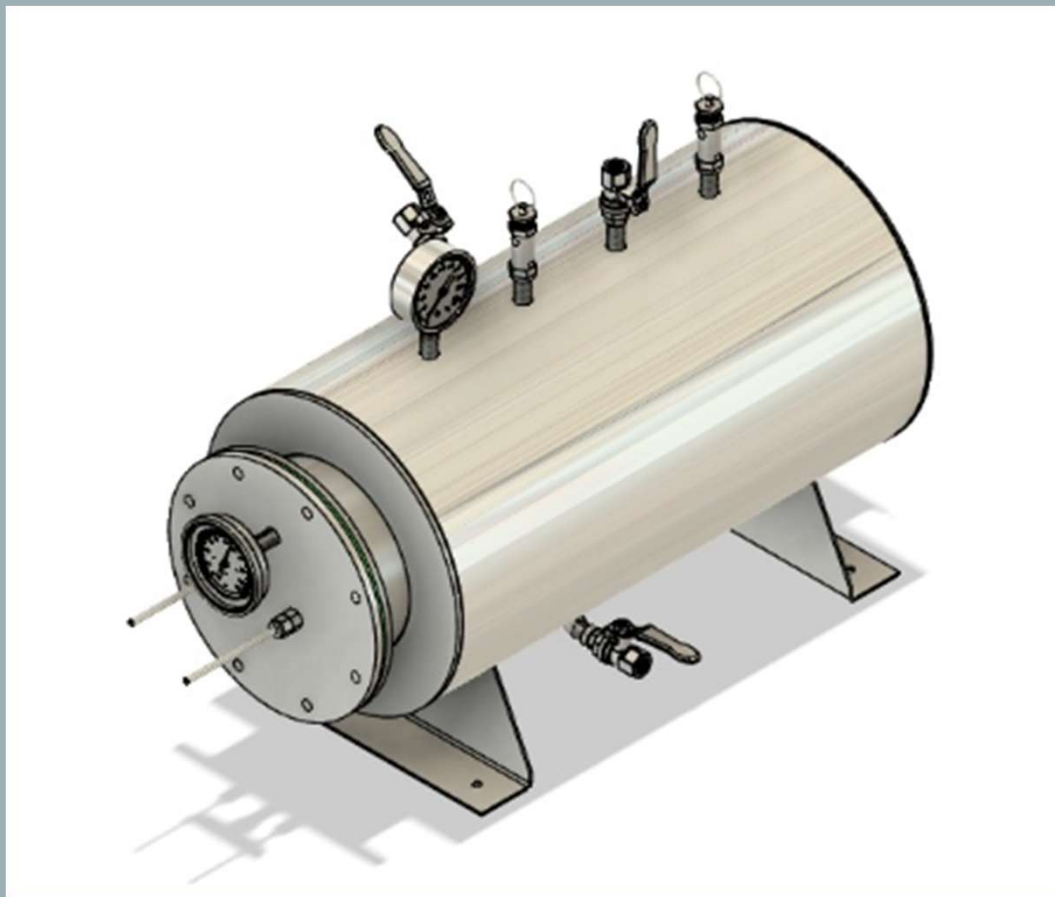
Parts List				Parts List			
Item	Qty	Part Number	Material	Item	Qty	Part Number	Material
22	1	MANÔMETRO VERTICAL 63mm 1/4 Npt	Steel	13	6	LUVA 01-23mm x 1/4mm	Steel
23	1	PARAFUSO SEXTAVADO ROSCA INTEIRA M6 X 1 MM X 15 MM DIM 933 INOX A2	Steel	14	1	TERMOMETRO 01	Steel
25	1	NIPLE INOX x 1/4	Steel	15	1	COTOVELO 90-INOX 1/4	Steel
27	1	LUVA AR1-23mm x 1/4	Steel	16	1	NIPLE INOX x 1/4	Steel
28	1	VASO CALDEIRA:510mm x 275mm x 4.0mm	Steel	17	3	VALVULA REGISTRO ESFERA MONOBLOCO 1/4-Bsp Pn25	Steel
29	1	NIPLE INOX x 1/4	Steel	18	2	VALVULA DE SEGURANÇA 135PSI-1/4 ARGOLA	Steel



Dept.	ETC	Technical reference	NR-13	Created by	ADILSON RODRIGUES 18/08/2025	Approved by	EQUIPE TCC
ETEC JÚLIO DE MESQUITA		Document type	DESENHO TÉCNICO	Document status	APROVADO	AR-01	
		Title	MONTAGEM CALDEIRA INOX 304-AR	DWG No.			
		LISTA DE PEÇAS					
Rev.	01	Date of issue	18/08/2025	Sheet	15/17		







VI. MÉTODOS



USINAGEM





Torneamento das peças





Usinagem do flange após furos para retirada mais fácil de material



MONTAGEM DAS PEÇAS ATRAVÉS DE SOLDAGEM



POLIMENTO DAS PEÇAS





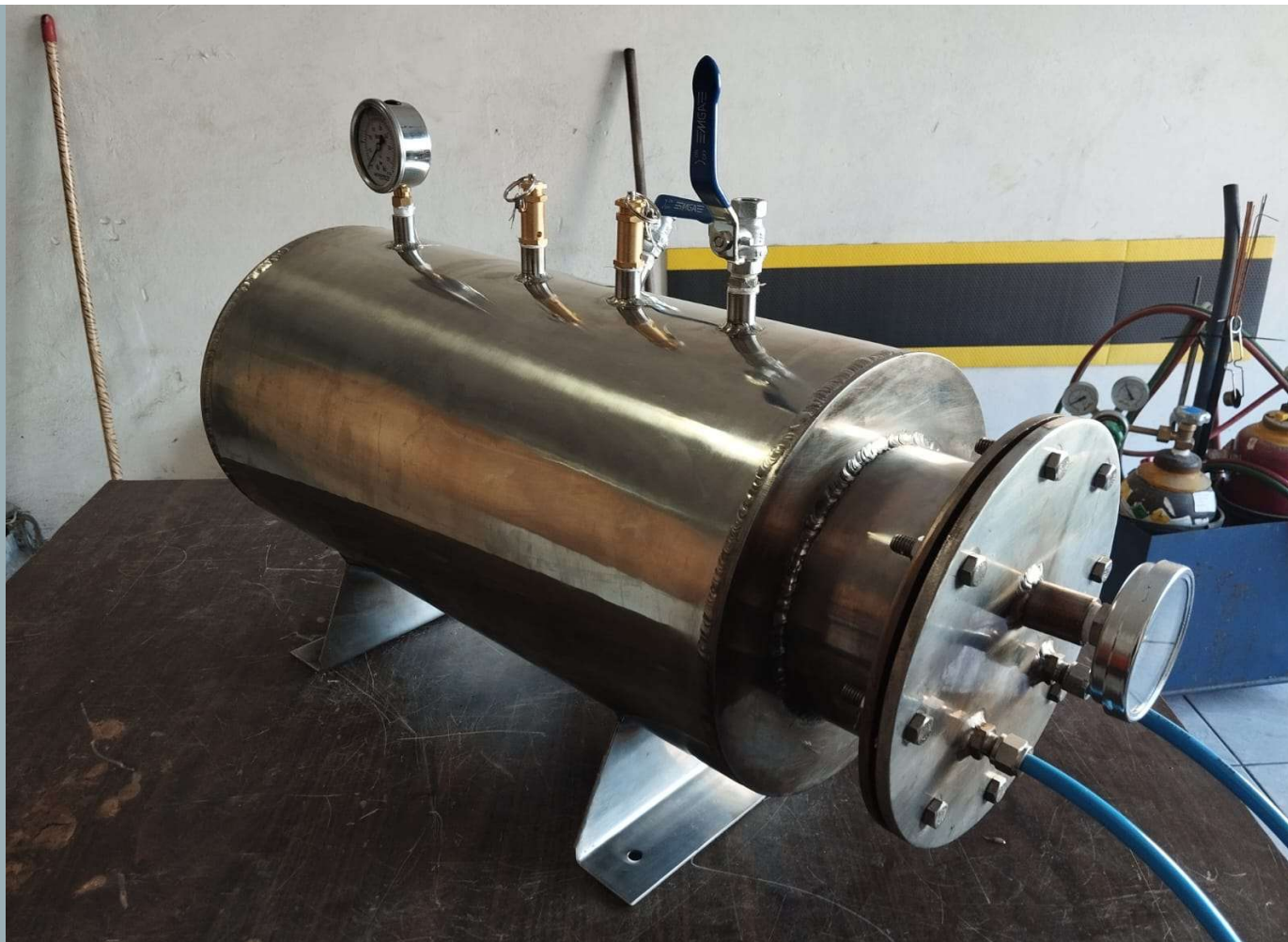
Vaso antes do processo de polimento



Vaso posterior ao processo de polimento

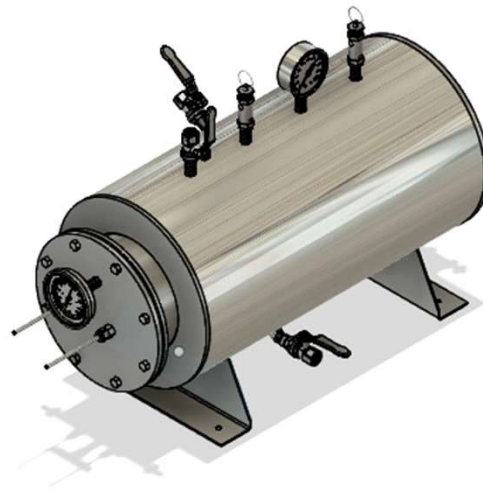


MONTAGEM DOS COMPONENTES

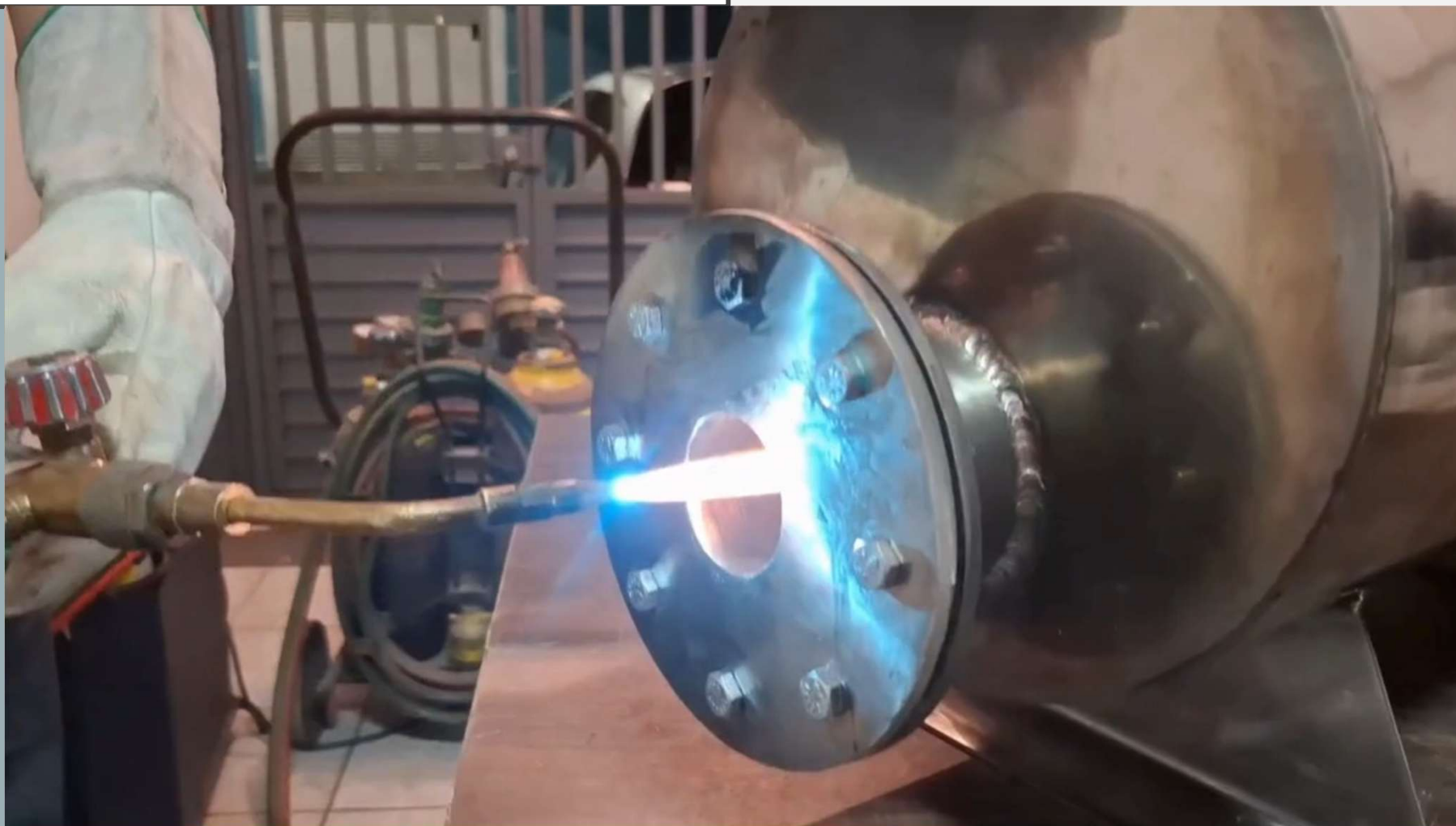


Caldeira Pronta

Montagem da caldeira em vídeo



VII. CALDEIRA EM FUNCIONAMENTO



VIII. Custos

Total:
R\$ 1584,82

Quantidade	Item / Descrição	Valor / Forma de aquisição
1	Tubo em aço inox para o corpo da caldeira	R\$ 200,00
3	Registros em aço inox	R\$ 85,50
1	Cotovelo em aço inox	R\$ 14,67
6	Lugas em aço inox	R\$ 94,14
4	Nipples em aço inox	R\$ 59,68
1	Termômetro haste longa	R\$ 103,10
1	Manômetro glicerinado	R\$ 86,90
1	Luva com rosca NPT	Fabricado sob medida por conveniência
2	Válvula de alivio de pressão 135 Libras	
1	Disco flap	Conseguido em seu trabalho pelo Lucas
1	Disco de transisal	
4	Massas de Polir	R\$ 107,80
4	Rodas de lixa	R\$ 200,00
Chapas e serpentina de Aço Inox		R\$ 491,00
8	Porca Sextava 5/16	R\$ 3,78
8	Parafuso 5/16	R\$ 16,78
5	Porca Sextava 3/8	R\$ 3,67
5	Parafuso 3/8	R\$ 16,84

IX. CÁLCULOS APLICÁVEIS

Foram necessários o cálculo de pressão, e consideração da temperatura de trabalho da caldeira

$$\sigma = \frac{215 \text{ Mpa (limite de escoamento)}}{4 \text{ (fator de segurança)}} = 53,75 \text{ Mpa (pressão admissível)}$$

$$53,75 \text{ Mpa} \times 145,04 = 7795,78 \text{ PSI} = 7795,78 \text{ Libras}$$

$$\frac{7795,78 \text{ (pressão admissível calculada)}}{135 \text{ (Pressão máxima da caldeira)}} = 57,75$$

X. MANUAL DE OPERAÇÃO

Antes de ligar verifique se o nível de água está dentro do limite adequado.

Confirme se todas as válvulas estão na posição correta (entrada fechada, alívio aberta, etc.).

Verifique se não há obstruções nos bocais e conexões.

Acione o sistema de aquecimento.

Acompanhe o aumento gradual da temperatura e da pressão pelo manômetro.

Após o Uso desligue a fonte de calor.

Abra a válvula de alívio e aguarde a despressurização.

Drene o restante da água pela válvula de drenagem inferior.

Deixe o equipamento esfriar completamente antes de qualquer manuseio.



X. MANUAL DE MANUTENÇÃO

Antes de qualquer operação, verifique:
O nível de água.
Possíveis vazamentos nas conexões e juntas
O funcionamento dos manômetros.

Manutenção Semanal

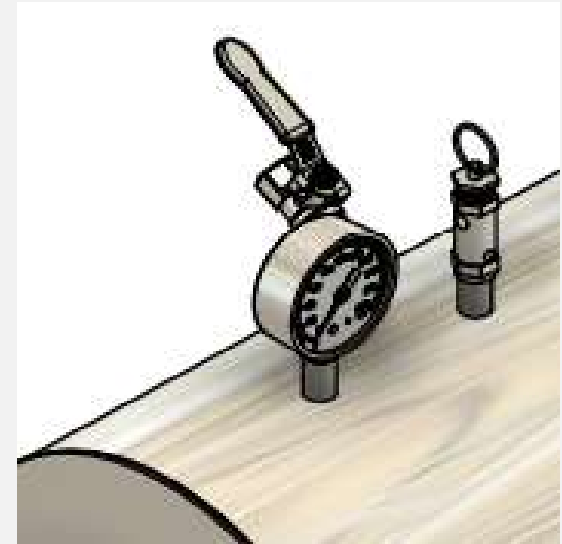
Esvaziar completamente a caldeira e limpar internamente com água.

Manutenção Mensal

Verificar integridade estrutural do corpo do vaso (trincas, deformações)
Realizar reaperto de todas as conexões e suportes.

Manutenção anual

Fazer a calibração dos instrumentos de medição



XI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As caldeiras a vapor são equipamentos fundamentais na indústria, e seu funcionamento seguro e eficiente depende de operação correta, manutenção preventiva e cumprimento rigoroso das normas, especialmente a NR-13. Este trabalho permitiu compreender seus principais componentes, princípios de operação e a importância do controle adequado para evitar falhas e otimizar o desempenho. Conclui-se que o conhecimento técnico e as boas práticas são essenciais para garantir segurança, confiabilidade e eficiência no uso das caldeiras.

XII.AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos professores e à equipe da Etec pelo ensino de qualidade e pela paciência em orientar o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas de curso, pela parceria, troca de ideias e aprendizado conjunto ao longo das aulas e projetos.

Aos familiares, por compreenderem as ausências e apoiarem esta caminhada.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste TCC na área de Mecânica.

OBRIGADO