



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA MECÂNICA
RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

**Proposta de melhoramento dos Processos de Requalificação dos Cilindros
GPL na Empresa Prozinco Moçambique S.A**

Autor:

Bacalhão, António Lemos

Supervisores:

Prof. Doutor Eng^o. Raúl Camareno - UEM

Eng^o. Júlio Bata – Prozinco

Maputo, Maio de 2025



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA MECÂNICA
RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

Proposta de melhoramento dos Processos de Requalificação dos Cilindros GPL na
Empresa Prozinco Moçambique S.A

Autor:

Bacalhão, António Lemos

Supervisor da Faculdade:

Prof. Eng^o.Raúl Camareno

Supervisor da Empresa:

Eng^o. Júlio Bata

Maputo, Maio de 2025



**PROPOSTA DE MELHORAMENTO DOS PROCESSOS DE REQUALIFICAÇÃO DOS
CILINDROS GPL NA EMPRESA PROZINCO MOÇAMBIQUE S.A.,
BACALHAO, ANTÓNIO LEMOS**

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que o estudante, **António Lemos Bacalhão**, com o código 20071431006, entregou no dia ___/0 5 /2025 as três copias do relatório de estágio, intitulado: Requalificação e manutenção de cilindro – GPL

Maputo, _____ de _____ de 2025

A chefe da Secretaria

DECLARAÇÃO SOB A PALAVRA DE HONRA

Eu António Lemos Bacalhão, declaro por minha honra que o presente trabalho é exclusivamente de minha autoria, e que foi resultado de vários conhecimentos teóricos e práticos adquiridos durante o estágio profissional na Empresa Prozinco Moçambique S.A., o mesmo foi concebido para ser submetido apenas para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Mecânica na Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, Março de 2025

(António Lemos Bacalhão)

DEDICATÓRIA

Á minha família em particular o meu Pai, meus irmãos, em memória minha mãe, em especial à minha Esposa e meu Filho Ryan, os meus sobrinhos Adjí, Anita Dineise, Rosineisen, Marineisen, Lucas, Wen e os demais amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pelo dom da vida, por ter me dado força, determinação e persistência, para a realização deste sonho, em especial ao meu Apostolo Onório Gabriel Cutane, Pastora Jennifer Cutane e o meu Padrinho Augusto Cipriano.

Ao meu querido pai, aos meus queridos irmãos, amigos, colegas e todos professores deste departamento de engenharia mecânica, contribuíram de maneira fundamental em minha formação, que possibilitaram acesso a uma nova área de conhecimento.

A minha querida esposa Ancha Carlota Nhamtumbo, pela compreensão e apoio moral nos tempos difíceis por estar sempre do meu lado.

A equipe das Oficinas gerais da empresa Prozinco Moçambique S.A, afectos na área de requalificação de botijas de gás de uso doméstico, que possibilitou o aprendizado contínuo e todo o suporte para realização de todo o trabalho.

Ao meu Supervisor Prof. Eng.º Raul Camareno, que conduziu de forma competente a realização deste trabalho.

RESUMO

A Requalificação de cilindro GPL na Empresa Prozinco Moçambique S.A, é um processo periódico obrigatório que avalia, recupera e valida a segurança de cilindro GPL no nosso país de acordo com NM.

A Empresa Prozinco Moçambique S.A, para o gerenciamento e aplicação das boas práticas para a gestão eficaz da manutenção nos sistemas produtivos, ainda constituem importantes objectos de estudo para os gestores dessa área. Torna-se necessário trabalhar com planeamento e a utilização de filosofias de trabalho destinadas ao melhor desempenho da produção com foco na qualidade. Este trabalho aborda a Gestão da Manutenção e suas técnicas correlatas de gerenciamento, indica as características dos principais tipos de manutenção, etapas do PCM (O Planeamento e Controle de Manutenção) e factores enquadrados para as práticas de manutenção. Com o objectivo garantir a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, além de reduzir custos e aumentar a eficiência dos processos. Essa abordagem permite que a empresa identifique as falhas e problemas com antecedência, o que permite agendar a manutenção preventiva antes que provoquem paradas não programadas. O Planeamento e Controle de Manutenção também permite que a empresa tenha um controle maior sobre os custos de manutenção. Com o PCM, é possível estabelecer um orçamento para a manutenção, prever os custos com antecedência e evitar gastos desnecessários.

Palavras-chave: Requalificação de cilindros GPL, Prozinco Moçambique S.A., Manutenção preventiva.

ABSTRACT

The requalification of LPG cylinders at Prozinco Moçambique S.A. is a mandatory periodic process that evaluates, recovers and validates the safety of LPG cylinders in our country according to NM.

The management and application of good practices for effective maintenance management in production systems at Prozinco Moçambique S.A. are still important objects of study for managers in this area. It is necessary to work with planning and the use of work philosophies aimed at improving production performance with a focus on quality. This work addresses Maintenance Management and its related management techniques, indicating the characteristics of the main types of maintenance, stages of PCM (Maintenance Planning and Control) and factors included in maintenance practices. The aim is to ensure the availability and reliability of equipment, in addition to reducing costs and increasing process efficiency. This approach allows the company to identify failures and problems in advance, which allows scheduling preventive maintenance before they cause unscheduled shutdowns. Maintenance Planning and Control also allows the company to have greater control over maintenance costs. With PCM, it is possible to establish a budget for maintenance, predict costs in advance and avoid unnecessary expenses.

Keywords: LPG cylinder requalification, Prozinco Mozambique S.A., preventive maintenance.

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	I
AGRADECIMENTOS	II
RESUMO.....	III
ABSTRACT.....	IV
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. PROBLEMA DE ESTUDO.....	14
1.2. OBJECTIVOS.....	15
1.2.1. OBJECTIVOS GERAIS	15
1.2.2. OBJECTIVOS ESPECÍFICOS	15
1.3. METODOLOGIA.....	16
2. REVISÃO TEÓRICA.....	17
2.1. CONCEITOS GERAIS.....	17
3. DESCRIÇÃO GERAL DA EMPRESA	18
3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	18
3.1.1. ÁREAS DE ACTIVIDADE DA EMPRESA	19
3.1.2. CONSTRUÇÕES METALOMECÂNICAS E MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	19
3.1.3. PROTECÇÃO ANTICORROSIVA	19
3.1.4. REQUALIFICAÇÃO DE CILINDROS DE AÇO PARA GLP.....	19
3.1.5. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	20
3.2. COMPONENTES DE CILINDRO – GPL.....	20
3.2.1. COMPONENTES DE UM CILINDRO DE GÁS GLP	21
3.2.2. PRINCIPAIS COMPONENTES ESTRUTURAIIS	21
3.2.4. CORPO DO CILINDRO	21
3.2.5. ESPESSURA DA PAREDE DOS RECIPIENTES	21
3.2.6. TENSÃO ADMISSÍVEL E RADIOGRAFIA DAS SOLDADURAS.....	22
3.2.7. COLARINHO (ALÇA) DE CILINDRO DE GPL:	22
3.2.7.1. FUNÇÕES PRINCIPAIS	23
3.2.7.2. MATERIAIS E CONSTRUÇÃO.....	23
3.2.7.3. NORMAS E REQUISITOS TÉCNICOS.....	23
3.2.7.4. CONSIDERAÇÕES DE SEGURANÇA	24

3.2.8.	BASE OU PÉ.....	24
3.2.8.1.	FUNÇÕES PRINCIPAIS	24
3.2.8.2.	NORMAS E INSPEÇÃO	25
3.2.9.	VÁLVULA DE CONTROLO	26
3.2.9.1.	FUNÇÕES PRINCIPAIS	26
3.2.9.2.	VÁLVULA.....	26
3.2.9.3.	TESTES E CONTROLO DE QUALIDADE.....	26
3.3.	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DE UM CILINDRO DE GPL.....	27
3.3.1.	COMPOSIÇÃO DO AÇO CARBONO.....	27
3.4.	ANÁLISE E FUNCIONAMENTO DAS ETAPAS DO PROCESSO DE REQUALIFICAÇÃO.....	28
3.4.1.	TESTE HIDROSTÁTICO	28
3.4.2.	TRATAMENTO TÉRMICO DOS CILINDROS.....	29
3.4.3.	TESTES HIDROSTÁTICOS	30
3.4.3.1.	OBJECTIVO DO PROCEDIMENTO	31
3.4.3.2.	PROCEDIMENTO DE TESTE HIDROSTÁTICO	31
3.4.3.3.	PONTOS A ANALISAR DURANTE O ENSAIO	31
3.4.3.4.	PADRÕES NECESSÁRIOS PARA O ENSAIO	32
3.4.3.5.	INÍCIO DO PROCEDIMENTO DE ENCHIMENTO PARA ENSAIO HIDROSTÁTICO	32
3.4.3.6.	PROCEDIMENTO DE TESTE À PRESSÃO (ENSAIO HIDROSTÁTICO).....	33
3.4.3.7.	PROCEDIMENTO DE VAZAMENTO (DRENAGEM E SECAGEM DO CILINDRO).....	34
3.5.	INSPECÇÃO VISUAL.....	35
3.6.	CORTE DE ACESSÓRIOS.....	36
3.6.1.	CORTE POR PLASMA MANUAL.....	36
3.7.	SOLDADURA.....	37
3.7.1.	PROCESSOS DE SOLDADURA POR FUSÃO	37
3.7.2.	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E CONSUMÍVEIS	38
3.7.3.	INFLUÊNCIAS DO PROCESSO DE SOLDADURA NO MATERIAL	39
3.7.4.	PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO.....	39
3.7.5.	FONTES DE ENERGIA PARA SOLDADURA POR FUSÃO	40
3.7.6.	A SOLDADURA MIG MAG.....	41
3.7.6.1.	PRINCIPAIS VANTAGENS DA SOLDADURA MIG/MAG	41

3.7.6.2.	DESVANTAGENS DA SOLDAGEM MIG/MAG:.....	41
3.7.6.3.	OS EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA REALIZAR A SOLDAGEM MIG/MAG	42
3.7.7.	FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO MIG/ MAG.....	42
3.7.7.1.	TESTES DE VERIFICAÇÃO DAS SOLDAS.	43
3.7.7.2.	GASES DE PROTECÇÃO UTILIZADOS NO PROCESSO MIG/MAG PARA AÇOS CARBONO / AÇOS BAIXOS LIGA	43
3.8.	ELIMINAÇÃO DOS AMASSADOS.....	44
3.8.1.	EQUIPAMENTOS	44
3.8.1.1.	GASES.....	44
3.9.	JATEAMENTO.....	46
3.10.	TÉCNICAS DE SEGURANÇA NA PINTURA.....	51
3.10.1.	MONTAGEM DAS VÁLVULAS DE UTILIZAÇÃO E DE SEGURANÇA... ..	51
4.	CONTROLE DE QUALIDADE	52
4.1.	OBJECTIVOS DO CONTROLE DE QUALIDADE.....	52
4.2.	ARMAZENAGEM DO PRODUTO.....	53
4.2.1.	MANUSEAMENTO DO CILINDRO.....	53
5.	CONCLUSÃO	56
5.1	RECOMENDAÇÕES.....	56
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fábrica

Figura 2: Desenho de esboço de cilindro GPL

Figura 3: Alça

Figura 4: Base

Figura 5: Válvula

Figura 6: Desmontar válvula com ajuda de torquímetro

Figura 7: Forno

Figura 8: Cilindro dentro for

Figura 9: Testes Hidrostáticos

Figura 10: processo de enchimento

Figura 11: Teste de hermeticidade

Figura 12: Retirada da agua no cilindro

Figura 13: Máquinas de corte a rebarbadeira

Figura 14: Máquinas de corte a rebarbadeira

Figura 15: Máquinas de corte a plasma

Figura 16: A soldadura a arco eléctrico

Figura 17: Esquema do equipamento básico de A soldadura a arco eléctrico

Figura 18: Soldadura MIG/MAG

Figura 19: Soldadura MIG/MAG Instalações para a soldadura manual

Figura 20: Soldadura MIG/MAG Tocha MIG/MAG típica

Figura 21: Eliminação de mossas

Figura 22: Equipamentos

Figura 23: Chama Oxidante

Figura 24: Chama Oxidante

Figura 25: preparação

Figura 26: processo de jateamento

Figura 27- Cilindros jateados

Figura.28. Medidor de Espessura de Espessura de Filme seco

Figura.29. Medidor de Espessura de Espessura de Filme húmido

Figura 30: Preparação da pintura primaria

Figura 31: Pintura com pistola convencional

Figura 32- Cabine pintura usando pistola Airless

Figura 33- Os cilindros montados no carrocel

Figura 34- A secagem dos cilindros

Figura 35- Os cilindros na serigrafia

Figura 36-Ilustra a reabertura da rosca com o macho(torquimetro)

Figura 37-Ilustra as válvulas a serem fortificadas com vedante

Figura 38- Roscamento da válvula com fêmea(torcimento)

Figura 39: Cilindro acabado

Figura 40: Armazenamento de Cilindro

ÍNDICE DE QUADROS

Tabala 1: Composicao quimica do do aço

Tabala 2: Composicao quimica do do aço inoxidável

Tabela 3: Problemas de pinturas

LISTA DE ABREVIATURA

A	aprovado
ABNT	Associação Brasileira
ASTM	American society for Testing and Materials
AC	Corrente alternada
ANP	agência nacional do petróleo,
cc	Corrente continua
CFM	Caminhos de Ferro de Moçambique
CNC	Comando Numérico Computorizado
Cr	Crómio
DC	Corrente alternada
DNC	Departamento Nacional de Combustíveis
E	Erro de indicação
EMA	Apresentação de resultados
EPC	Equipamento de Protecção Colectiva
GMAW	Gas Metal Ar Welding
GPL	Gás Liquefeito de Petróleo
HST	Higiene Segurança no Trabalho
LF	zona de ligação ou linha de fusão
MAG	Metal Active Gas
MIG	Metal Inerte Gas
MB	Metal base

NBR	Normas brasileira
Mo	Molibdénio
Mn	Manganês
MS	Metal de solda
NM	Normalização Moçambicana
P	osforo
S	Enxofre
Si	Silício
SMAW	Shield Metal Arc Welding
TH	Teste Hidrostático
U	Incerteza de calibração
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
Va	Vanádio
ZTA	zona termicamente afectada

CAPITULO I

1. INTRODUÇÃO

A requalificação de cilindros de Gás de Petróleo Liquefeito (GPL) constitui um pilar essencial na cadeia de abastecimento energético em Moçambique. O país atravessa uma fase promissora, marcada pelas recentes descobertas de grandes reservas de petróleo e gás, que têm impulsionado o crescimento acelerado do setor energético nacional.

Neste cenário, onde o desenvolvimento urbano avança e a procura por fontes de energia limpas e acessíveis aumenta, a utilização de GPL assume um papel de destaque, especialmente no meio urbano, onde é amplamente adotado por famílias e empresas como uma solução prática, segura e eficiente. Esta realidade torna ainda mais relevante a manutenção da integridade dos recipientes de armazenamento, o que só é possível através de processos rigorosos de inspeção, requalificação e manutenção técnica.

A Prozinco Moçambique S.A., empresa responsável pela manutenção preventiva e corretiva dos vasilhames em circulação das marcas Galp e Petrogás no mercado nacional, desempenha um papel estratégico neste processo. Com uma capacidade de produção diária que permite a requalificação de 300 cilindros de 12 kg ou 37 cilindros de 45 kg de marca Galp, a empresa é uma referência no sector, contribuindo activamente para garantir a segurança e fiabilidade do sistema de distribuição de GPL.

Prozinco Moçambique, S.A., observa com preocupação algumas das mudanças regulatórias propostas, que, se implementadas sem a devida análise técnica, poderão comprometer a operacionalidade e o equilíbrio do sector de GPL. A principal preocupação recai sobre o aspecto da segurança, uma vez que alterações não fundamentadas na normativa e na prática já demonstraram, no passado, provocar riscos significativos para a sociedade. O gás liquefeito de petróleo é armazenado em recipientes transportáveis para GLP, popularmente conhecidos como cilindros de gás. Estes são fabricados a partir de chapas de aço carbono com espessura entre 2,5 mm e 3 mm material escolhido não só pela sua viabilidade económica e disponibilidade, mas também pelas suas propriedades técnicas, incluindo a resistência à corrosão e a conformidade com os requisitos de segurança e desempenho exigidos para o armazenamento de GLP. É fundamental que o sector de requalificação continue a operar com elevados padrões de qualidade e segurança, assegurando a confiabilidade dos recipientes em uso e protegendo os consumidores e o meio ambiente.

1.1. PROBLEMA DE ESTUDO

Durante o estágio na empresa Prozinco Moçambique, S.A., foi identificada uma falha no fluxograma do processo de requalificação de cilindros de GPL, com a omissão da etapa de queima no forno (etapa 1) entre as fases de reparação e decapagem. Essa etapa é tecnicamente essencial porque prepara o cilindro para as fases seguintes, garantindo que a decapagem e a pintura sejam feitas de forma eficiente e de alta qualidade.

A ausência dessa etapa compromete a eficiência do processo, podendo afectar a conformidade técnica, a qualidade final do produto e a segurança operacional dos cilindros requalificados.

Etapas de requalificação dos cilindros GPL:



Legenda:

- 1- Queima do cilindro no forno
- 2- Teste hidrostático
- 3- Inspeção visual
- 4- Reparação: soldadura e Correções dos amassado(mossas)
- 5- Decapagem
- 6- Pintura
- 7- Controlo de qualidade

1.2.OBJECTIVOS

1.2.1. OBJECTIVOS GERAIS

- Melhorar os processos de requalificação do cilindro GPL na empresa Prozinco Moçambique, S.A.

1.2.2. OBJECTIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer os procedimentos dos processos de requalificação na empresa Prozinco Moçambique, S.A
- Estudar os diferentes processos de reparação do cilindro GPL;
- Determinar os problemas de Manutenção de processos requalificação da empresa Prozinco Moçambique, S.A;

1.3. JUSTIFICATIVA

A requalificação de cilindros de aço para Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) constitui um campo relevante da engenharia mecânica, especialmente no contexto nacional. Nos últimos anos, tem-se verificado que muitas empresas distribuidoras carecem de meios adequados para o manuseamento e descarregamento destes cilindros, o que resulta frequentemente em danos prematuros, como o empenamento e o dobramento das bases e alças.

O aço carbono, material habitualmente utilizado na fabricação destes cilindros, apresenta baixa resistência à corrosão. Em consequência, propriedades fundamentais como a durabilidade, a resistência mecânica e a ductilidade tendem a degradar-se com o tempo. Uma das principais formas de prevenção contra a corrosão consiste em assegurar que o revestimento orgânico esteja firmemente aderido ao substrato metálico. Para tal, é essencial um adequado preparo da superfície, de forma a garantir a eficácia e a durabilidade do revestimento aplicado.

1.4 METODOLOGIA

A metodologia adoptada para a realização deste trabalho de conclusão de curso fundamentou-se nos seguintes aspectos:

- Análise dos bancos de dados da empresa Prozinco Moçambique, S.A. e da distribuidora GALP, com foco no histórico dos equipamentos e seu desempenho ao longo do tempo;
- Colecta de informações directamente relacionadas às actividades realizadas durante o estágio profissional, observando o funcionamento e os processos de requalificação;
- Entrevistas e consultas com técnicos de manutenção da empresa e operadores das máquinas, a fim de obter insights sobre as práticas adoptadas e os desafios enfrentados no processo de requalificação; e
- Pesquisa teórica baseada nos conhecimentos adquiridos ao longo da formação académica, abordando disciplinas como Materiais, Processos de Fabricação, Resistência dos Materiais e Tecnologia Mecânica, complementada por investigações na internet e outras fontes relevantes.

CAPITULO II

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1. CONCEITOS GERAIS

Antes da década de 1990, o Brasil enfrentava uma elevada ocorrência de acidentes com cilindros de GLP, atribuídos ao estado precário de conservação desses recipientes. Vale destacar que, embora os cilindros fossem comercializados por distribuidoras e revendedores, não existia uma responsabilidade clara pela sua manutenção e qualidade. Ou seja, na época, independentemente da marca estampada no corpo do vasilhame, as distribuidoras envasavam e comercializavam o GLP em cilindros tanto de marca própria quanto de concorrentes, em um cenário económico de práticas irregulares, impulsionado por artificializações de preços irresponsáveis impostas pelos governos da época. Essa prática desregulada reduzia o interesse das empresas em investir na preservação dos cilindros com sua marca, comprometendo a segurança desses recipientes e, conseqüentemente, a dos consumidores.

Em 1991, o Departamento Nacional de Combustíveis (DNC), preocupado com a alta taxa de acidentes relacionados à qualidade dos cilindros, instituiu um grupo de trabalho para elaborar um Programa de Requalificação desses cilindros. Cinco anos depois, em 1996, foi firmado o “Código de Auto-regulamentação, relativo ao envasilhamento, à comercialização e à distribuição de Gás Liquefeito de Petróleo – GLP”. A partir de então, as empresas passaram a se comprometer com as disposições do Programa de Requalificação, focando na segurança do uso dos cilindros, para garantir o sucesso desse programa, as distribuidoras passaram a utilizar exclusivamente cilindros com suas próprias marcas, assumindo total responsabilidade pela manutenção e segurança dos recipientes distribuídos no mercado. Esse processo foi formalizado e regulamentado pela Agência Nacional do Petróleo (ANP).

Com a implementação do Código de Auto-regulamentação, observou-se uma significativa melhoria na qualidade dos cilindros disponíveis no mercado brasileiro. Como resultado, os acidentes causados pela más qualidades dos cilindros reduziram consideravelmente, e actualmente não há registros de acidentes devido a falhas nesses recipientes. Cada distribuidora agora possui equipes treinadas para identificar quais cilindros devem ser separados para requalificação, procedimento que ocorre nas bases de envase antes do processo de distribuição.

A ANP desempenha um papel crucial nesse processo, supervisionando e fiscalizando a execução do programa de requalificação. Suas normas e acções fiscalizadoras não apenas promovem investimentos, mas também garantem o bem-estar da população.

CAPITULO III

3. DESCRIÇÃO GERAL DA EMPRESA

3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES REALIZADAS

A Prozinco Moçambique S.A. é uma empresa com sede e escritório situados no centro de Maputo, concretamente no bairro central, enquanto a sua fábrica encontra-se localizada no Parque dos CFM, também na cidade de Maputo. A área total da fábrica é de 5.500 m², dos quais 1.800 m² são cobertos. A empresa dedica-se a trabalhos de metalomecânica, desenvolvendo actividades similares às realizadas em Portugal.

Dentro das instalações da fábrica, encontram-se diversas áreas e equipamentos especializados para garantir a qualidade dos processos e produtos fabricados. Dentre as infra-estruturas disponíveis, destacam-se:

- Cabine de decapagem, para a remoção de impurezas e preparação das superfícies metálicas;
- Área de pintura, destinada à aplicação de acabamentos de alta qualidade nas peças produzidas;
- Área de Teste Hidrostático, onde se realizam os testes de resistência e estanqueidade dos cilindros e outros recipientes;
- Sector de Controlo de Qualidade, responsável por garantir que os produtos atendem aos padrões exigidos.

A fábrica está equipada com maquinaria moderna, destacando-se:

- Serrote Automático CNC, com funções de corte, furacão e roscagem de perfis metálicos até 1000 mm de largura;
- Quinadoras CNC, para a conformação de chapas metálicas com precisão;
- Guilhotinas CNC, para corte preciso de metais;
- Pontes rolantes de 2 e 5 toneladas, que facilitam o transporte e manuseamento de materiais pesados dentro da fábrica;
- Equipamentos de soldadura MIG/MAG e eléctrodo revestido, para processos de união de materiais metálicos com alta resistência e precisão.

A Prozinco Moçambique S.A. é, assim, uma empresa sólida e moderna, com equipamentos avançados que permitem a produção de componentes de alta qualidade para diversos sectores industriais.

3.1.1. ÁREAS DE ACTIVIDADE DA EMPRESA

A Prozinco Moçambique S.A. desenvolve um vasto conjunto de actividades no sector da metalomecânica e da manutenção industrial, bem como em serviços especializados de protecção anticorrosiva e requalificação de cilindros de gás GLP.

3.1.2. CONSTRUÇÕES METALOMECÂNICAS E MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

A empresa realiza trabalhos de fabrico e montagem, destacando-se pelas seguintes competências:

- Fabrico e montagem de estruturas metálicas ligeiras e pesadas, utilizando diversos tipos de perfis metálicos, em construção soldada e/ou aparafusada;
- Pré-fabrico e montagem de tubagens em aço-carbono e aço inoxidável, recorrendo a variados processos de soldadura, como eléctrodo revestido, MIG/MAG, entre outros;
- Fabrico e montagem de reservatórios e condutas em aço-carbono e aço inox;
- Execução de serviços de manutenção industrial em equipamentos da indústria petroquímica e infra-estruturas hidromecânicas, incluindo paragens industriais em regime "chave-na-mão".

3.1.3. PROTECÇÃO ANTICORROSIVA

A empresa oferece serviços especializados de tratamento de superfícies metálicas, nomeadamente:

- Preparação de superfícies, através de métodos como:
- Decapagem por jacto abrasivo;
- Limpeza mecânica ou manual;

Aplicação de diversos tipos de revestimentos e tintas, recorrendo a métodos como:

- Aplicação manual;
- Pistolas convencionais;
- Sistemas de pulverização "airless".

3.1.4. REQUALIFICAÇÃO DE CILINDROS DE AÇO PARA GLP

A Prozinco S.A. é especializada na requalificação e manutenção de cilindros de aço para Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), especificamente dos modelos de 12 kg e 45 kg utilizados pela empresa GALP, entre outras marcas presentes no mercado nacional.

Este processo envolve:

- Inspeção visual e dimensional dos cilindros;
- Ensaio de estanqueidade e testes hidrostáticos;
- Reparações e substituições de componentes;
- Pintura e rotulagem conforme as normas técnicas em vigor.

3.1.5. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A empresa está estruturada em diversos sectores funcionais, que garantem a eficiência das operações:

- Administração
- Manutenção
- Operações



Figura 1: fábrica

3.2. COMPONENTES DE CILINDRO – GPL

Os cilindros - GPL são projectados para armazenar e distribuir gás de forma segura e eficiente.

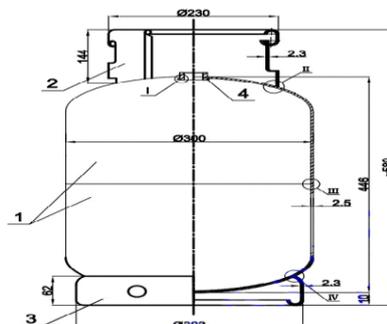


Figura 2: Desenho de esboço de cilindro GPL

3.2.1. COMPONENTES DE UM CILINDRO DE GÁS GLP

Os cilindros destinados ao armazenamento de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) são concebidos com elevado rigor técnico, garantindo resistência mecânica, estanqueidade e durabilidade. A sua estrutura é composta por diferentes elementos, unidos através de processos de soldadura específicos.

3.2.2. PRINCIPAIS COMPONENTES ESTRUTURAIS

- I. Cordão da parede do recipiente – união longitudinal da parede do corpo do cilindro;
- II. Cordão entre a calota superior e o colarinho – soldadura que une a parte superior da calota ao anel do colarinho (protecção da válvula);
- III. Cordão entre as calotas superior e inferior – junção central que une as duas partes formadas (também designadas por calotas);
- IV. Cordão entre a calota inferior e a base – união da parte inferior do cilindro à base de apoio que garante estabilidade.

3.2.4. CORPO DO CILINDRO

O corpo do cilindro é a parte principal, responsável por conter o GLP em estado líquido e gasoso sob pressão. É projectado para suportar diferentes tipos de tensões mecânicas e as condições ambientais a que está sujeito durante a sua utilização, transporte e armazenamento.

- Constituição: formado por duas calotas (superior e inferior), unidas por soldadura circunferencial.
- Processo de fabrico: as calotas são obtidas por estampagem de chapas de aço-carbono.
- Material: aço-carbono laminado a frio ou quente, com características específicas de resistência mecânica e à corrosão.

3.2.5. ESPESSURA DA PAREDE DOS RECIPIENTES

O dimensionamento da espessura da parede é um factor crítico na segurança do cilindro. O cálculo baseia-se na condição de que a tensão gerada na parede, sob pressão de trabalho, não pode ultrapassar os seguintes limites:

- a) 60% da resistência mínima à tracção do material utilizado;
- b) 250 MPa, consoante o que for menor.

Nota: Todos os valores referem-se a condições de temperatura ambiente.

Equação de Cálculo da Tensão na Parede

A tensão na parede do recipiente cilíndrico pode ser determinada com base na seguinte expressão:

$$\sigma_r = \frac{2P \cdot (1,30D^2 + 0,4d^2)}{E \cdot (D^2 - d^2)}$$

onde:

ρ_r – é a tensão na parede do recipiente, em Mpa;

P – é a pressão de serviço de 1,7 Mpa;

D – é o diâmetro externo, em milímetros;

Di - diâmetro interno, em milímetros;

E – é o factor de eficiência de solda:

3.2.6. TENSÃO ADMISSÍVEL E RADIOGRAFIA DAS SOLDADURAS

A resistência da parede do recipiente está directamente relacionada com a qualidade das soldaduras aplicadas durante o fabrico. Assim, a norma define um coeficiente de eficiência da soldadura, que varia de acordo com o nível de controlo por radiografia:

- Eficiência = 1,0 → quando o recipiente for construído exclusivamente com soldaduras circunferenciais;
- Eficiência = 1,0 → quando todas as soldaduras forem submetidas a radiografia (controlo total);
- Eficiência = 0,9 → quando apenas um em cada 50 recipientes for submetido a radiografia e;
- Eficiência = 0,7 → quando não houver controlo por radiografia.

Este coeficiente é aplicado no cálculo da espessura da parede, garantindo uma margem de segurança conforme o rigor do processo de controlo de qualidade.

3.2.7. COLARINHO (ALÇA) DE CILINDRO DE GPL:

O colarinho, também conhecido como alça, é um componente acessório integrado à parte superior dos recipientes de Gás de Petróleo Liquefeito (GPL). Apesar de não estar directamente ligado ao funcionamento interno do cilindro, desempenha funções cruciais tanto do ponto de vista da segurança como da ergonomia.

3.2.7.1.FUNÇÕES PRINCIPAIS

1. Proteção da válvula de controlo:
 - O colarinho forma uma espécie de cúpula de proteção ao redor da válvula, evitando danos em caso de quedas, impactos ou atritos com outras superfícies;
 - Garante a integridade dos dispositivos de segurança acoplados à válvula (como válvulas de alívio ou fusíveis térmicos).
2. Facilitação do transporte e manuseamento:
 - Serve como ponto de pega ergonómico, permitindo o levantamento e transporte do cilindro de forma mais segura e eficiente;
 - Contribui para a segurança dos operadores, minimizando o risco de acidentes durante o carregamento e descarregamento.
3. Estabilidade no armazenamento e empilhamento:
 - Em alguns modelos, o colarinho é projetado para permitir o encaixe de empilhamento seguro, reduzindo o espaço de armazenamento e aumentando a organização no depósito.

3.2.7.2.MATERIAIS E CONSTRUÇÃO

- Aço carbono moldado ou estampado, normalmente com o mesmo tratamento anticorrosivo do corpo do cilindro (ex. tinta rica em zinco ou epóxi);
- Fixação soldada ao topo do cilindro, exigindo resistência a tração e torção conforme normas internacionais;
- Dimensões e formato adaptados ao modelo e capacidade do cilindro (ex.: 6kg, 12kg, 45kg).

3.2.7.3.NORMAS E REQUISITOS TÉCNICOS

- A estrutura do colarinho deve atender às normas ISO 4706, EN 1442 ou regulamentos locais sobre resistência mecânica e segurança;
- Deve ser inspecionado periodicamente durante os ciclos de requalificação do cilindro, para verificar:
 - Fissuras ou deformações;
 - Soldaduras danificadas;
 - Corrosão visível; e
 - Dificuldade no manuseamento.

3.2.7.4. CONSIDERAÇÕES DE SEGURANÇA

- Um colarinho danificado pode expor a válvula a riscos diretos, comprometendo toda a segurança do sistema de armazenamento de GPL;
- A substituição ou reparação deve seguir as especificações do fabricante e ser realizada por pessoal técnico qualificado.



Figura 3: Alça

3.2.8. BASE OU PÉ

A base, também conhecida como pé do cilindro, é um componente estrutural essencial dos recipientes transportáveis de Gás de Petróleo Liquefeito (GPL). Localizada na parte inferior do cilindro, tem como objetivo principal garantir a estabilidade física e a proteção do corpo metálico durante o uso, transporte e armazenamento.

3.2.8.1. FUNÇÕES PRINCIPAIS

1. Estabilidade do cilindro:
 - Impede o tombamento ou rolagem do recipiente quando colocado em superfícies planas ou irregulares;
 - Facilita o manuseamento seguro, sobretudo em ambientes domésticos ou industriais.
2. Proteção contra contacto direto com o solo:
 - Atua como barreira física entre o fundo do cilindro e o chão;
 - Evita o contacto com água, humidade, sujidade ou agentes químicos que possam acelerar o processo de corrosão.
3. Absorção de impactos:

- Em muitos casos, a base serve como amortecedor contra choques mecânicos quando o cilindro é pousado com força.
4. Facilidade de inspeção:
- Permite acesso visual e físico à parte inferior do cilindro durante a inspeção técnica e a requalificação periódica.

Materiais Utilizados

- Aço carbono estampado: É o mais comum, geralmente com o mesmo revestimento anticorrosivo do corpo do cilindro (tinta rica em zinco ou epóxi);
- Ferro fundido ou chapa moldada: Dependendo do fabricante e do tipo de uso (doméstico, industrial ou logístico);
- Plástico técnico ou borracha (em modelos modernos): Usados em ambientes com exigências específicas de proteção ao piso ou transporte silencioso.

Fixação ao Cilindro

- A base é geralmente soldada ou rebitada ao fundo do cilindro;
- Deve suportar cargas verticais e laterais sem deformações;
- A soldadura deve respeitar normas específicas (ex. EN 1442, ISO 4706), garantindo resistência mecânica e estanqueidade.

3.2.8.2. NORMAS E INSPEÇÃO

- A integridade da base é avaliada em inspeções periódicas de requalificação do cilindro;
- Bases danificadas, soltas ou com corrosão acentuada devem ser reparadas ou substituídas imediatamente;
- O desenho da base deve permitir o escoamento de líquidos acumulados e não reter sujidade.



Figura 4: Base

3.2.9. VÁLVULA DE CONTROLO

Válvula de Controlo para Cilindros de GPL: Características Técnicas e Função de Segurança

A válvula de controlo é um componente essencial para o funcionamento seguro de um cilindro de Gás de Petróleo Liquefeito (GPL). Está instalada na parte superior do recipiente e atua como o ponto de interface entre o cilindro e o equipamento de consumo de gás, como fogões ou aquecedores.

3.2.9.1.FUNÇÕES PRINCIPAIS

1. Regulação da saída do gás: Permite ou bloqueia a saída do GPL de forma controlada;
2. Segurança contra fugas: Impede a libertação de gás quando o redutor/regulador não está devidamente acoplado;
3. Vedação hermética: Garante estanqueidade quando em posição fechada;
4. Proteção contra sobrepresão (quando equipada com válvula de alívio): Evita riscos em caso de aumento anormal da pressão interna.

3.2.9.2.VÁLVULA

- Corpo da válvula: Normalmente fabricado em latão (bronze), devido à sua resistência à corrosão e compatibilidade com gás;
- Gaveta ou obturador: Responsável pelo controlo da abertura e fecho do fluxo de gás;
- Mola de retorno: Mantém a válvula fechada quando não está conectada a um regulador;
- Sistema de vedação (gaxetas, O-rings): Garante a estanquidade interna e externa;
- Dispositivo de segurança (em alguns modelos): Válvula de alívio ou fusível térmico, que atua em caso de temperaturas elevadas.

3.2.9.3.TESTES E CONTROLO DE QUALIDADE

Antes de serem instaladas, as válvulas passam por rigorosos testes, incluindo:

- Teste de estanquidade (leak test): Verifica a ausência de fugas sob pressão;
- Teste de funcionalidade: Avalia a resposta da válvula ao acoplamento e desacoplamento do redutor;
- Válvulas danificadas, corroídas ou com sinais de desgaste não devem ser reutilizadas;
- A substituição deve ser feita por técnicos qualificados, utilizando ferramentas específicas para torque adequado;

- O ciclo de vida útil da válvula deve respeitar os limites definidos pelo fabricante e pelas normas locais (geralmente entre 5 a 10 anos)



Figura 5: Válvula

3.3. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DE UM CILINDRO DE GPL

Um cilindro de GPL em aço é um recipiente pressurizado, normalmente fabricado em aço carbono ou aço inoxidável, com uma espessura típica entre 2,5 mm e 3 mm. Estes materiais são escolhidos pela sua elevada resistência mecânica e resistência à corrosão, características essenciais para garantir a segurança no armazenamento e transporte de gases sob pressão.

De acordo com a norma GOST, os materiais utilizados devem apresentar alta fiabilidade, assegurando a integridade estrutural do cilindro mesmo sob condições extremas. A espessura do material deve cumprir os requisitos estabelecidos na respetiva secção normativa, assegurando resistência suficiente à pressão interna e a impactos externos.

3.3.1. COMPOSIÇÃO DO AÇO CARBONO

O aço carbono com 0,44% de carbono é classificado como aço de médio carbono. Este tipo de aço contém entre 0,30% e 0,60% de carbono, o que lhe confere uma boa combinação de resistência mecânica e dureza. No entanto, apresenta menor ductilidade e soldabilidade quando comparado com os aços de baixo carbono.

Além do carbono, este aço pode conter manganês, silício e traços de fósforo e enxofre, elementos que contribuem para a resistência e a trabalhabilidade do material. A sua utilização é especialmente adequada para aplicações que exigem robustez e durabilidade, como no caso dos cilindros de GPL.

TABELA 1: Composição química do do aço com 0,44% de carbono.

Elemento	C	Mn	Si	P	S
Faixa Típica (%)	0,44%	0,60 – 1,65	0,15 – 0,35	Máx. 0,04	Máx. 0,05

Características do aço com 0,44% de carbono

- Resistência mecânica: elevada, podendo ser ainda aumentada por tratamento térmico.
- Dureza: boa, podendo ser melhorada com têmpera.
- Soldabilidade: mais difícil do que aços com menor teor de carbono.
- Aplicações típicas: eixos, engrenagens, peças automotivas, ferramentas manuais, etc.

TABELA 2: Composição Química do Aço 10X17H13M2T (GOST 5632-72).

Elemento	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
Faixa Típica (%)	0,10	0,80	2,0	0,35	0,020	16	12	2

Características do aço com 0,44% de carbono:

- Excelente resistência à corrosão, boa soldabilidade;
- Melhor resistência à corrosão por cloretos;
- Mais económico, boa resistência ao calor.

3.4. ANÁLISE E FUNCIONAMENTO DAS ETAPAS DO PROCESSO DE REQUALIFICAÇÃO

O processo de requalificação dos cilindros de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) segue normas rigorosas para garantir a segurança e a durabilidade dos recipientes. Aqui está uma análise técnica das principais etapas:

- ✓ Testes hidrostáticos;
- ✓ Inspeção visual;
- ✓ Reparação;
- ✓ Jateamento(decapagem);
- ✓ Pintura; e
- ✓ Controlo de qualidade.

3.4.1. TESTE HIDROSTÁTICO

O teste hidrostático é um procedimento utilizado para verificar a resistência estrutural e a estanquidade de componentes pressurizados, como tubagens e recipientes sob pressão, nomeadamente cilindros de GPL. Este ensaio consiste no enchimento do recipiente com um líquido (normalmente água) sob pressão controlada, com o objectivo de detectar fugas e deformações permanentes.

Procedimento de que realizam antes do tratamento térmico:

- Recepção e descarregamento: os cilindros são removidos do transporte e posicionados em uma área segura, evitando impactos que possam comprometer sua integridade estrutural.
- Pesagem inicial: cada cilindro é colocado em uma balança industrial para medir seu peso total.
- Comparação com a tara: O valor obtido na pesagem é comparado com a tara inscrita no corpo do cilindro (peso do recipiente vazio). Se houver diferença significativa, isso indica a presença de resíduos de fluido (GLP) no interior.
- Remoção de resíduos: Caso seja identificado excesso de fluido, os cilindros passam por um processo de despressurização para garantir que estejam completamente vazios antes das próximas etapas.



Figura 6: Desmontar válvula com ajuda de torqueímetro

3.4.2. TRATAMENTO TÉRMICO DOS CILINDROS

Após os ensaios hidrostáticos e eventuais reparações, os cilindros são submetidos a um tratamento térmico em forno, a uma temperatura controlada entre 500°C e 550°C, durante um período de 3 a 4 minutos. Este processo tem como finalidade o alívio das tensões internas geradas durante a estampagem, soldadura e demais operações mecânicas.

A este nível de temperatura:

- A resistência mecânica do material aumenta;
- A ductilidade diminui, o que contribui para uma maior estabilidade dimensional;
- Minimizam-se riscos de deformações ou fissuração por tensões residuais.

Contudo, este processo também provoca oxidação superficial do cilindro, um efeito indesejável que será posteriormente tratado durante as etapas de preparação de superfície (como a decapagem por jacto abrasivo).

Concluído o ciclo térmico, os cilindros são extraídos do forno com o auxílio de um êmbolo mecânico e encaminhados por cabo de aço até uma zona de arrefecimento ao ar livre, onde permanecem até atingirem temperatura ambiente.



Figura 7: Forno e cilindro dentro fornalha respectivamente

O processo de manutenção de cilindros segue uma sequência técnica rigorosa para garantir o restabelecimento pleno da funcionalidade e da vida útil do componente. A seguir, descreve-se cada etapa.

3.4.3. TESTES HIDROSTÁTICOS

O ensaio hidrostático constitui, entre as tecnologias actualmente disponíveis, uma das ferramentas mais eficazes para garantir a integridade e segurança dos recipientes de GLP que regressam ao mercado. Este tipo de ensaio é reconhecido como crítico no processo de requalificação, sendo frequentemente considerado o principal ponto de controlo de qualidade da linha.

Apesar da sua importância, o índice de reprovação nos testes hidrostáticos é geralmente baixo, o que evidencia a eficiência dos critérios de selecção visual aplicados anteriormente. De facto, a corrosão interna ou externa continua a ser a principal causa de rejeição ou sucateamento dos cilindros, e esta é geralmente identificada através de inspecção visual antes da realização do ensaio hidrostático.

3.4.3.1.OBJECTIVO DO PROCEDIMENTO

Este procedimento tem como objectivo descrever detalhadamente a execução do ensaio hidrostático simultâneo de três garrafas de GLP, conforme ilustrado na figura abaixo.

O teste visa:

- Verificar a resistência do cilindro à pressão interna;
- Detectar eventuais fugas ou deformações permanentes;
- Assegurar a conformidade do recipiente para nova utilização.



Figura 8: Teste hidrostático

Referências

NM 83-2009- recipientes transportáveis de GLP Requisitos e métodos de ensaio

NM 83-2009-Recipientes metálicos ensaios de estanquicidade

3.4.3.2.PROCEDIMENTO DE TESTE HIDROSTÁTICO

- Conexão do Recipiente ao Sistema de Ensaio: o cilindro a ser testado deve ser conectado a uma instalação de ensaio hidrostático, sendo a pressão interna aumentada até 30 bar. Este processo deve ser monitorizado através de um manómetro ligado à linha de alimentação da água da instalação. Após a pressurização, deve-se aguardar a estabilização da pressão durante pelo menos 30 segundos, a fim de garantir que o recipiente resista à pressão aplicada sem falhas.

3.4.3.3.PONTOS A ANALISAR DURANTE O ENSAIO

- Queda de pressão no manómetro: A presença de queda de pressão é um indicativo claro de vazamento no recipiente.
- Vazamento visível ao longo do cordão de solda circunferencial: deve ser verificado se há vazamento nas junções circunferenciais da solda.

- Vazamento ao longo do cordão de solda do flange: inspeccionar a área de solda entre o flange e o corpo do cilindro em busca de vazamentos.
- Vazamento visível nas áreas de fixação da alça e da base: verificar a fixação da alça e da base ao corpo do cilindro, incluindo os cordões de solda ou quaisquer outras falhas nas conexões.

3.4.3.4.PADRÕES NECESSÁRIOS PARA O ENSAIO

O manómetro utilizado no processo de ensaio deve ser de precisão calibrada, sendo essencial que o equipamento esteja rastreado a um padrão nacional ou internacional de calibração. A precisão do manómetro garante a fiabilidade dos resultados obtidos durante o teste.

Condições de aceitação:

$$|E| + |U| \leq |EMA|$$

Onde:

E - Erro de indicação

U- Incerteza de calibração

EMA|- Erro máximo admissível de 5%

Apresentação de resultados

Todos ensaios deverão ser apresentados diariamente para análises de resultados e emissão de respectivos certificados.

São considerados não conforme todas as garrafas que apresenta qualquer tipo de vazamento, independente do seu grau de intensidade ou localização.

Tais garrafas devem ser novamente ensaiadas e apresentar resultado satisfatórios, caso contrário, são rejeitadas.

3.4.3.5. INÍCIO DO PROCEDIMENTO DE ENCHIMENTO PARA ENSAIO HIDROSTÁTICO

1. Engate das Mangueiras

Proceder ao engate correcto das mangueiras do sistema de enchimento ao cilindro, assegurando a vedação e o posicionamento adequado das conexões.

2. Abertura das Válvulas

Abrir, pela seguinte ordem:

- Primeiro, a válvula de dreno, permitindo a saída do ar presente no interior do cilindro;

- De seguida, abrir a válvula de alimentação de água de baixa pressão, permitindo o enchimento gradual do cilindro com água.

3. Monitorização do Fluxo no Visor

Através do visor de inspecção:

- Observar até que deixe de ser visível ar na linha e se note apenas fluxo contínuo de água;
- Quando se verificar este ponto, fechar a válvula de dreno e em seguida a válvula de baixa pressão de enchimento.

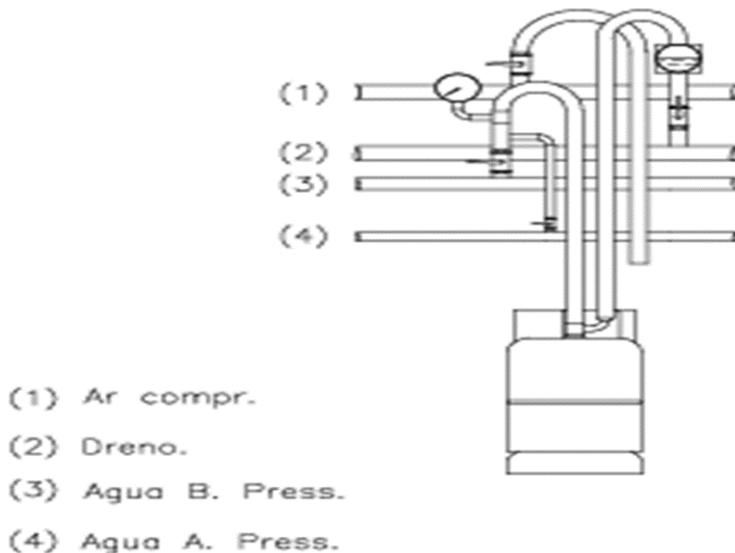


Figura 9: processo de enchimento

3.4.3.6. PROCEDIMENTO DE TESTE À PRESSÃO (ENSAIO HIDROSTÁTICO)

1. Abertura da Válvula de Alta Pressão

Abrir cuidadosamente a válvula de alimentação de água de alta pressão, permitindo o início do processo de pressurização do cilindro.

2. Activação da Bomba de Pressurização

Pressionar o botão verde na botoeira para iniciar o funcionamento da bomba que eleva a pressão no interior do cilindro.

3. Monitorização da Pressão no Manómetro

Acompanhar a leitura do manómetro até que a pressão atinja os 30 bar.

Quando este valor for atingido:

Fechar imediatamente a válvula de alta pressão;

Desligar a bomba, pressionando o botão vermelho.

A activação de um sinal sonoro (besouro) indicará o início da fase de estabilização da pressão.

4. Verificação da Estabilidade da Pressão

Após o sinal sonoro se desligar:

- Verificar no manómetro se a pressão se manteve estável durante o intervalo de observação (pelo menos 30 segundos);
- Se a pressão descer abaixo do valor permitido, considera-se que o cilindro falhou o teste de pressão e deve ser rejeitado ou encaminhado para reapreciação ou sucateamento.

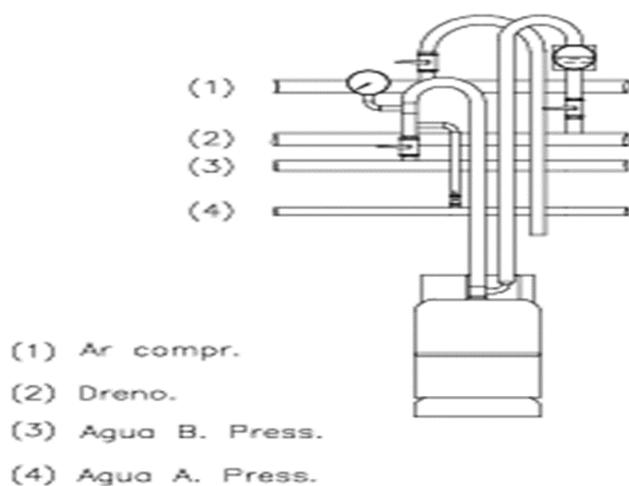


Figura 10: Teste de hermeticidade

3.4.3.7. PROCEDIMENTO DE VAZAMENTO (DRENAGEM E SECAGEM DO CILINDRO)

1. Alívio de Pressão

- Abrir a válvula de dreno para permitir a descarga da pressão interna residual do cilindro.

2. Desligar a Mangueira Esquerda

- Desengatar a mangueira conectada ao lado esquerdo da garrafa, garantindo que não haja pressão residual antes da desconexão.

3. Reposicionamento da Mangueira de Dreno

- Alterar a posição da mangueira de dreno, conectando-a ao ponto adequado da garrafa para facilitar a drenagem completa da água.

4. Ligação da Mangueira de Ar

- Conectar a mangueira de ar comprimido no lado direito da garrafa, assegurando o encaixe firme.

5. Injecção de Ar Comprimido

- Abrir a válvula de ar comprimido, permitindo a entrada de ar no interior do cilindro para forçar a saída da água.

6. Verificação Visual

- Observar o visor da linha. Quando deixar de se ver água a circular e surgir apenas ar, considera-se que a garrafa está vazia.

7. Fecho e Desconexão

- Fechar a válvula de ar;
- Desengatar todas as mangueiras, concluindo o processo de drenagem.

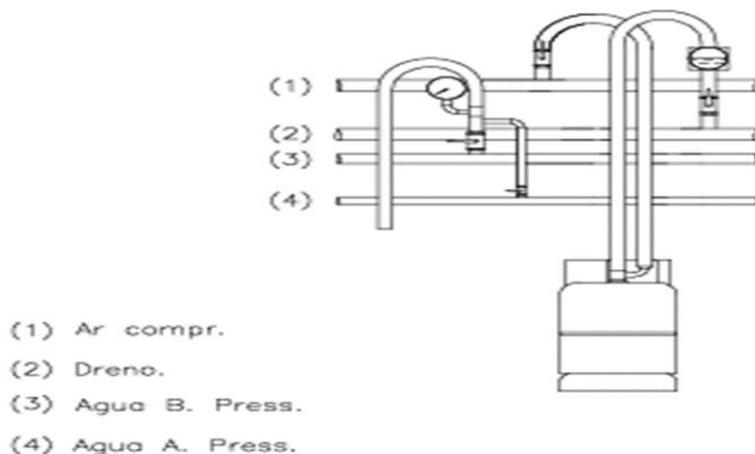


Figura 11: Retirada da água no cilindro

3.5. INSPECÇÃO VISUAL

A inspecção visual é uma técnica de análise realizada a olho nu, sem necessidade de instrumentos de medição, sensores ou equipamentos especializados. É amplamente utilizada em manutenção para identificar falhas visíveis, estabelecer critérios de aceitação e prever tendências de falha no funcionamento de equipamentos.

Este método é fundamental para garantir a qualidade e segurança dos produtos e processos. Através da observação directa, é possível detectar defeitos, danos ou irregularidades que possam comprometer a funcionalidade e a integridade do cilindro, tais como:

- Deformações graves da alça ou da base;
- Danos provocados por acção térmica (exposição ao fogo);
- Impossibilidade de identificação clara entre o corpo e o aro;

- Recipientes com data de validade expirada;
- Recipientes sem marcações obrigatórias, amolgadelas ou corrosão acentuada.

Os componentes dos cilindros podem apresentar falhas de dois tipos:

- Dependentes do tempo, normalmente associadas ao envelhecimento ou desgaste do material, resultando na perda das propriedades mecânicas e estruturais;
- Independentes do tempo, decorrentes de impactos acidentais, exposição indevida ou má utilização.

3.6. CORTE DE ACESSÓRIOS

A separação da alça e da calota superior é realizada com recurso a uma rebarbadora de grande porte, uma ferramenta usada na indústria metalomecânica para efectuar cortes precisos e remover rebarbas — arestas indesejadas, rugosas ou cortantes, resultantes de operações anteriores de corte ou soldadura.

Este processo é essencial para:

- Facilitar o desmonte seguro do cilindro;
- Eliminar irregularidades superficiais;
- Aumentar a qualidade do acabamento e a segurança do produto final.



Figura 12: Rebarbadeira

3.6.1. CORTE POR PLASMA MANUAL

A separação da base e da calota inferior do cilindro é realizada com recurso a máquinas de corte a plasma, ferramentas potentes que proporcionam cortes metálicos de elevada precisão. Este tipo de equipamento opera através da ionização de um gás, gerando um arco eléctrico de alta temperatura. Quando esse arco entra em contacto com o metal, derrete-o rapidamente, permitindo cortes limpos e eficazes.

As máquinas de corte a plasma são amplamente utilizadas em diversos sectores industriais, como:

- Construção naval, onde cortam chapas metálicas de grande espessura com rapidez e precisão;

- Indústria automóvel, garantindo a exactidão dimensional das peças, o que resulta numa maior eficiência produtiva e redução de desperdícios.

A figura abaixo (caso aplicável) ilustra um processo de corte semiautomático, onde a bancada está acoplada a um motor que movimenta a peça, permitindo que o operador controle a tocha de forma mais estável e com menor esforço físico.

Este processo assegura:

- Maior uniformidade no corte;
- Menor risco de erro humano;
- Aumento da produtividade na requalificação de cilindros de GLP.



Figura 13: Corte a plasma manual

3.7. SOLDADURA

O processo de soldadura é hoje o principal processo usado na união permanente de peças metálicas, permitindo a montagem de conjuntos com rapidez, segurança e economia de material

- ✓ Por exemplo, a ligação de chapas metálicas com parafusos ou rebites exigem que as chapas sejam furadas para passagem daqueles, causando uma perda de secção de Até 10%, que deve ser compensada com uma espessura maior das peças; A utilização de chapas de reforço e os próprios parafusos e porcas ou rebites aumentam o peso final da estrutura.
- ✓ Na união de tubos podem-se fazer considerações semelhantes ao se compararem juntas soldadas com juntas roscadas.

3.7.1. PROCESSOS DE SOLDADURA POR FUSÃO

O processo soldadura por fusão, é o processo no qual os bordos das partes a soldar, são aquecidos a cima do ponto de fusão (para materiais puros) ou acima de líquidos (para as ligas), desta forma os átomos dos substratos combinam-se no estado liquido para forma uma ligação continua. A soldadura por fusão inclui todos aqueles processos os quais a fusão das porções dos substratos a unir, com ou sem

material de adição, tem o rol significativo para a produção duma solda.

A soldadura a arco eléctrico com eléctrodo revestido, tem uma vasta gama de aplicações devido ao seu baixo custo e a sua simplicidade, podendo ser definida como um processo de soldagem a arco, onde a união é produzida pelo calor do arco criado entre um eléctrodo revestido e a peça a soldar (WAINER, BRANDI e MELLO, 1992, p. 31).

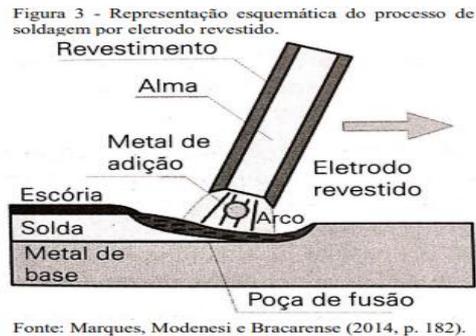


Figura 14: soldadura a arco eléctrico

A solda é iniciada tocando-se a ponta do eléctrodo na peça, assim um curto-circuito é gerado e forma-se o arco eléctrico entre o material e a peça com temperatura aproximada de 3500°C. Com essa temperatura ocorre a fusão do metal base e da ponta do eléctrodo, onde parte dessa extremidade fundida é depositada na cavidade formada pela fusão do metal base.

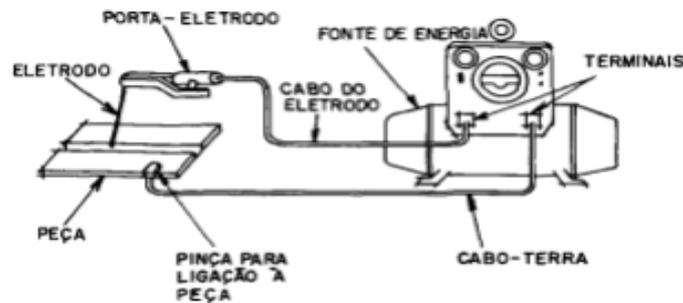
O eléctrodo revestido é constituído por uma vareta do metal a ser depositado, também chamada de alma, envolta de um revestimento que apresenta como principal função, a de proteger a poça de fusão e o cordão de solda. De acordo com a composição do revestimento, torna-se possível realizar até refino secundário e acerto da composição do metal fundido.

Dessa maneira, a existência de um revestimento isento de defeitos e o armazenamento adequado desses eléctrodos revestidos são factores importantes para a qualidade da solda (MARQUES, MODENESI e BRACARENSE, 2009).

3.7.2. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS E CONSUMÍVEIS

O equipamento básico necessário para a soldadura por eléctrodo revestido é composto de fonte de energia, alicate para a fixação dos eléctrodos, cabos de interligação, pinça para a ligação a peça, equipamento de protecção individual e equipamento para a limpeza da solda (WAINER, BRANDI e MELLO, 1992). Um

esquema do equipamento básico é representado na Figura 4:

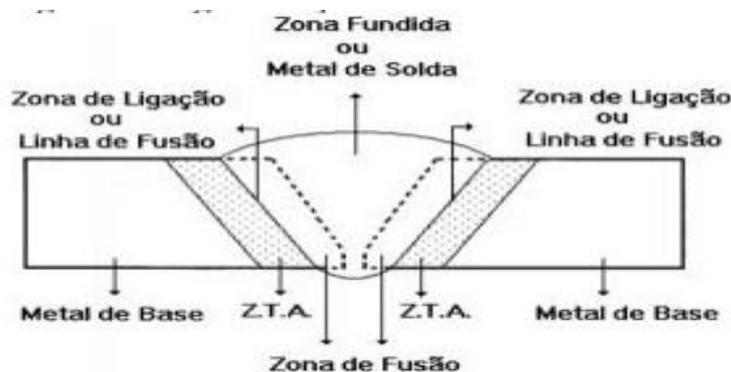


Fonte: Wainer, Brandi e Mello (1992, p. 32).

Figura 15: Esquema do equipamento básico de A soldadura a arco eléctrico

3.7.3. INFLUÊNCIAS DO PROCESSO DE SOLDADURA NO MATERIAL

Em decorrência da elevada temperatura e da deposição de um metal de adição, ocorre o aparecimento de regiões bem definidas que são as principais áreas de interesses para o estudo de uma junta de solda, essas regiões são conhecidas como: zona termicamente afectada (ZTA), zona de ligação ou linha de fusão (LF), metal base (MB) e zona fundida ou metal de solda (MS), no qual é inserido o metal de adição. Uma esquematização dessas regiões é apresentada na Figura abaixo.



3.7.4. PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO

- ✓ Este tipo de soldadura é dos mais usados, O material que cobre o eléctrodo (conhecido por fluxo), funde-se durante o processo de soldadura, formando uma nuvem gasosa.
- ✓ Esta nuvem estabiliza o arco e protege o banho de solda de contacto com os gases do meio ambiente, Depois da solidificação do cordão de soldadura, o fluxo forma na superfície do metal uma camada de escoria que tem de ser limpo do cordão. Durante a combustão do arco, O fluxo serve também de desoxidante.

Vantagens do SMAW

- ✓ A versatilidade do processo por ser semi-automático, podendo também ser adaptado para soldagem automática;
- ✓ Alimentação contínua do eléctrodo; A execução da soldagem em todas as posições;
- ✓ Elevada velocidade de soldagem;
- ✓ Alta taxa de deposição devida a densidade de corrente alta na ponta do arame;
- ✓ Por não ter escória, não tem risco de inclusão da mesma na soldagem de vários passes e não perde tempo para a remoção da escória;
- ✓ Penetração da raiz é mais uniforme comparado ao eléctrodo revestido;
- ✓ Problemas como os de distorção e tensões residuais são menores;
- ✓ Possibilita o controle da penetração e a diluição durante o processo de soldagem.;

Desvantagens do SMAW

- ✓ Difícil de mecanizar;
- ✓ Requer constante reposição do eléctrodo;
- ✓ Requer constante limpeza das escórias depois da soldadura;
- ✓ Intensidades de corrente limitadas;
- ✓ Baixa produtividade quando comparado com os processos de alimentação contínua do arame.

3.7.5. FONTES DE ENERGIA PARA SOLDADURA POR FUSÃO

O arco eléctrico é a fonte de calor mais comumente utilizada na soldagem por fusão de materiais metálicos, apresentando uma combinação ótima de características que incluem uma concentração adequada de energia para a fusão localizada do metal de base, facilidade de controle, baixo custo relativo do equipamento e um nível aceitável de riscos à saúde dos seus operadores.

Como consequência, os processos de soldagem a arco possuem atualmente uma grande importância industrial, sendo utilizados na fabricação dos mais variados componentes e estruturas metálicas e na recuperação de um grande número de peças danificadas ou desgastadas.

A soldadura por fusão é realizada por meio de aplicação de energia concentrada numa parte da junta (região da(s) peça(s) onde a soldadura será realizada) de forma a

conseguir a sua fusão localizada, de preferência afectando termicamente ao mínimo o restante da(s) peça(s).

3.7.6. A SOLDADURA MIG MAG

A soldadura MIG/MAG (Metal Inert Gas / Metal Active Gas) é amplamente utilizada na reparação de cilindros de GLP devido à sua versatilidade, eficiência e qualidade na fusão dos metais. Esse processo permite uma soldagem contínua, garantindo alta produtividade e redução de defeitos estruturais.

A soldadura MIG/MAG é uma técnica de soldadura semi-automática na qual o calor necessário para a fusão entre o material de adição e o material de base é fornecido por um arco eléctrico. Este arco estabelece-se entre um fio eléctrodo consumível, alimentando continuamente e o metal base.

O banho de fusão, as gotas de material de adição e o cordão de soldadura são protegidos da atmosfera pelo fluxo de um gás (ou mistura de gases) inerte ou activo.

3.7.6.1. PRINCIPAIS VANTAGENS DA SOLDADURA MIG/MAG

- O processo pode ser executado em inúmeras posições;
- Não existe a necessidade de remoção de escória;
- Utilização mais económica uma vez que não há perda de pontas como no eléctrodo revestido;
- Possibilidade de aumento de produtividade;
- Pode ser facilmente automatizado ou mecanizado;

3.7.6.2. DESVANTAGENS DA SOLDAGEM MIG/MAG:

- Soldadura ao ar livre ou em locais com corrente de ar só é possível de forma limitada;
- Sensível à ferrugem e à humidade;
- Susceptível à porosidade e falta de aderência; e
- Alto risco de formação de respingos.

3.7.6.3. OS EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA REALIZAR A SOLDADURA MIG/MAG

- Para realizar a soldadura MIG/MAG, são necessários os seguintes equipamentos:
- Fonte de energia (geralmente um transformador ou rectificador);
- Tocha de soldadura MIG/MAG;
- Misturador de gás, para o caso do processo MIG;
- Regulador de pressão de gás;
- Cabos de soldadura e grampos; e
- Eléctrodo ou arame de solda;

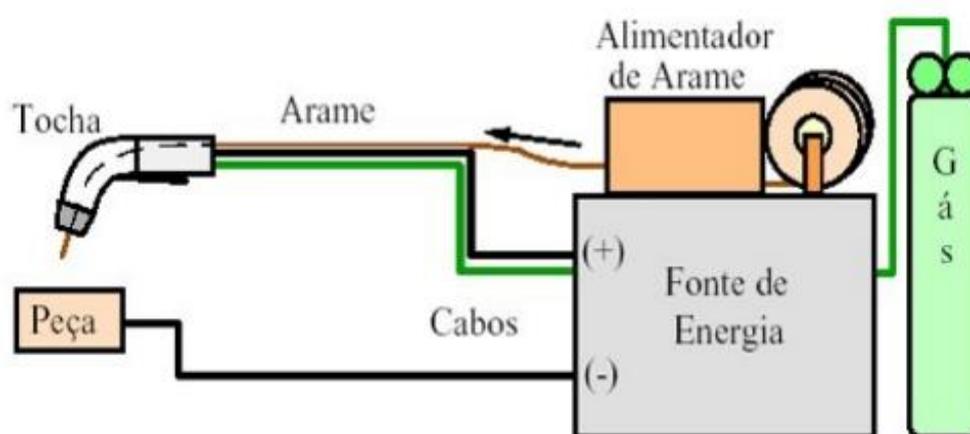


Figura 16: Máquina de soldadura MIG/ MAG

3.7.7. FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO MIG/ MAG

Com os equipamentos MIG/MAG podem ser soldados aço carbono, alumínio, inox, cobre entre outros;

- A regulagem do gás, com ambiente e equipamentos em perfeito estado é 10 vezes o diâmetro do arame Ex: se o arame é 0,8 a regulagem será 8.
- A velocidade do arame para metais finos é regulada para a mais lenta possível, já em soldadura em quinas a velocidade do arame deve ser aumentada. A velocidade do arame vai poder variar bastante de uma solda MIG/MAG para outra, principalmente quando elas possuem muito mais potência.
- A regulação das roldanas que dão pressão ao arame deve ser de acordo com o diâmetro e o tipo de arame a ser utilizado. ;
- O gás para soldadura MIG tem como principal opção o Gás de Argônio (Inerte), na no processo MAG é utilizado o Gás de Mistura que é composto normalmente por 75% de CO₂ e 25% de Argônio.

3.7.7.1. TESTES DE VERIFICAÇÃO DAS SOLDAS

A soldadura utilizada para reparação de alças é feita de forma manual, ou seja, o soldador usa sua habilidade e experiência para realizar o trabalho, controlando a soldagem com suas próprias mãos. Já na soldadura da base, o processo é semi-automático, o que significa que há uma combinação de controle manual e mecânico. Nesse caso, a peça é fixada em uma bancada mecanizada que possui um dispositivo para segurar a tocha de solda, garantindo maior precisão e estabilidade. O soldador injecta a tocha na peça e inicia o processo de soldadura, formando um cordão contínuo de solda. Essa abordagem combina a habilidade do soldador com a precisão do equipamento, resultando em uma solda de qualidade e resistência

Esse teste é usado para verificar a ductilidade do material soldado, ou seja, sua capacidade de se deformar sem quebrar. Além disso, quando aplicado em juntas soldadas, ele ajuda a identificar possíveis defeitos na soldagem, como falta de fusão, inclusões metálicas ou porosidade.

No procedimento, um corpo de prova é colocado entre dois apoios, que estão a uma distância específica conforme as normas técnicas. Então, uma força de flexão é aplicada no centro do corpo de prova usando um dispositivo chamado cutelo, até que o material dobre a uma certa inclinação.

Se, após o teste, o material não apresentar trincas, fissuras, fendas ou fracturas no cordão de solda, ele é considerado aprovado. Além disso, a norma estipula que qualquer defeito na superfície convexa do corpo de prova não deve ultrapassar 3,2 mm de dimensão.

3.7.7.2. GASES DE PROTECÇÃO UTILIZADOS NO PROCESSO MIG/MAG PARA AÇOS CARBONO / AÇOS BAIXOS LIGA

- Argônio + 5-15% CO_2 + 2-6% O_2
- Argônio + 25-50% CO_2
- Argônio + 15-20% CO_2
- Argônio + 4-8% CO_2

Gases de protecção utilizados no processo **MIG/MAG** aços inoxidáveis

- Argônio + 10-30% + 1-2% CO_2
- Argônio + 1-2% O_2
- Argônio + 2-4% CO_2
- Argônio + 1-7% H_2

3.8. ELIMINAÇÃO DOS AMASSADOS

A eliminação dos amassados, primeiro pressuriza-se o cilindro a uma pressão de 30bar, a posterior faz a abertura da válvula do gás combustível(butano), com ajuda do isqueiro faz-se ignição da chama na tocha do maçarico, em seguida mistura-se o gás butano e oxigénio numa determinada proporção até a chama alcançar a cor azul e pulveriza um fluxo de oxigénio a alta velocidade, fazendo com que queime e liberte calor, conseguindo assim o processo de reposição do cilindro a sua forma normal.



Figura 20: Eliminação de mossa

3.8.1. EQUIPAMENTOS

Os equipamentos cilindros de oxigénio e gás combustível (propano, butano), reguladores de pressão, mangueiras, maçarico, acendedor de chama, ferramentas e equipamentos diversos de segurança (óculos, luvas, válvulas contra retorno de gases, etc).

3.8.1.1. GASES

Gases comerciais têm uma propriedade em comum, ou seja, requerem sempre oxigénio para sustentar a combustão, deve apresentar as seguintes propriedades quando queimado:

- ✓ Alta temperatura de chama.
- ✓ Alta taxa de propagação de chama.
- ✓ Conteúdo de calor suficiente.
- ✓ Mínimo de reacção química da chama com os metais base e de enchimento.

Chama oxidante

A chama oxidante apresenta um excesso de oxigénio. Ela consiste de um cone interior branco muito curto e uma cobertura exterior mais curta. Esta chama tem um som característico tipo um ronco ruidoso. A redução do cone interior é um sinal do excesso de oxigénio. Ela é a chama mais quente produzida por uma fonte de gás

combustível e oxigênio. Tal chama pode oxidar o metal na poça de solda produzindo um cordão de solda com aparência suja. A chama oxidante é usada para soldar ligas a base de cobre, ligas a base de zinco e alguns metais ferrosos como aço manganês e alguns ferros fundidos. Nestes metais, durante a soldagem a chama oxidante produz uma base de metal oxidado que protege a evaporação de elementos de liga. Por exemplo, na soldagem latão amarelo o zinco pode evaporar, contudo a formação de uma camada de óxido de cobre na poça de solda previne a perda do zinco por evaporação.



Figura 21: Chama Oxidante

3.8.2. PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIE DO CILINDRO

Um dos factores de maior importância para o bom desempenho da pintura é o preparo da superfície.

As tintas aderem aos metais por ligações físicas, químicas ou mecânicas. As duas primeiras ocorrem através de grupos de moléculas presentes nas resinas das tintas que interagem com grupos existentes nos metais. A ligação mecânica se dá sempre associada a uma das outras duas e implica na necessidade de uma certa rugosidade na superfície.

Preparar a superfície do aço significa executar operações que permitam obter limpeza e rugosidade. A limpeza elimina os materiais estranhos, como contaminantes, oxidações e tintas mal aderidas, que poderiam prejudicar a aderência da nova tinta. A rugosidade aumenta a superfície de contacto e também ajuda a melhorar esta aderência.

O grau de preparação de superfície depende de restrições operacionais, do custo de preparação, do tempo e dos métodos disponíveis, do tipo de superfície e da selecção do esquema de tintas em função da agressividade do meio ambiente.

3.9. JATEAMENTO

Após aprovação nos testes citados acima, os cilindros passam pelo jateamento que consiste em um método eficaz para a remoção de resíduos de superfícies como as cascas de fundição, regiões oxidadas, etc.

É um processo que se caracteriza no arremesso de partículas contra a superfície, nesse caso do cilindro. O tipo de abrasivo utilizado no jateamento, na fabricação de cilindros, é a granalha de aço, um abrasivo sintético.

Esse método é utilizado, por exemplo, na decapagem mecânica, na limpeza e preparação de superfícies ou mesmo no aumento da resistência mecânica. A granalha de aço é utilizada nesse processo, pois proporciona maior uniformidade no acabamento e facilita a pintura que será feita posteriormente.

A preparação da superfície constitui uma etapa importantíssima na execução da pintura e é fundamental ao seu bom desempenho. A preparação da superfície é realizada com dois objectivos principais:

1 - Limpeza superficial: remoção da superfície de quaisquer materiais que possam impedir o contacto directo da tinta com o aço, tais como calamina, ferrugem, pó, gorduras, óleos, combustíveis, restos de tintas, etc.

2 - Ancoragem mecânica: o aumento da rugosidade superficial proporciona um aumento da superfície de contacto entre o metal e a tinta, contribuindo, desse modo, para o aumento da aderência entre camadas.

A Norma ISO 8501-1 – Preparação de estruturas de aço antes da aplicação de tintas e produtos relacionados – Avaliação visual da limpeza da superfície - Parte 1: Graus de ferrugem e graus de preparação de substratos de aço não revestidos e de substratos de aço após a remoção geral de revestimentos anteriores, descreve os vários graus de preparação das superfícies, sendo os mais usuais, a projecção de abrasivos, e a limpeza manual e mecânica, dos quais apresentamos as seguintes tabelas.

Preparação de superfícies por jateamento deve ser: isenta de sais, de umidade, de argila, de mica, de carvão e isenta de conchas.

A areia é usada somente em locais abertos onde não há restrição ao pó. Além destes aspectos, o uso de areia em cabinas se torna anti- económico pois o seu custo final é cerca de 6 vezes mais caro do que o das granalhas. As granalhas permitem reciclagens de até 350 vezes.

3.9.1. GRANALHAS DE AÇO

Existem sistemas de recuperação automáticos das granalhas, com piso gradeado, elevadores de canecas e sistema de purificação das granalhas. O sistema mais simples, de recuperação manual, é muito penoso para o operador, pois uma pá de granalhas pesa quase 15 kg. As granalhas são feitas com um tipo especial de aço, de alta dureza e são apresentadas em dois formatos, esféricas (shot) e angulares (grit). O shot tem dureza Rockwell C de 40 a 50 e as grit de 55 a 60.

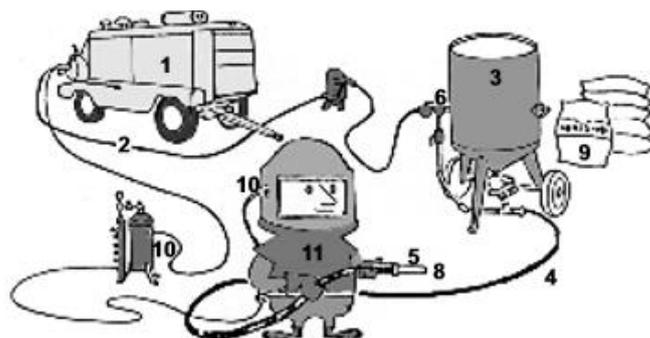


Figura 22- Processo de jateamento

Os cilindros passam pelo jateamento que consiste em um método eficaz para a remoção de resíduos de superfícies como as cascas de fundição, regiões oxidadas, etc. É um processo que se caracteriza no arremesso de partículas contra a superfície, nesse caso do cilindro. O tipo de abrasivo utilizado no jateamento, na fabricação de cilindros, é a granalha de aço. Esse método é utilizado, na decapagem mecânica, na limpeza e preparação de superfícies ou mesmo no aumento da resistência mecânica. A granalha de aço é utilizada nesse processo, pois proporciona maior uniformidade no acabamento e facilita a pintura que será feita posteriormente.



Figura 23- Cilindros jateados

A rugosidade provocada pelo abrasivo na superfície pode ser medida e é chamada de perfil de rugosidade ou perfil de ancoragem.

O perfil deve ser controlado, porque se for muito alto podem ficar picos fora da camada de tinta e por este motivo, a corrosão se iniciará a partir destas áreas e se for muito baixo a tinta pode não aderir satisfatoriamente.

3.9.2. MEDIDA DA RUGOSIDADE

Os aparelhos mais comuns e mais usados para medições de rugosidade de superfícies jateadas são: o rugosímetro (profile gauge) e os discos comparadores.

Rugosímetro

Trata-se de um relógio comparador com uma agulha, uma base de seção circular plana e um corte nesta base para visualizar a agulha.

3.9.3. SEGURANÇA NO JATEAMENTO

Durante o jateamento deverão ser tomadas as seguintes medidas de segurança:

a) A área de trabalho deve ser delimitada – contendo sinalização visível – não sendo permitido o acesso de pessoas não envolvidas na actividade,

b) Equipamentos de protecção individual deverão ser obrigatoriamente utilizados pelo pessoal envolvido conforme abaixo:

- ✓ Jaqueta de raspa de couro com escafandro munido de ar mandado ;
- ✓ Luva de raspa de couro
- ✓ Óculos de segurança
- ✓ Camisa ou macacão de manga comprida
- ✓ Pintura anticorrosivas de cilindro GPL

A corrosão deve ser combatida, pois representa uma perda de material (aço) que compromete a confiabilidade do produto. As tintas anticorrosivas impedem que o metal se deteriore, evitando essa perda.

Apesar do custo elevado do processo de pintura, ele proporciona maior durabilidade, acabamento uniforme e uma protecção eficaz contra a corrosão. A pintura primária do cilindro de GPL é realizada por meio de um sistema pneumático, com aplicação por pistola *Airless*, utilizando um bico de 0,015 polegadas e pressão de trabalho de 190 bar. A alta pressão promove a atomização das partículas da tinta rica em zinco, formando uma película de 40 a 70 µm. Esta camada oferece protecção galvânica ao cilindro, prevenindo a corrosão ao criar uma barreira física e química. Quando o zinco entra em contacto com a humidade, ele oxida-se em vez do metal base, preservando assim a integridade da estrutura.

Esta técnica é amplamente utilizada em estruturas sujeitas a ambientes altamente corrosivos.

A tinta rica em zinco apresenta várias vantagens, como elevada resistência à corrosão, proteção catódica e longa durabilidade em condições severas. Após a aplicação, é necessário um período de cura de 8 horas para garantir a secagem completa e a formação eficaz da camada protetora. Esse processo pode ser acelerado com o controlo de temperatura e ventilação adequados no ambiente.

Após a cura, é realizada uma limpeza superficial manual com lixas, removendo impurezas aderidas às superfícies com o objetivo de melhorar a ancoragem da camada de acabamento subsequente.

O acabamento, embora não possua as mesmas propriedades anticorrosivas da camada primária, complementa a proteção ao fornecer espessura seca ao sistema de pintura. Atua como uma barreira adicional e tem a função de proteger contra os agentes ambientais, além de conferir cor e brilho ao produto. Geralmente, são utilizadas tintas à base de resinas epóxi, com espessura média de 180 μm , que devem apresentar resistência à intempérie, radiação UV, agentes químicos, entre outros. Estas tintas são classificadas conforme o tipo de ligante utilizado.



Figura 24: pintora com pistola airless.

O controlo da espessura de filme tem como base o teor de sólidos por volume da tinta e a espessura seca desejada. É um método de controlo eficaz, pois evita o desperdício de tinta ou uma possível insuficiência de tinta na película seca. A espessura da camada de tinta húmida pode ser medida com um Medidor de Espessura de Filme Húmido tipo Pente. A medida da espessura húmida da camada de tinta aplicada é feita imediatamente após aplicação. Depois de seca, a espessura de camada de tinta pode ser determinada com um medidor electrónico.



Figura.26. Medidor de Espessura do tipo seco



Figura.27. Medidor de Filme húmido

Tabela 3: Defeitos da pintura.

Problema	Causas
Enrugamento	<ul style="list-style-type: none"> - Espessuras elevadas - Incompatibilidade entre demãos - Secagem muito rápida - Aplicação sobre superfície muito quente - Utilização de diluentes não recomendados
Fervidos	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura ambiente elevada - Aplicação sobre superfície muito quente - Espessura muito elevada - Necessidade de <i>flash-off</i>
Escorridos	<ul style="list-style-type: none"> - Espessura muito elevada - Diluição excessiva - Temperaturas muito baixas ou elevada humidade - Utilização de diluentes não recomendados

A secagem dos cilindros é realizada no interior do pavilhão, conforme ilustrado na figura 28 abaixo.



Figura 28: secagem dos cilindros

3.10. TÉCNICAS DE SEGURANÇA NA PINTURA

Durante o processo de pintura de cilindros de GPL, é essencial seguir normas de segurança rigorosas para proteger os operadores e garantir a qualidade do produto final.

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)

Os EPIs obrigatórios para trabalhos de pintura incluem:

- Respirador (filtro para vapores e névoas de tinta)
- Proteção ocular (óculos de segurança ou viseira)
- Roupa de pintura (cobre o corpo completamente)
- Proteção para os pés (botas de segurança)
- Proteção auricular (tampões ou auscultadores)
- Luvas (resistentes a solventes e tinta)

3.10.1. MONTAGEM DAS VÁLVULAS DE UTILIZAÇÃO E DE SEGURANÇA

A válvula de segurança utilizada nos cilindros de 12 kg e 45 kg é do tipo automática e equipada com um plugue fusível. Este componente é um dispositivo essencial de segurança, sendo constituído por um miolo formado por uma liga de bismuto, estanho e outros metais, projetada para fundir-se em caso de aumento excessivo da temperatura.

Funcionamento do Plugue Fusível:

- Quando a temperatura externa atinge aproximadamente 70°C, o miolo entra em estado pastoso e escorre para o interior do cilindro.
- Este processo liberta o gás controladamente, evitando a acumulação de pressão e, conseqüentemente, o risco de explosão.

Requisitos durante a Montagem:

- A temperatura do cilindro durante a instalação deve permanecer abaixo dos 70°C.
- Se essa temperatura for ultrapassada nesta etapa, o miolo pode derreter antes da montagem ser concluída, comprometendo a função de segurança da válvula.



Figura 25: Montagem de válvulas.

3.11. CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade reúne diversos processos e actividades para garantir que produtos ou serviços atendam aos padrões estabelecidos. Através de monitoramento, testes e ajustes, busca identificar e corrigir falhas antes que o produto chegue ao consumidor.

3.12. OBJECTIVOS DO CONTROLE DE QUALIDADE

Garantir a conformidade com especificações e normas técnicas, melhorar a satisfação do cliente, reduzir desperdícios e custos, prevenir e reduzir defeitos ou inconformidades, e aumentar a eficiência produtiva.

Após a conclusão do produto, uma inspecção preliminar deverá ser realizada para verificar sua conformidade com os padrões em termos de aparência, função e desempenho. Neste caso vai se usar a inspecção visual para a verificação da qualidade do produto. O produto é encaminhado para o sector de manutenção. Nos demais são colocados o lacre e a etiqueta com as recomendações de segurança, identificando a data, o lote e o local onde ele foi engarrafado, a posterior são pesados para conferir o peso é verificado se está de acordo com o peso especificado para o cilindro.



Figura 39: Cilindro acabado

3.13. ARMAZENAGEM DO PRODUTO

O armazenamento adequado de cilindros de Gás de Petróleo Liquefeito (GPL) é fundamental para a prevenção de acidentes e para garantir a integridade tanto dos recipientes como do produto armazenado. Estes cilindros são concebidos para suportar elevadas pressões internas e, por isso, o seu manuseamento e armazenamento devem obedecer rigorosamente às normas de segurança definidas pelos órgãos reguladores nacionais e internacionais.

Um acondicionamento incorrecto pode comprometer a estrutura do cilindro, reduzir a sua vida útil e aumentar significativamente o risco de fugas ou explosões. Para além dos aspectos relacionados com a segurança, o armazenamento apropriado contribui também para a preservação da integridade física do cilindro — minimizando danos mecânicos e corrosão — conforme ilustrado na Figura 40.



Figura 40: Armazenamento de Cilindro

3.13.1. MANUSEAMENTO DO CILINDRO

O manuseio dos cilindros de gás GPL deve ser feito com cuidado, evitando quedas, choques e impactos que possam danificar a estrutura do cilindro e comprometer a sua segurança. É importante também utilizar os equipamentos adequados para o transporte e a troca dos cilindros, como carrinhos e cintas de segurança.

Ao armazenar de forma adequada, é possível garantir a qualidade do produto e prolongar a vida útil do equipamento.

CAPITULO IV

4. RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

4.1. NOVO FLUXOGRAMA ESTRUTURADO

Um fluxograma bem estruturada ajuda na compreensão de todos os colaboradores e as empresas distribuidoras padroniza as etapas, aumenta a eficiência do processo e eleva a qualidade do produto final. Dessa forma, a empresa consegue fornecer cilindros mais seguros, confiáveis e em conformidade com as normas técnicas, promovendo maior segurança para os utilizadores finais

Além disso, ao enfatizar a importância do tratamento térmico de recozimento após a soldagem, você reforça que esse passo é fundamental para melhorar a qualidade da solda, reduzir tensões internas e garantir que o cilindro atenda aos requisitos de qualidade, segurança e durabilidade. O recozimento ajuda a restaurar a integridade estrutural, aumentando a confiabilidade do produto para uso final. Assim, esse processo não só assegura a conformidade, mas também prolonga a vida útil do cilindro, promovendo maior segurança para os utilizadores ao longo do tempo.



Figura 41: Implementação do Planeamento e Controle da Manutenção (PCM)

A Prozinco Moçambique S.A., actuante na área de requalificação de cilindros GPL, opera em um ambiente que exige altos padrões de segurança, confiabilidade e conformidade técnica. Diante disso, o Planeamento e Controle da Manutenção (PCM) se apresenta como o modelo de gestão mais adequado para garantir a excelência operacional e o cumprimento rigoroso das normas regulamentares.

O PCM está redefinindo as práticas industriais ao proporcionar uma abordagem estruturada, preditiva e baseada em dados. Ao adoptar este modelo, as actividades de manutenção passam a ser executadas conforme planejado, com um controle rigoroso dos processos, assegurando a conformidade técnica e operacional.

O objectivo principal do PCM na Prozinco é transformar a manutenção de um centro de custo reactivo em uma actividade estratégica, orientada por dados e focada na prevenção de falhas, contribuindo directamente para a confiabilidade dos processos de requalificação e inspecção de cilindro.

4.2. ELEMENTOS-CHAVE DO PCM NA PRÁTICA

O uso eficaz do PCM na Prozinco Moçambique S.A. envolve a integração de ferramentas, metodologias e sistemas que permitam planeamento, execução e monitoramento com precisão e controle. Entre os elementos estruturais implementados, destacam-se:

- Listas de Verificação Padronizadas (Checklists)
- Utilizadas em todas as fases da manutenção (inspeção, limpeza, testes, reparos e certificação), essas listas garantem consistência, rastreabilidade e padronização das operações técnicas.
- Monitoramento em Tempo Real de Ordens de Serviço:
Acompanhamento digital do progresso das actividades de manutenção, possibilitando ajustes rápidos e decisões proactivas em caso de desvios no processo.
- Documentação Técnica e Históricos de Intervenção:
Registo detalhado de todas as actividades executadas em cada cilindro ou equipamento, essencial para auditorias técnicas, rastreabilidade e melhoria contínua

4.3. RESULTADOS ESPERADOS COM O PCM

A implementação completa do PCM proporciona à Prozinco Moçambique:

- Redução do tempo de inactividade não planejado;
- Aumento da vida útil dos activos e dos cilindros requalificados;
- Padronização dos procedimentos técnicos;
- Maior segurança nas operações;
- Controle efectivo dos custos de manutenção;
- Facilidade nas auditorias e conformidade normativa

4.4. FORTALECIMENTO DA EQUIPA TÉCNICA

O sucesso do PCM depende fortemente da qualificação técnica da equipa de manutenção. A Prozinco tem investido de forma contínua na formação dos técnicos, promovendo:

- Treinamentos regulares sobre normas de segurança e qualidade;
- Capacitação em ferramentas de análise de falhas; e
- Desenvolvimento de competências para diagnóstico preditivo e intervenções técnicas de alta precisão.

CAPITULO V

5. CONCLUSÃO

Durante o estágio profissional realizado na empresa Prozinco Moçambique, foi desenvolvido um estudo com o objectivo de melhorar os processos de requalificação de cilindros de Gás de Petróleo Liquefeito (GPL). Através da reformulação das etapas envolvidas no processo, verificou-se que a nova abordagem permite mitigar problemas como as tensões residuais, que podem comprometer a microestrutura do material e, conseqüentemente, a integridade e a segurança dos recipientes.

A implementação de um novo fluxograma operacional mostrou-se eficaz no aumento da eficiência do processo e na elevação da qualidade do produto final. Com esta melhoria, a empresa passará a fornecer cilindros mais seguros e fiáveis, em conformidade com as normas técnicas vigentes, contribuindo assim para a segurança dos utilizadores finais e para a valorização da imagem da organização no mercado.

5.1. RECOMENDAÇÃO

Recomenda-se a empresa Prozinco Moçambique S.A a aplicar o fluxograma por mim elaborado durante as pesquisas realizadas durante o estágio profissional, que consistiu no melhoramento dos processos de requalificação dos cilindros GPL.

CAPITULO VI

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alexandre P. Kourbatov. Materiais Didáticos da Disciplina “Materiais I”. Maputo, 2006. – 49 p.
2. Apontamentos de Estampagem do Engo o de Inácio Lhate - UEM
3. <http://www.bombeiros.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=24>
4. Manual da Prozinco
5. Fazano, Carlos Alberto T.V. - "Tintas - Métodos de controle de pinturas e superfícies",
6. Manual da Galp
7. Hemus Editora Ltda. - São Paulo
8. Fazenda, Jorge M.R. - "Tintas e Vernizes - ciência e tecnologia", Publicação Abrafati - Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas - São Paulo
9. Gentil, Vicente - "Corrosão", Editora Guanabara - Rio de Janeiro
10. Gnecco, Celso - "Pintura de manutenção industrial", Publicação IPT nº 1558, Instituto de Pesquisas Tecnológicas - São Paulo
11. Nunes Ney Vieira - "Pintura industrial aplicada", Maity Comunicação e Editora Ltda. - Rio de Janeiro.
12. Adriano Horta Loureiro – SINDIGAS - Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo