



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

Faculdade de Engenharia

Departamento de Engenharia Mecânica

Curso de Licenciatura em Engenharia Mecânica

5<sup>o</sup> Ano

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

**Tema: Redimensionamento da placa de pressão de bomba  
hidráulica de pistões de vazão variável de uma escavadora de  
rastos**

**Estudante:**

Andrade, Ricardo António Sousa

**Supervisor:**

Eng.º David Roberto (UEM)

---

**Co-Supervisor:**

Eng.º Luís Bertão (Movicortes-Moçambique)

---

**Maputo, Julho de 2022**



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

Faculdade de Engenharia

Departamento de Engenharia Mecânica

Curso de Engenharia Mecânica

5<sup>o</sup> Ano

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL**

**Tema: Redimensionamento da placa de pressão de bomba  
hidráulica de pistões de vazão variável de uma escavadora de  
rastos**

**Estudante:**

Andrade, Ricardo António Sousa

**Supervisor:**

Eng.º David Roberto (UEM)

---

**Co-Supervisor:**

Eng.º Luís Bertão (Movicortes-Moçambique)

---

**Maputo, Julho de 2022**

## *Dedicatória*

Dedico este trabalho a minha família e amigos, em especial aos meus pais Antonio e Carla e aos meus Avós.

## *Agradecimentos*

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida.

Aos meus irmãos mais novos Daniela e Nuno. E a minha irmã mais velha Carla.

Aos meus tios mais próximos figuras chaves na minha educação: Mario, Lúcia e Rosa Albino.

Agradeço a minha família, em especial a minha mãe por todo o suporte ate tornar-se realidade a minha formação.

Agradeço a comunidade estudantil por possibilitar um amadurecimento académico saudável.

Uma palavra de gratidão para todos os colegas com mesmos desafios e sonhos que os meus aqui da Universidade Eduardo Mondlane.

Agradeço aos professores pelo rigor, empenho e persistência ao longo da minha estadia na Universidade.

## *Resumo*

O presente relatório traduz o culminar de estágio profissional na empresa Movicortes-Moçambique no Departamento de Manutenção da empresa realizado ao longo de quatro meses, no término do curso de Licenciatura em Engenharia Mecânica

O presente relatório foca nas actividades realizadas ao longo do estágio, referindo as estratégias de resolução de problemas e melhoria dos equipamentos que possibilita agregar experiência prática na área de engenharia para o estudante e aspectos importantes como a integração no seio da empresa e metodologias de resolução de problemas que se ajustam a rotina profissional.

O atual desenvolvimento do país tem como uma das bases o crescimento das atividades industriais, máquinas industriais como a bomba hidráulica de pistões de vazão variável de uma escavadora de rastros geram produtividade e eficiência. A falha funcional de um sistema hidráulico somente acontece por causa de manutenção deficiente, uso severo ou mau dimensionamento. É prejudicial, pois o sistema hidráulico gera, controla e aplica potência hidráulica de uma máquina industrial. O sistema hidráulico transforma a fonte de energia disponível que pode ser de um motor elétrico ou de combustão em trabalho a ser executado.

O presente trabalho é uma tentativa de discutir questões relacionadas com eficiência hidráulica de um sistema hidráulico tendo em consideração os fatores que contribuem para o funcionamento suave, seguro e eficaz. Neste relatório pretende-se elaborar uma pesquisa direcionada a resolução de avarias de bombas hidráulicas de pistões. Diante disso verifica-se que o método de resolução de avarias teve em conta a aplicação de um novo material revestido com propriedades mecânicas superiores.

A placa de pressão possibilita distribuir precisamente a pressão e suavizar as áreas de alta e baixa pressão.

**Palavras-chaves: Eficiência. Máquinas industriais. Hidráulica.**

## Índice

1	Introdução .....	1
1.1	Justificativa.....	2
1.2	Formulação do problema.....	3
1.3	Objetivos .....	4
1.3.1	Objetivo Geral.....	4
1.3.2	Objetivos Específicos.....	4
1.4	Organização do trabalho.....	5
1.5	Metodologia .....	5
2	Revisão de literatura .....	6
2.1	Sistemas hidráulicos .....	6
2.2	Eficiência Hidráulica.....	8
2.2.1	Eficiência hidráulica = Melhorias na produtividade .....	10
2.3	Bombas e suas funções.....	11
2.4	Bombas de engrenagem externa.....	12
2.5	Bombas de engrenagem interna .....	12
2.6	Bombas de palhetas .....	13
2.7	Bombas de parafuso .....	14
2.8	Bombas de pistão .....	15
2.9	Importância Bombas de pistão de vazão variável .....	19
3	Contextualização.....	21
3.1	Apresentação da Empresa .....	21
3.1.1	Os Sectores da Movicortes-Moçambique .....	22
3.2	Considerações gerais .....	23
3.3	Custo de Propriedade .....	23
3.4	Custos fixos .....	23
3.5	Quais as características das bombas hidráulicas K3V112DT .....	23
3.6	Introdução da bomba K3V112DT.....	25
3.6.1	Características .....	26
3.6.2	Constituição .....	26
3.7	O controlador da bomba.....	27
3.8	Válvula reguladora de pressão .....	27
3.9	Descrição do funcionamento.....	29
3.10	Partes constituintes / Descrição do mecanismo interno .....	29
3.10.1	Bomba hidráulica dupla .....	31
3.11	Problemas frequentes da bomba hidráulica na empresa.....	33
3.12	Típicos fatores de Contaminação na vida útil dos componentes .....	33
3.13	Identificação técnica dos problemas .....	33
3.13.1	Problema da Contaminação .....	34

3.13.2	Tipos de contaminação .....	35
3.13.3	Fugas na carcaça da bomba.....	35
3.13.4	Perda de pressão originada pelo espelho \baixo rendimento .....	35
4	Apresentação e discussão dos resultados .....	37
4.1	Identificação do componente mais sensível .....	37
4.2	Procedimento Anterior .....	38
4.2.1	Em casos ligeiros de danos .....	39
4.2.2	Em casos extremos de danos.....	40
5	Resolução do problema.....	41
5.1	Proposta das soluções possíveis .....	41
5.2	Especificação da solução final e Estimativa de custos.....	43
6	Conclusão.....	47
7	Recomendações.....	48
8	Bibliografia .....	49
9	Anexos .....	50
	Actividades Realizadas 1 - Reparação de Martelo Hidráulico Martelo Hidráulico .....	50
	Actividades Realizadas 2 - Motor de 6 cilindros Potencia do motor 310 CV (231 Kw).....	51
	Actividades Realizadas 3 - Revisão e Manutenção de Empilhadeiras.....	55
	Actividades Realizadas 4 - Actividade Sistema de travagem da máquina.....	58
	Informações sobre o Desempenho da bomba hidráulica de pistões K3V112 .....	60
	Ensaio de dureza .....	63

## Lista de símbolos

Alfabeto Grego		
Símbolo	Significado	Unidade
$\alpha$	Ângulo da placa angulável	°
$\mu$	Viscosidade do óleo	$1 \mu = 1 \frac{mm^2}{s}$
$\mu m$	Mícrons	$1 \mu m = 10^{-6} m$
$\mu_{mec}$	Eficiência mecânica	%
$\mu_{ger}$	Eficiência mecânica	%
$\mu_{vol}$	Eficiência volumétrica	%
$\mu m$	Viscosidade dinâmica	$1 \mu m = 1 \frac{N \cdot s}{m^2}$
$\theta$	Ângulo da placa angulável	°
Alfabeto Romano		
Símbolo	Significado	Unidade
$MP_a$	Mega-Pascal	$1 MP_a = 10^6 P_a$
bar	unidade de pressão	$1 bar = 10^5 P_a$
cSt	viscosidade do óleo	$1 cSt = 10^{-2} \frac{cm^2}{s}$
dB	decibéis , unidade do som	dB
kgf/cm <sup>2</sup>	Quilograma-Força por centímetro quadrado	$1 kgf/cm^2 = 10 N/cm^2$
Kilo-Watt	unidade de potencia	$1 kW = 10^3 kW$
psi ( lbf / in <sup>2</sup> )	libra-força por polegada quadrada	lbf / in <sup>2</sup>
rpm	rotações por minuto	rotação/min



## Lista de figuras

Figura 1 Sistema Hidráulico.....	6
Figura 2 Tipos de bombas hidrostáticas .....	8
Figura 3 Bomba de engrenagens externas.....	12
Figura 4 Bomba de engrenagens internas .....	13
Figura 5 Bomba de palhetas .....	14
Figura 6 Bomba de parafuso .....	14
Figura 7 Corte de Bomba de parafuso.....	15
Figura 8 Esquema de uma bomba de pistões axiais de vazão variável.....	15
Figura 9 Bomba de pistões axiais de vazão variável.....	15
Figura 10 Aplicação das bombas hidráulicas .....	16
Figura 11 Posicionamento x Escavação .....	19
Figura 12 Logotipo da empresa de estagio.....	21
Figura 13 Marcas representadas .....	22
Figura 14 Organograma da empresa .....	22
Figura 15 Departamentos da empresa .....	22
Figura 16 Bomba K3V112DT.....	25
Figura 17 Conjunto rotativo .....	25
Figura 18 Escavadora de rastos .....	26
Figura 19 Diversos movimentos da lança de uma escavadora de rastos.....	27
Figura 20 Servo pistão e Mola .....	28
Figura 21 Corte parcial de uma bomba hidráulica de pistões .....	29
Figura 22 Bomba Hidráulica dupla .....	31
Figura 23 Angulação máxima .....	32
Figura 24 Angulação mínima.....	32
Figura 25 Processo de desgaste .....	33
Figura 26 A relação entre Temperatura a Viscosidade e a Contaminação.....	34
Figura 27 Orifícios de entrada e saída da placa de pressão.....	35
Figura 28 Riscos na placa de pressão ao longo da parte interna da superfície. ....	37
Figura 29 Constituintes da bomba.....	38
Figura 30 Bomba montada .....	38
Figura 31 Placa de pressão inserida na bomba hidráulica.....	39
Figura 32 Placa de pressão danificada .....	39

Figura 33 Comparação entre Bronze e Carboneto de Cromo .....	43
Figura 34 Antes da montagem .....	50
Figura 35 Martelo Hidráulico sem carcaça .....	50
Figura 36 Carcaça do martelo hidráulico .....	50
Figura 37 Após a montagem .....	50
Figura 38 Procedimento do motor de 6 cilindros 1 .....	51
Figura 39 Procedimento do motor de 6 cilindros 2 .....	52
Figura 40 Procedimento do motor de 6 cilindros 3 .....	53
Figura 41 Motor montado na máquina .....	54
Figura 42 Motor 2.5L Nissan Troca da corrente de distribuição .....	54
Figura 43 Motor Cummins 6.9 L calibração de válvulas motor de 6 cilindros.....	55
Figura 44 Esquema da parte traseira inferior - Técnica para retirada .....	55
Figura 45 Empilhadeira MANITOU com motor diesel .....	56
Figura 46 Empilhadeira DOOSAN elétrica .....	56
Figura 47 Máquina retroescavadora Hidromek que esteve em manutenção na empresa.....	57
Figura 48 Motor Perkins, motor de escavadoras e empilhadeiras industriais .....	57
Figura 49 Eixo de direção sem rodas .....	58
Figura 50 Eixo de direção desmontado .....	59
Figura 51 Eixo de direção desmontado .....	59
Figura 52 Esquema dos componentes 1 .....	61
Figura 53 Esquema dos componentes 2 .....	62
Figura 54 Esquema dos componentes 3 .....	62
Figura 55 Canais de sucção / pressão .....	63
Figura 56 Ensaio de dureza Rockwell.....	63
Figura 57 Ensaio de dureza Vickers.....	64
Figura 58 Ensaio de dureza Brinell .....	64

## Lista de Gráfico

Gráfico 1 Eficiência hidráulica x Viscosidade .....	9
Gráfico 2 Vazão x Pressão .....	20
Gráfico 3 Desempenho Eficiência da bomba .....	60
Gráfico 4 Desempenho Regulação da Pressão x Deslocamento x Rotação da bomba por minuto.....	61

## Lista de Tabela

Tabela 1 Vantagens e Desvantagens dos principais tipos de bombas.....	18
Tabela 2 Comparação das propriedades principais dos diferentes tipos de bomba hidráulicas .....	18
Tabela 3 Partes constituintes / Descrição do mecanismo interno .....	30
Tabela 4 Vantagem do Carboneto de cromo .....	42
Tabela 5 Custo após 13 anos (aquisição e n de reparações).....	44
Tabela 6 Custo após 20 anos (aquisição e n de reparações).....	45
Tabela 7 Problemas frequentes do martelo hidráulico .....	51
Tabela 8 Procedimento do motor de 6 cilindros .....	52
Tabela 9 Peças novas integradas do motor de 6 cilindros.....	53
Tabela 10 Revisão e Manutenção de Empilhadeiras.....	55
Tabela 11 Manutenção de Empilhadeiras .....	56
Tabela 12 Sistema de travagem.....	58

# CAPÍTULO I

## 1 Introdução

O estágio em engenharia mecânica aproxima os estudantes da rotina profissional. Consiste na familiarização de equipamentos e sistemas mecânicos utilizados na indústria, sua operação e desempenho. O estágio também estimula ao estudante a capacidade de criar soluções que potencializem a produtividade, isto é, impulsiona processos para o desenvolvimento organizacional, a administração de recursos e controle financeiro.

O presente relatório de estágio tem como objetivo expor as atividades e as informações colhidas durante a realização do estágio. No presente relatório de estagio profissional estão descritas o conjunto de tarefas realizadas no período de tempo de 4 meses. As atividades no decorrer do estagio estavam subdivididas em duas etapas: atividades dentro das instalações da empresa e atividades prestadas a outras empresas (suas maquinas). Durante o estágio na empresa realizaram se atividades das áreas de mecânica: manutenção, reparação de equipamentos industriais tais como, empilhadeiras, escavadoras, equipamento de pavimentação de estradas, empilhadeiras, retroescavadoras, carregadeiras.

O presente relatório foca se nos aspectos técnicos referentes às bombas hidráulicas de pistão axial. As bombas hidrostáticas são máquinas de deslocamento positivo que formam o coração dos sistemas hidráulicos. A bomba de pistão axial de placa angulável está entre as bombas mais utilizadas devido às suas estruturas simples e design compacto. Nesses equipamentos, os sistemas são responsáveis pela execução da maioria dos movimentos articulados, distribuindo força entre as partes por meio de fluidos. Na área industrial as bombas de pistão são aplicadas em levantamento e movimentação de cargas e construção em: equipamento de perfuração, escavadoras e veículos pesados em geral. Para a impulsão desse conjunto são utilizadas bombas hidráulicas, responsáveis por regular o envio do fluxo hidráulico para o acionamento de funções específicas, como giro ou escavação.

O mundo de negócios globalmente competitivo dos dias de hoje impulsiona os fabricantes a obter o máximo de seus equipamentos. Até mesmo pequenos aumentos na produtividade das máquinas pode significar a diferença entre o lucro e o prejuízo. Em resposta a isso, os sistemas hidráulicos de equipamentos industriais e móveis se tornaram menores e mais leves, além de utilizar pressões mais altas para atingir a eficiência máxima do sistema.

## 1.1 Justificativa

O presente relatório de estágio tem em vista a optimização das placas de pressão de bombas de pistão. Durante as atividades na empresa no decorrer do estágio profissional detectou-se um comportamento anormal considerando que causas provocaram avarias de bombas hidráulicas de pistão no seu processo de reparação.

Devido ao funcionamento cíclico destas placas ocorre desgaste mecânico molecular, fadiga, esmagamento e tensões de contato causados pelos esforços de compressão na união flangeada.

Detectaram-se fugas internas de óleo e à perda gradualmente de pressão, originadas por mau desempenho da placa de pressão. A perda de capacidade de trabalho da placa de pressão ocasionam paragens repentinas temporárias ou definitivas.

A principal função da placa de orifício é distribuir precisamente a pressão e suavizar as áreas de alta e baixa pressão.

Como em qualquer equipamento, com o tempo ocorre desgaste e perda de eficiência do sistema hidráulico, mas a falha funcional somente acontece por causa de manutenção deficiente, uso severo ou mau dimensionamento.

Manutenção de componentes hidráulicos exige atenção e planeamento, evitando a deterioração prematura dos componentes e tempo de paragem imprevista dos equipamentos evitando a diminuição de tempo útil de operação da bomba hidráulica e prolongando a sua vida útil.

## 1.2 Formulação do problema

Atualmente as bombas de pistão funcionam a altas pressões e possuem um design compacto, o que sucinta a melhoria de alguns de seus componentes.

O contaminante entre a superfície de contato quebra a película de óleo que garantiria a lubrificação aumentando o contato metal-metal que por sua vez mais partículas estarão no sistema, o que faz que este processo de quebra de película de óleo aconteça em mais locais da bomba, criando um círculo vicioso que pode levar a falha funcional do componente.

Detectaram-se resíduos de bronze na carcaça da bomba, constatando se que provém da placa de pressão. Um componente crítico que é responsável por absorver os choques durante o funcionamento da bomba hidráulica de pistões.

Problemas actuais do produto em análise: desgaste não regular, causando travagens (perda de pressão de trabalho).

Porque razão as placas de pressão são o componente que mais avariam em bombas de pistão?

Como otimizar as bombas de pistão para melhorar o desempenho e prolongar a vida útil?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo Geral

- Analisar a manutenção e reparação de bombas hidráulicas de pistões axiais de vazão variável da pá escavadora de rastos na Movicortes-Moçambique

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Explicar a importância de uma bomba hidráulica de pistões na área Industrial e elementos associados para seu desempenho ótimo
- Identificar as causas das principais avarias em bombas hidráulicas de pistões
- Propor formas de evitar possíveis avarias e métodos de reparação



## 1.4 Organização do trabalho

O presente trabalho está subdividido em 6 Capítulos

*Capítulo 1 - Introdução.* O presente capítulo aborda a relevância do tema escolhido, formulação do problema, bem como os objetivos pretendidos, e a metodologia utilizada.

*Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica.* Discorre-se neste capítulo sobre a revisão bibliográfica, que trata dos conceitos principais relativos ao trabalho. Faz-se inicialmente uma abordagem a respeito do sistema hidráulico com suas principais características. Também é feita uma referência sobre os tipos e a classificação das bombas hidráulicas.

*Capítulo 3 – Contextualização.* Neste capítulo é descrito com pormenor os elementos constituintes e funcionamento do equipamento apresentando de forma detalhada os principais componentes da bomba e suas avarias frequentes.

*Capítulo 4 – Apresentação e discussão dos resultados.* Neste capítulo é apresentado o método utilizado actualmente para a resolução de problema específico da bomba hidráulica de pistões

*Capítulo 5 – Resolução do problema.* Neste capítulo é apresentada a validação do projeto através do desenvolvimento de análise e cálculos que explicam o que garante a resolução do problema.

*Capítulo 6 – Recomendações e Conclusões.* Por último, são apresentadas as recomendações e conclusões a respeito do trabalho desenvolvido.

## 1.5 Metodologia

A Metodologia utilizada no trabalho teve como base:

- Pesquisa bibliográfica que consistiu na consulta de manuais disponibilizados pela Empresa, busca pela informação de forma objetiva tendo ênfase no vocabulário técnico-científico.
- Observação crítica das atividades, relatórios diários, anotações e troca de experiências com técnicos qualificados em área de mecânica.
- Consulta em sites de internet sobre matéria relacionada com a temática abordada

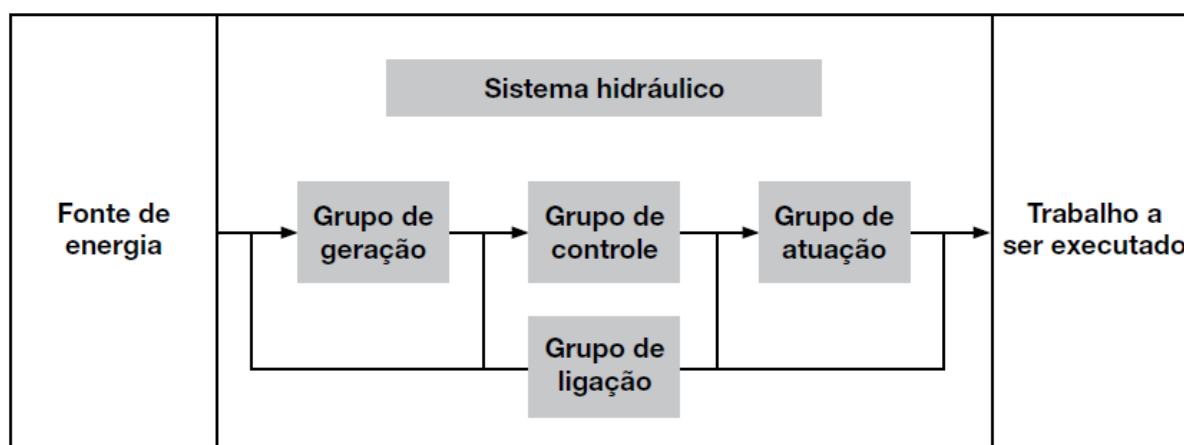
# CAPITULO II

## 2 Revisão de literatura

No presente trabalho haverá ênfase nas bombas hidrostáticas devido a sua importância para o sector industrial e maior controle de suas variáveis tais como pressão, vazão, potência entre outras. Estarão relacionados os diversos parâmetros fundamentais para desempenho óptimo de uma bomba hidráulica tais como a eficiência hidráulica e viscosidade de um sistema hidráulico. Haverá uma breve explanação entre as diferenças de uma bomba de caudal fixo e variável. Estarão enunciados os principais tipos de bombas hidráulicas, suas características bem como vantagens e desvantagens.

### 2.1 Sistemas hidráulicos

#### Sistema hidráulico



*Figura 1 Sistema Hidráulico*

(Fonte: PARKER. (2001). *Tecnologia hidráulica Industrial*)

Fonte de energia: motor elétrico ou à combustão.

Sistema hidráulico: gera, controla e aplica potência hidráulica.

Grupo de geração (bombas hidráulicas): transforma potência mecânica em hidráulica.

Grupo de controle (elementos de comandos ou sinal e válvulas): válvula direcional, válvula reguladoras de fluxo e pressão, elementos de regulagem que controlam a potência hidráulica.

Grupo de atuação (cilindros hidráulicos, atuadores lineares e rotativos): elementos de trabalho que transformam potência hidráulica que provém da bomba hidráulica em potência mecânica.

Grupo de ligação: conexões, condutas, mangueiras, reservatório e filtro. (PARKER, 2001)

### **Propriedades e Unidades:**

- Pressão: força exercida por unidade de área. Principais unidades: kgf/cm<sup>2</sup>, bar (10<sup>5</sup> Pa) e psi ( lbf / in<sup>2</sup>).
- Vazão: volume deslocado por unidade de tempo. Principais unidades: galões/min e litros/min. 1 galão = 3,78 litros
- Deslocamento: volume deslocado por revolução. Principal unidade: cm<sup>3</sup>/revolução

### **Bombas Hidrodinâmicas**

São bombas de deslocamento não-positivo, usadas para transferir fluidos e cuja única resistência é a criada pelo peso do fluído e pelo atrito . A movimentação do fluído ocorre pela ação de forças que se desenvolvem na massa do mesmo, em consequência da rotação de um eixo no qual é acoplado um disco (rotor, impulsor) dotado de pás (palhetas, hélice), o qual recebe o fluído pelo seu centro e o expulsa pela periferia.

### **Bombas Hidrostáticas (Volumétricas)**

São bombas de deslocamento positivo é dada diretamente pela movimentação de um componente mecânico da bomba que fornecem determinada quantidade de fluido a cada rotação ou ciclo. As bombas são geralmente especificadas pela capacidade de pressão máxima de operação e pelo seu deslocamento, em litros por minuto, em uma determinada rotação por minuto. Na prática, o deslocamento é menor devido às fugas internas.

As Bombas hidrostáticas dividem-se em:

- (a) Êmbolo ou Alternativas (pistão);
- (b) Rotativas (engrenagens, palhetas, helicoidais, parafusos).

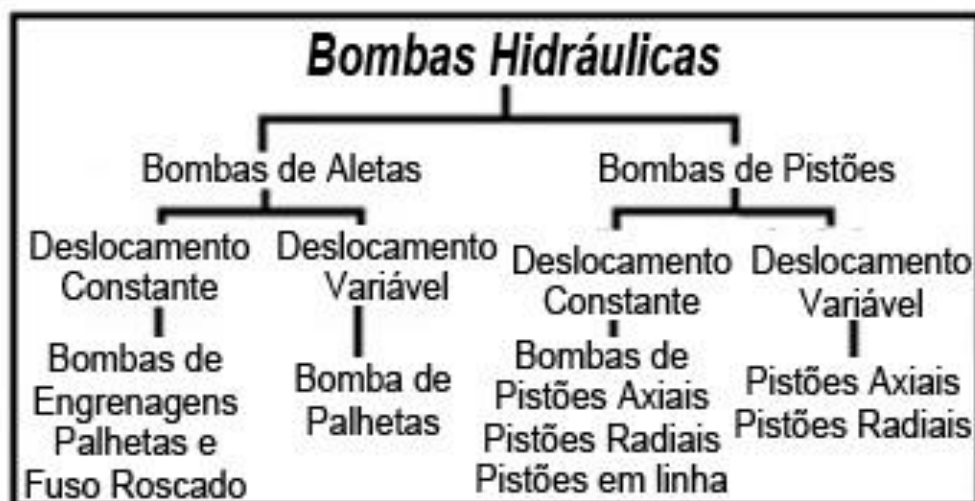


Figura 2 Tipos de bombas hidrostáticas

(Fonte: (2022). <https://blog.casadasoficinas.com/2022/02/bomba-hidraulica-sua-funcao-e.html>)

## 2.2 Eficiência Hidráulica

Os sistemas hidráulicos convertem a energia mecânica de um motor elétrico ou motor de combustão interna em pressão e fluxo de fluidos que podem realizar uma quantidade específica de trabalho. As bombas hidráulicas convertem a energia mecânica do acionamento principal em fluxo de fluidos.

Uma bomba hidráulica típica tem somente 80 a 90% de eficiência neste processo. A energia é perdida nas duas formas principais.

- Perdas mecânicas – energia perdida para o atrito fluido
- Perdas volumétricas – energia perdida como resultado do vazamento interno de fluido (deslizamento) na bomba.

A quantidade de perda mecânica e volumétrica em uma bomba é primariamente uma função das propriedades de viscosidade e lubrificidade do fluido. Isso pode ser demonstrado no gráfico (página seguinte).

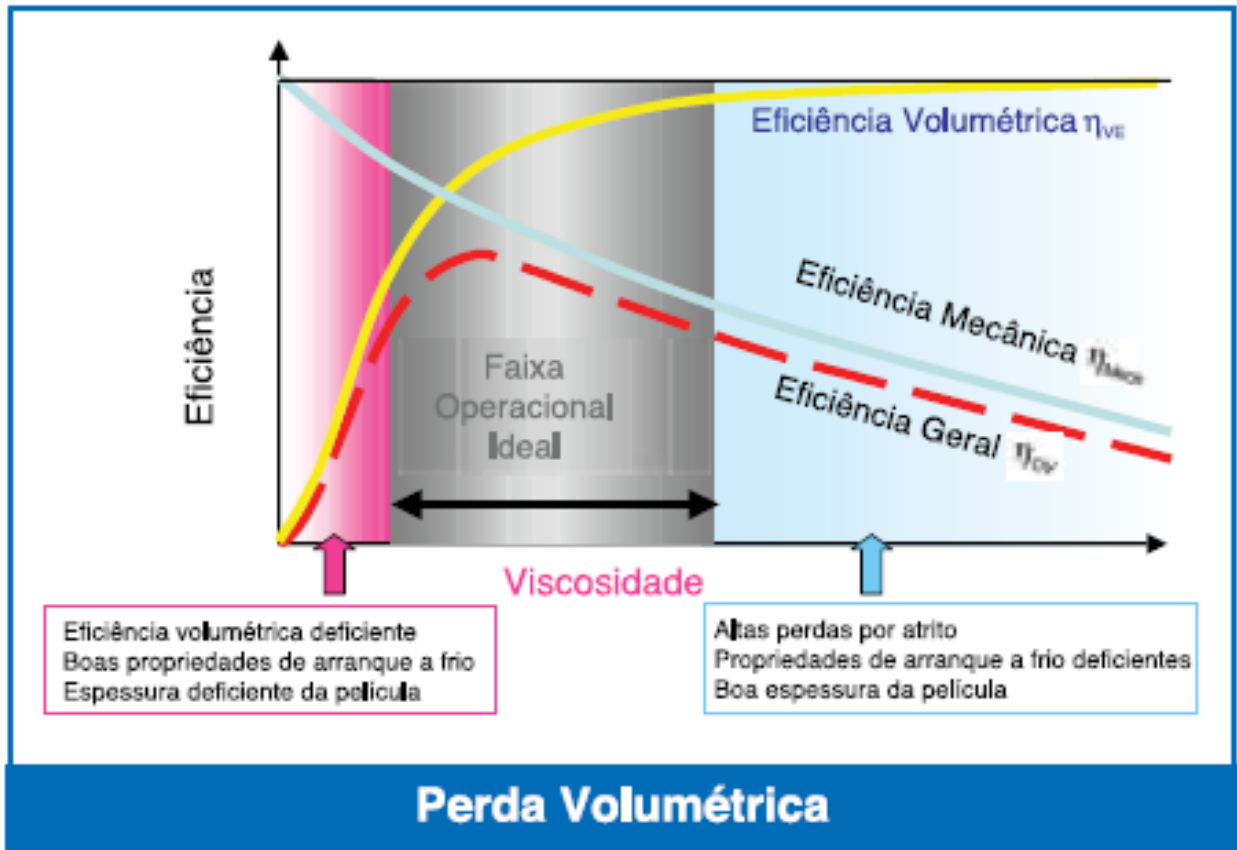


Gráfico 1 Eficiência hidráulica x Viscosidade

(Fonte: DONALDSON. (2007). *Hydraulic Catalogue, Hydraulic Filters and Acessories*)

As perdas mecânicas são mais altas quando a viscosidade do fluido é alta e as perdas volumétricas são mais altas quando a viscosidade do fluido é baixa.

A visualização dessas duas curvas no gráfico ilustra uma faixa de viscosidade para a eficiência ideal. Como a viscosidade do fluido hidráulico é alta em temperaturas baixas e diminui à medida que a temperatura do fluido aumenta, permanecer dentro desta faixa operacional ideal não é simples. Fluidos hidráulicos selecionados especialmente de acordo com a aplicação podem reduzir a magnitude dessas perdas utilizando um índice de viscosidade elevado para manter a viscosidade do fluido na faixa ideal através de uma faixa de temperaturas operacionais ampla.

Com aumento da pressão do sistema há redução da eficiência hidráulica da bomba hidráulica. Pressões mais altas geralmente levam a perdas mecânicas maiores (há cargas mais elevadas na bomba) e maiores perdas volumétricas (pressões mais elevadas aumentam a quantidade de fugas internas).

Esta eficiência de bombeamento adicional pode se traduzir em economia de energia, como medidas pelo consumo de combustível ou eletricidade, ou em reduções no tempo para concluir um ciclo de trabalho em equipamentos acionados hidráulicamente. (EXXON, 2018)

### 2.2.1 Eficiência hidráulica = Melhorias na produtividade

Um candidato principal para a demonstração do impacto da eficiência hidráulica sobre o consumo de energia e tempo de ciclo é uma escavadora. Uma escavadora emprega a hidráulica de alta pressão, acionada por um motor a diesel, para operar a lança bem como para girar a máquina e acionar as esteiras. As pressões do sistema hidráulico podem alcançar 275 bar e as temperaturas frequentemente se aproximam de 100°C. (EXXON, 2018)

A aplicação do conhecimento de como a eficiência hidráulica pode ser melhorada é importante, pois uso de um fluido hidráulico bem formulado pode ajudar a reduzir as perdas de eficiência nos sistemas hidráulicos, levando a economias de energia e maior produtividade. (EXXON, 2018)

#### **Vantagens de aumentar a pressão**

- Alto rendimento.
- Eficiência aprimorada (perdas de pressão reduzidas).
- Compacto, o espaço de instalação é pequeno.
- Boa resposta (HITACHI, 2013)

#### **Desvantagens de aumentar a pressão**

- Alta probabilidade de fugas internas e externas
- Contaminação - Efeito de material estranho no óleo significativo
- Ruído alto
- Choque de transição excessivo (alto impacto entre níveis intermediários pressão alta e pressão baixa ) (HITACHI, 2013)

As Funções do fluido hidráulico são: transmitir pressão, lubrificar e refrigerar as partes móveis da instalação (reduzindo a fricção), reduzir o impacto de oscilações de pressões (amortecendo), proteger os componentes mecânicos contra oxidação e corrosão, e transporta as partículas de desgaste e impurezas ao filtro retornando ao respetivo reservatório.

Viscosidade - É a resistência interna, intermolecular, oferecida pelo óleo para escoar.

Evita o contato metal-metal e efetua a formação de uma película (camada fina) de lubrificante evitando, conseqüentemente, desgaste de peças. (LIMA, 2014)

Uma maior viscosidade resulta em:

- Maior dificuldade na sucção das bombas (cavitação);
- Maior perda de carga;
- Reação retardada nos acionamentos;
- Dificuldade de eliminação de bolhas de ar;
- Pequenas fugas.

Uma menor viscosidade resulta em:

- Maior desgaste, diminuição da ação lubrificante
- Melhor facilidade ao escoamento
- Maiores fugas
- Boa resposta aos acionamentos

Apesar da importância de todos os factores referidos, a temperatura do fluido reveste-se de extrema importância na eficiência e fiabilidade dos sistemas hidráulicos.

### 2.3 Bombas e suas funções

As bombas hidráulicas forçam a circulação a alta pressão de um fluido, geralmente óleo, através das tubulações de um sistema hidráulico, com o objetivo de movimentar atuadores hidráulicos. Estes atuadores são, na maioria dos casos, cilindros ou motores hidráulicos.

Estas bombas desempenham uma função primordial, pois fornecem a energia necessária ao funcionamento de diversos tipos de sistemas hidráulicos.

Existem quatro tipos de bombas hidráulicas:

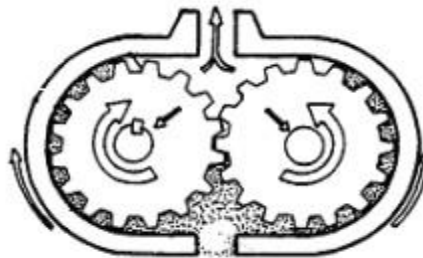
- Bombas de engrenagens (estas podem ser externas ou internas)
- Bombas de pistão
- Bombas de palhetas
- Bombas de parafuso

## 2.4 Bombas de engrenagem externa

As bombas de engrenagens têm muito poucas peças móveis. São constituídas por duas rodas dentadas que engrenam uma na outra tal como pode se visto na figura abaixo, Um vácuo parcial é criado na câmara de entrada da bomba pelo movimento do par de engrenagens. As engrenagens podem ser do tipo reto ou helicoidal, sendo as últimas mais silenciosas, acarretando, no entanto um custo mais elevado de fabrico.

O fluido é introduzido nos vãos dos dentes e transportado, junto à carcaça, até a câmara de saída. O encaixe dos dentes força o fluido para a abertura de saída. A folga entre os dentes das engrenagens proporciona uma fuga de fluido. Independentemente da velocidade, a perda de fluxo é quase constante para uma determinada pressão.

Têm um caudal constante e, geralmente, operam com pressões entre 50 e 210 bar.



*Figura 3 Bomba de engrenagens externas*

(Fonte: COSTA, J. (2014). Projeto e desenvolvimento de uma central hidraulica servo accionada . *Dissertação de Mestrado– Universidade do Minho, Faculdade de Engenharia*)

### **Aplicação**

As bombas de engrenagens são as bombas com velocidades de trabalho mais elevadas, que podem atingir 3000-6000 rpm.

Essas bombas são essencialmente utilizadas em elevadores.

## 2.5 Bombas de engrenagem interna

As Bombas de engrenagens internas são dotadas de uma engrenagem com dentes interiores, na qual engrena a roda dentada motora. Uma vez que estas bombas têm dois ou três dentes a menos na engrenagem interna, as velocidades relativas das engrenagens são baixas. A câmara da bomba forma-se entre os dentes das engrenagens. Estas bombas são unidades pequenas e compactas, possuindo boa eficiência mecânica e fácil manutenção. Consistem numa roda com dentado interior excêntrica e numa roda com dentado exterior, designada “coroa”.



Durante a rotação das engrenagens, quando as rodas se desengrenam, uma determinada quantidade de fluido é aspirada, enchendo o vazio deixado entre os dentes da roda interna e da roda externa, fixada às paredes da caixa. Quando os dentes se voltam a engrenar, o fluido é expelido para a saída, completando assim o ciclo.



*Figura 4 Bomba de engrenagens internas*

(Fonte: COSTA, J. (2014). Projeto e desenvolvimento de uma central hidraulica servo accionada . *Dissertação de Mestrado– Universidade do Minho, Faculdade de Engenharia*)

### **Aplicação**

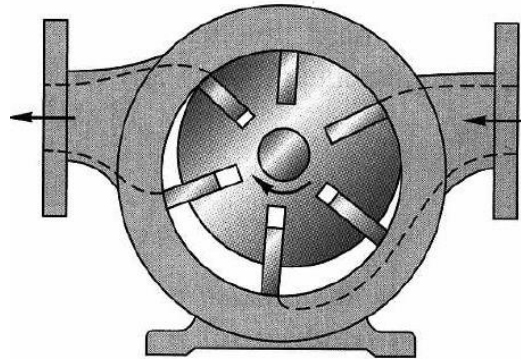
Usam-se, principalmente, em sistemas hidráulicos estacionários (por exemplo, máquinas-ferramentas, prensas, etc.) e em veículos para espaços fechados (empilhadores elétricos.).

### **2.6 Bombas de palhetas**

Este tipo é principalmente impulsionado por um motor externo que gira a uma velocidade constante. A mesma quantidade de fluido é bombeada a cada rotação, independentemente da quantidade de pressão existente no sistema.

Consiste num rotor provido de ranhuras, onde se encontram as palhetas, que roda dentro de um anel excêntrico, ver figura abaixo. As palhetas encostam-se na carcaça pela ação da força centrífuga, formando com esta e as placas de desgaste a câmara da bomba. A pressão de saída provoca um desequilíbrio da bomba e portanto maior desgaste, no entanto, este tipo de bombas tem uma vida razoavelmente longa.

A pressão de operação pode chegar a 175 bar, com rotações variando entre 600 e 4800rpm, e vazões entre 10 e 150 litros/min.



*Figura 5 Bomba de palhetas*

(Fonte: ALEX, N. (2010). capítulo3.bombas-classificação e descrição de Máquinas Termohidráulicas de Fluxo)

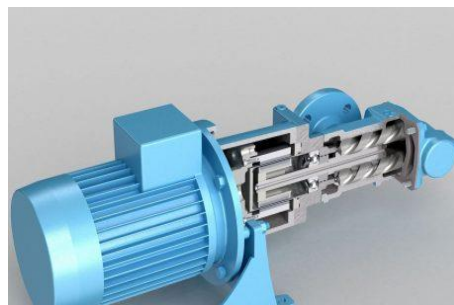
Uma vez que é necessário manter as palhetas encostadas ao anel excêntrico de forma a garantir a vedação, este tipo de bombas não são adequadas para trabalhar com baixas velocidades de rotação.

### **Aplicação**

São usadas não só na indústria, nomeadamente em máquinas de fundição sob pressão (coquilhadeiras) e de moldagem por injeção, como também em máquinas de construção civil.

### **2.7 Bombas de parafuso**

As bombas de parafuso são um tipo de bomba rotativa com cilindrada fixa. O fluido é transportado axialmente, graças à rotação de um parafuso sem fim, ver figura abaixo. A vazão é axial e na direção do rotor. O fluido é transportado entre os flancos de um fuso, a depressão do outro e a carcaça. O movimento de rotação do fuso empurra o fluido uniformemente até a saída no final do eixo, sem variação volumétrica.



*Figura 6 Bomba de parafuso*

(Fonte: (2022). <https://guide.directindustry.com/pt/que-bomba-hidraulica-escolher>)

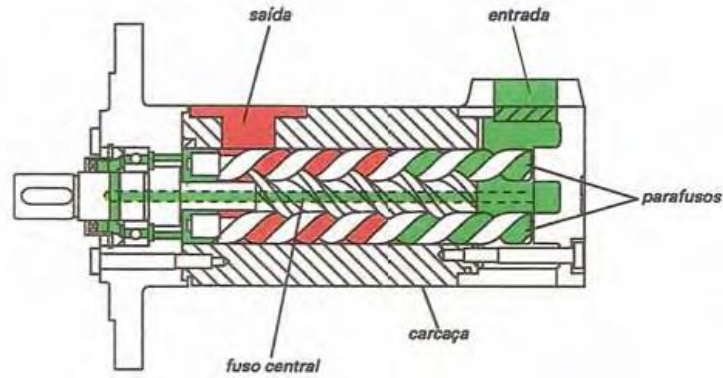


Figura 7 Corte de Bomba de parafuso

(Fonte: AZEVEDO. (2009). Projeto e construção de uma bomba de pistões axiais. *Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá*)

### Aplicação

São utilizadas para bombear líquidos viscosos a alta pressão, como petróleo bruto.

## 2.8 Bombas de pistão

As denominadas axiais funcionam com base no movimento retilíneo alternativo dos pistões, nos cilindros do bloco. Tal movimento consiste na constante pressão em cima do pistão de modo que ele seja empurrado para fora do cilindro, através do ângulo de placa angulavel (que pode ser fixo e variável), enchendo o cilindro de fluido, que mais tarde, será pressurizado, quando o movimento rotativo da bomba empurrar o pistão, novamente, para dentro do cilindro.

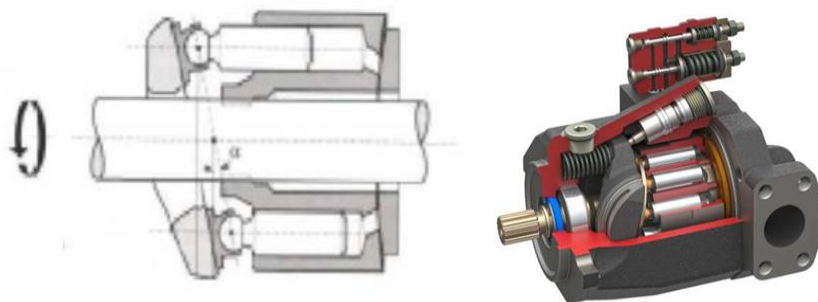


Figura 8 Esquema de uma bomba de pistões axiais de vazão variável.

Figura 9 Bomba de pistões axiais de vazão variável

(Fonte: (2022). <https://guide.directindustry.com/pt/que-bomba-hidraulica-escolher>)

(Fonte: COSTA, J. (2014). Projeto e desenvolvimento de uma central hidraulica servo accionada . *Dissertação de Mestrado– Universidade do Minho, Faculdade de Engenharia*)

Nos modelos com placa inclinada, os pistões rotativos são mantidos em contacto com a placa, sendo o ângulo desta que determina o curso do pistão.

Nas bombas de eixo inclinado, a cilindrada depende do ângulo de rotação: os pistões deslocam-se no interior dos cilindros quando o eixo gira.

A bomba de pistão axial conta com um design variável e possui maior eficiência volumétrica, além de boa capacidade de pressão. Estes equipamentos funcionam bem com pressões de até 350 bar; contudo, são considerados equipamentos sensíveis à contaminação por óleo e são muito caras.

### **Aplicação**

Máquinas de aplicação móvel como escavadoras, carregadeiras, do tipo pás e tratores também utilizam bombas de pistões variáveis.

São, igualmente, utilizadas em equipamentos móveis e de construção, em máquinas de conformação e estampagem de metais, em máquinas-ferramentas e em equipamentos para campos petrolíferos.

Algumas bombas de pistão são também usadas no transporte de petróleo e de gás natural a alta pressão em oleodutos e gasodutos, respetivamente.



*Figura 10 Aplicação das bombas hidráulicas*

(Fonte: (2022) <https://ousterhydraulic.en.made-in-china.com/product/mvkJPNQIIxao/China-Kawasaki-Excavator-Hydraulic-Pump-Spare-Parts-for-K3V63-K3V112-K3V140-K3V180dt.html>)

## Vantagens e Desvantagens dos principais tipos de bomba

Tipo de Bomba	Vantagens	Desvantagens
Bombas de Palhetas	<p>Suas principais vantagens são alto nível de confiabilidade e simplicidade de operação.</p> <p>Apresenta uma maior capacidade de pressão em relação às bombas de engrenagens, já que operam em pressões de até 180 bar.</p> <p>A sua eficiência volumétrica é, geralmente, superior à das bombas de engrenagens.</p> <p>Produzem menos ruído mesmo a velocidades elevadas (até 3 000 rpm).</p> <p>Podem ser de cilindrada fixa ou variável.</p> <p>No caso das bombas de cilindrada variável, é possível reduzir o caudal, se necessário, e assim diminuir o consumo de energia.</p>	<p>São mais caras do que as bombas de engrenagens (mas mais baratas do que as bombas de pistão).</p> <p>São frágeis, pois as palhetas estão sujeitas a esforços de flexão devido à pressão de descarga.</p>
Bombas de engrenagens	<p>O seu preço é acessível.</p> <p>Têm cilindradas fixas. Garantem um caudal constante.</p> <p>As bombas de engrenagem interna têm um funcionamento muito silencioso.</p> <p>Devido ao baixo custo, grande tolerância aos contaminantes do fluído e fácil manutenção, este tipo de bombas são das mais comuns.</p>	<p>As principais desvantagens de um modelo de bomba de engrenagem é que esta máquina possui capacidade limitada de pressão, gerando resultados desequilibrados em grandes cargas dos rolamentos e apoios, podem provocar muitos ruídos porque trabalham em deslocamento constante. Apresentam uma eficiência mecânica relativamente baixa</p>

Tipo de Bomba	Vantagens	Desvantagens
Bombas de parafuso	São adequadas para altas pressões (3000 psi). O bombeamento é relativamente silencioso e gera poucos impulsos de pressão.	São pouco eficientes. Têm um preço elevado.

*Tabela 1 Vantagens e Desvantagens dos principais tipos de bombas*

(Fonte: (2022). <https://guide.directindustry.com/pt/que-bomba-hidraulica-escolher>)

Propriedades	Tipo de bomba			
	Pistões	Engrenagens internas	Engrenagens externas	Palhetas
Pressão máxima de trabalho	700 bar	315 bar	280 bar	210 bar
Gama de velocidades	Elevada	Elevada	Média	Baixa
Densidade de potência	Elevada	Média	Média	Baixa
Eficiência total	91%	90%	85%	85%
Tolerância à Contaminação do fluido	Baixa	Alta	Alta	Média
Nível de ruído	70 dB	65 dB	75 dB	70 dB
Manutenção	Difícil	Médio	Fácil	Fácil
Custo	Elevado	Médio	Baixo	Baixo

*Tabela 2 Comparação das propriedades principais dos diferentes tipos de bomba hidráulicas*

(Fonte: COSTA, J. (2014). Projeto e desenvolvimento de uma central hidraulica servo accionada . *Dissertação de Mestrado– Universidade do Minho, Faculdade de Engenharia*)

## 2.9 Importância Bombas de pistão de vazão variável

A bomba de deslocamento variável pode alterar a quantidade de descarga. As bombas de deslocamento variável descarregam um grande fluxo quando a pressão de carga é baixa, controlando a pressão e o fluxo usando um regulador e ajustadas para um fluxo baixo quando a pressão de carga é alta para evitar a paragem do motor.

Portanto, no ciclo de trabalho da escavadora hidráulica, enquanto em cargas leves, a quantidade de fluxo é aumentada e acelera, enquanto em cargas pesadas, o fluxo de carga é diminuído e desacelerado, utilizando a potência do motor (pressão x vazão) de forma eficaz.

$$\text{Potência} = \text{Pressão} \times \text{Vazão} \quad (1)$$

$$\text{Potência [ kW ]} = \frac{\text{Pressão [ MPa ]} \times \text{Vazão [ litros ]}}{3600} \quad (2)$$

Por exemplo, uma escavadora trabalhando:

Durante o posicionamento da máquina - Quanto maior for o ângulo da placa oscilante teta, maior será o fluxo de saída, para uma operação mais rápida. Durante a Escavação - Quanto menor o ângulo da placa angulável (theta  $\theta$ ), menor será o fluxo de saída, para maior poder de escavação. (HITACHI, 2013)

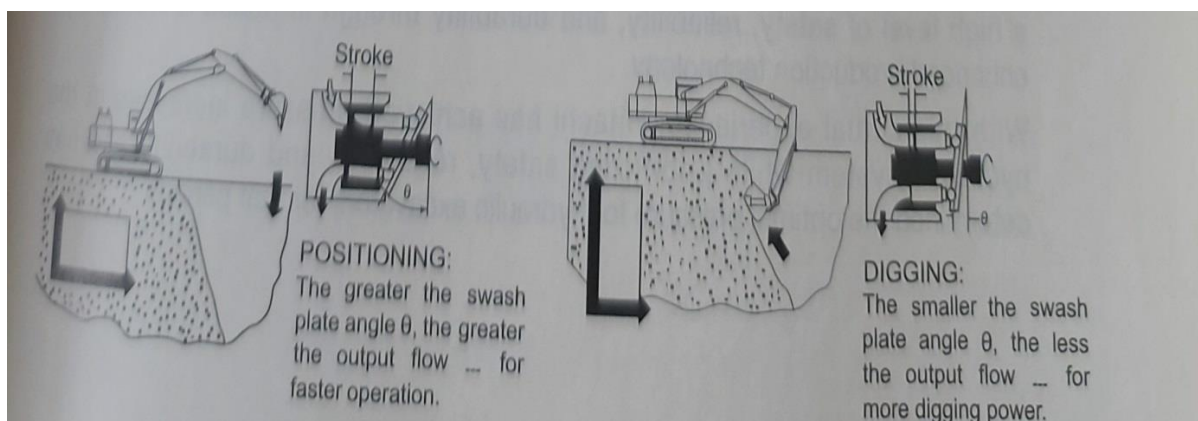


Figura 11 Posicionamento x Escavação

(Fonte: HITACHI. (2013). *Sales Handbook.Hitachi Construction Machinery Co.,Ltd*)

## DESLOCAMENTO FIXO

A primeira é predominantemente de deslocamento fixo, ou seja, com vazão sempre constante. Ela pressuriza o óleo hidráulico com força que varia de acordo com a velocidade do motor, sendo que o único modo de manter a alta pressão é utilizar o motor em plena potência. Normalmente, esse tipo de bomba é utilizado em circuitos mais simples, sem variação de vazão, como guindastes e basculantes.

A vantagem é o custo menor e a simplicidade de aplicação nos circuitos e robustez.

1. Quando uma bomba variável é usada, a pressão fornece maior potência para a área B. O deslocamento pode fornecer aumento de velocidade na área C.
2. Se o mesmo desempenho fosse obtido ao usar uma bomba de deslocamento fixo, seria necessário um motor com muita potência. (HITACHI, 2013)

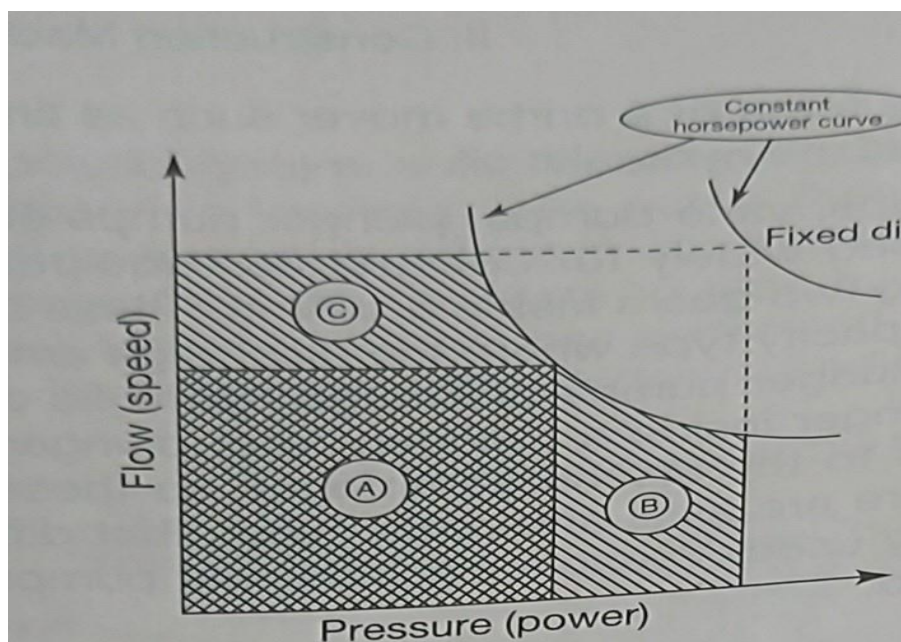


Gráfico 2 Vazão x Pressão

(Fonte: HITACHI. (2013). *Sales Handbook.Hitachi Construction Machinery Co.,Ltd*)



# CAPITULO III

## 3 Contextualização

### 3.1 Apresentação da Empresa



*Figura 12 Logotipo da empresa de estagio*

(Fonte: (2022). MOVICORTES MOÇAMBIQUE, LDA)

MOVICORTES MOÇAMBIQUE – EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS, LDA.

| GRUPO MOVICORTES

Fundada em 1981 em Portugal, teve como inicio de suas actividades em Moçambique no ano de 2013.

É especializada no sector dos equipamentos de construção e obras públicas, manutenção de máquinas industriais e na venda e no pós-venda dos equipamentos. A Movicortes Moçambique com uma vasta experiência no sector é uma empresa qualificada e integra o Grupo MOVICORTES S.A., com actividade em Portugal, Angola e Moçambique.

As instalações da Movicortes Moçambique estão localizadas na Av. Samora Machel (EN4) n° 470 – Cidade da Matola – Maputo.

Marcas que representa:

HITACHI -Infraestruturas e Movimentação de Terras ; Mineração e Demolição

Conhecida pela sua qualidade, inovação e tecnologia, a Hitachi é uma marca de referência no mercado, com uma gama completa de mini-escavadoras, escavadoras de rastos, pás carregadoras e guias de rastos.

HAMM - Infraestruturas e Movimentação de Terras ; Estradas e Pavimentos

NPK - Mineração e Demolição

FIORI – Infraestruturas ; Movimentação de Terras

MANITOU - Empilhadeiras



Figura 13 Marcas representadas

(Fonte: (2022). MOVICORTES MOÇAMBIQUE, LDA)

### 3.1.1 Os Sectores da Movicortes-Moçambique

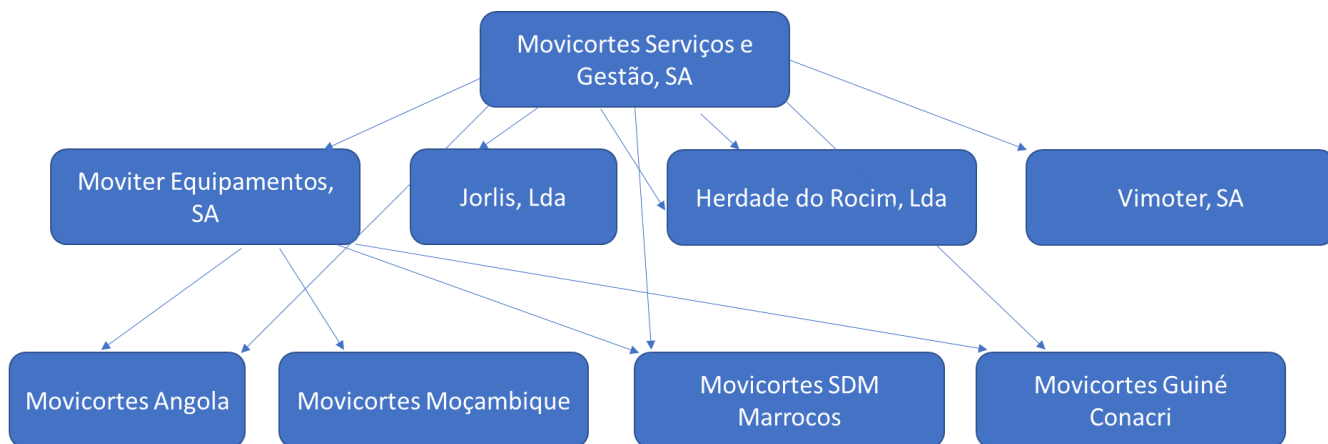


Figura 14 Organograma da empresa

(Fonte: (2022). MOVICORTES MOÇAMBIQUE, LDA)

### MOVICORTES MOÇAMBIQUE, LDA.

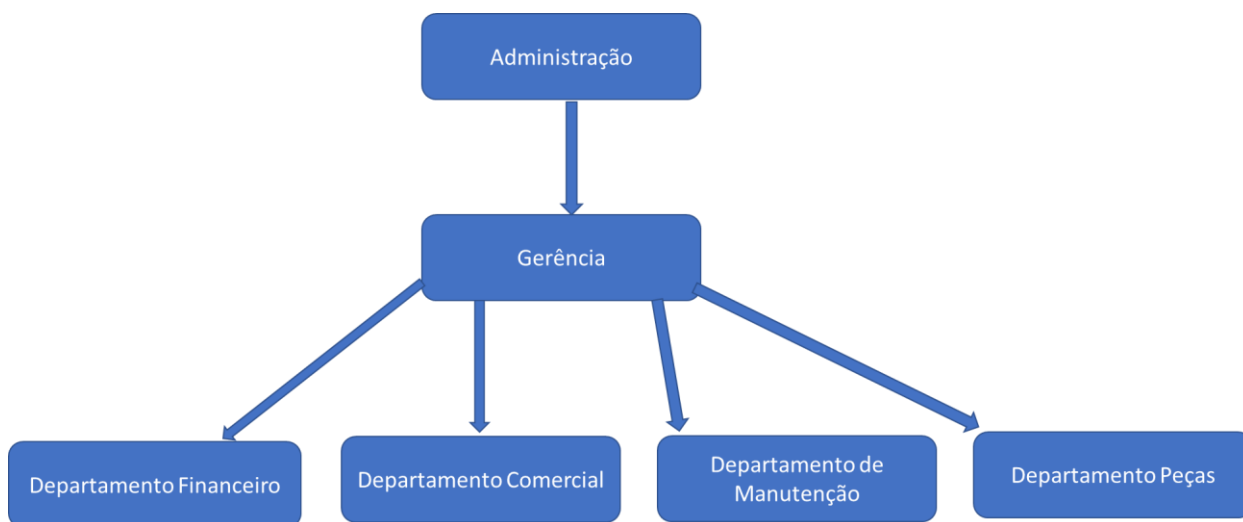


Figura 15 Departamentos da empresa

(Fonte: (2022). MOVICORTES MOÇAMBIQUE, LDA)

## 3.2 Considerações gerais

Neste capítulo do projeto será feito um aprofundamento sobre as características e constituintes principais da bomba hidráulica de pistões e descrição de seu funcionamento. Haverá referência a alguns problemas frequentes da bomba e análise da avaria mais persistente da bomba hidráulica e suas consequências com objetivo de determinar o impacto/prejuízos da avaria para as máquinas industriais (cliente).

## 3.3 Custo de Propriedade

Os usuários da máquina devem equilibrar produtividade e custos para atingir o desempenho ideal, ou seja, atingir a produção desejada com o menor custo possível. A abordagem mais usada para medir o desempenho da máquina é esta equação simples:

$$\frac{\text{Menor custo horário possível}}{\text{Maior produtividade horária possível}} = \text{Desempenho superior da máquina}$$

## 3.4 Custos fixos

O desembolso (valor económico) para aquisição e funcionamento de máquinas é um item importante para assegurar um contrato de um projeto, com o aumento da mecanização e a adoção de unidades maiores e mais eficientes, essa participação está aumentando, e o cálculo preciso dos gastos com máquinas tornou-se extremamente importante. O sucesso ou fracasso de um contrato de construção depende virtualmente da precisão com que os custos são estimados. (HITACHI, 2013)

## 3.5 Quais as características das bombas hidráulicas K3V112DT

As bombas hidráulicas devem ser escolhidas em função das seguintes características:

- A pressão nominal ( $\Delta P$ ): 320 bar, indicada em bar.
- A pressão máxima ( $\Delta P$ ): 350 bar, indicada em bar.
- Vazão (Q): 2x115 l/min, que é indicado em l/min.
- A cilindrada: 2x55 cm<sup>3</sup>/revolução, indicada em cm<sup>3</sup>. Trata-se do volume de fluido bombeado por ciclo.
- A velocidade de rotação: 3000 rpm (N), indicada em rpm.
- A potência: 70 Kw (Pot), indicada em kW.
- A eficiência, ou rendimento. Corresponde à energia útil da bomba após as perdas devidas = 95%
- Viscosidade do óleo Sae 20 :  $\mu \leq 9.2 \text{ mm}^2/\text{s}$

- Nível de limpeza requerido: Alto
- Tipo de óleo / fluído = Fluído hidráulico anti-desgaste AW
- Ciclo de trabalho = 6 horas por dia
- Temperatura de operação = 20°~ 95°C
- Intervalo de viscosidade do óleo = 10 ~ 200 cSt ( em funcionamento )
- Capacidade da carcaça da bomba = 2 Litros
- Peso: 125 Kg
- Torque Máximo de entrada: 319 Nm

Cálculo da potência de uma bomba hidráulica:

$$Potência [ kW ] = \frac{Pressão [ MP_a ] \times Vazão [ litros ]}{3600} \quad (3)$$

$$Potência [ kW ] = \frac{Pressão (bar) \times Vazão (l/min)}{600} \quad (4)$$

$$Potência [ kW ] = \frac{115 (l/min) \times 350 (bar)}{600}$$

$$Potência = 67.08 kW = 67 kW \approx 70 kW$$

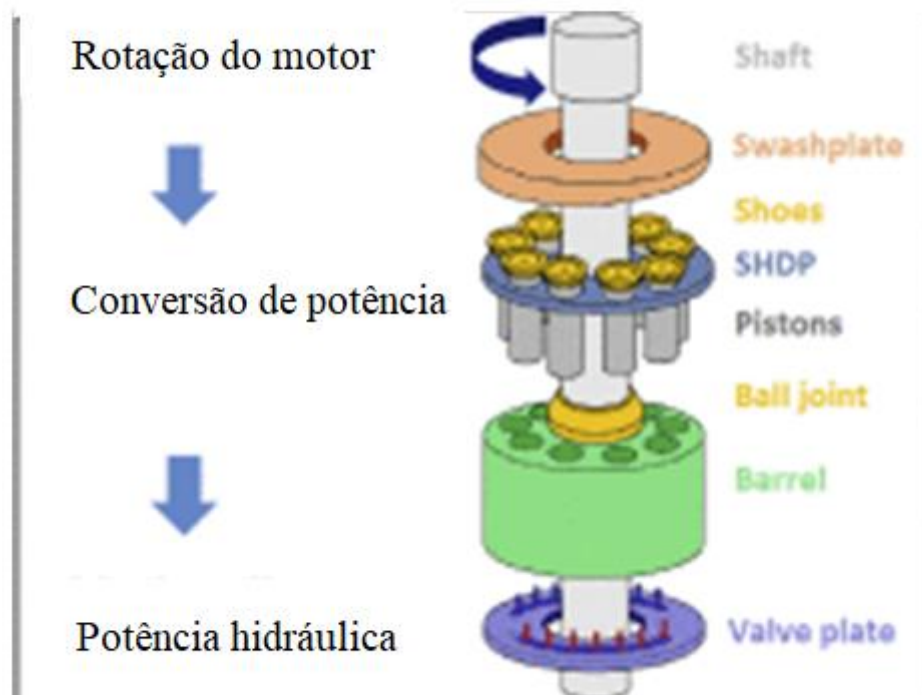
### 3.6 Introdução da bomba K3V112DT



*Figura 16 Bomba K3V112DT*

(Fonte: Autor)

A bomba hidráulica é acionada pela força de um motor principal, como um motor e o dispositivo que descarrega o óleo hidráulico pressurizado.



*Figura 17 Conjunto rotativo*

(Fonte: (2018). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301679X18302354>)



*Figura 18 Escavadora de rastros*

(Fonte: (2016). Capitulumanutencao\_ZX130-6 a ZX350-6.pdf)

### 3.6.1 Características

- Bom comportamento de sucção, fácil basculamento de óleo a partir do prato leve e pequenas dimensões.
- Baixo ruído.
- Tempos curtos de regulação (nos variadores, reguladores).
- Bomba hidráulica permite movimento tais como escavação, derivação, Abre-Lança, movimentos do braço.

### 3.6.2 Constituição

- Fazem parte do conjunto fixo

Carcaça da bomba.

Pórticos de entrada e saída.

Dreno da bomba faz se o alívio dentro da carcaça internamente, o dreno elimina as fugas internas.

Mola e servo-pistão na parte da compensação do prato, inclinação do plano.

- Outros componentes:

Bomba de pilotagem e uma bomba auxiliar que ajuda no controle da pressão nas bombas principais (caso a pressão aumente) .

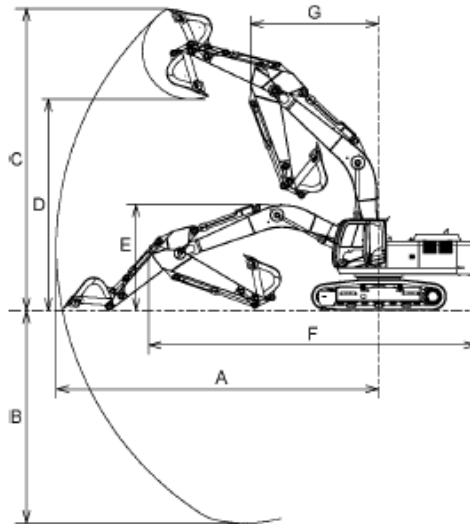
Válvula de controle da pressão. Esta conectada a corrente elétrica (automático)

Se há muita pressão esta se abre. Se há pouca pressão esta se fecha.

Parafuso – comprime ou descomprime a mola. Aperta-se ou Desaperta-se

Pressão nominal da bomba e de 320 bar

Abaixo de 250 bar verifica se uma situação problemática .A maquina torna se lenta , maquina sem pressão suficiente, não realiza trabalho.



*Figura 19 Diversos movimentos da lança de uma escavadora de rastos*

(Fonte: HITACHI. (2013). *Sales Handbook.Hitachi Construction Machinery Co.,Ltd*)

### 3.7 O controlador da bomba

Na devolução de óleo para o sistema, parte de pressão, esta conectada a um sinal com o controlador.

O controlador esta em comunicação com o servo pistão que vai fazer o seguinte:

O prato estará inclinado em função do movimento da mola

Vai se regular, por exemplo, em 300 bar quando a pressão é atingida, comunica ao servo pistão, que libera o óleo, alivia a mola do compensador, para alimentar o pistão inferior e comunica a mola do prato, para reduzir o angulo do prato da bomba.

A mola tem um coeficiente  $k$ , quando a mola e activada, ha centragem do prato, executando a função de centragem e compensação do prato.

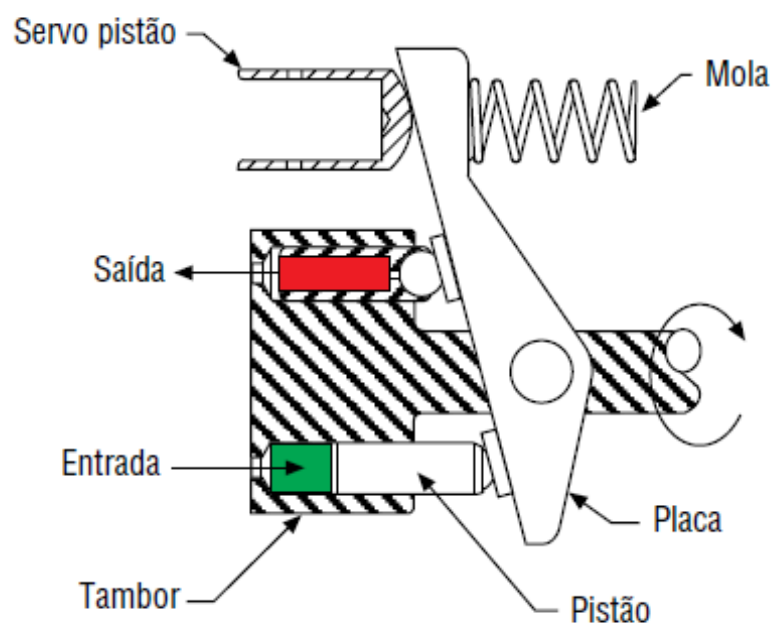
Numa válvula de controle de pressão, a pressão da mola e usualmente controlada pela regulagem de um parafuso que comprime ou descomprime a mola.

### 3.8 Válvula reguladora de pressão

A válvula reguladora de pressão exerce uma função preventiva devido aos picos de pressão causados pelos atuadores e pelas mudanças súbitas de caudal.

A regulação desta válvula é crítica, uma vez que, quando regulada para uma pressão demasiado baixa ou muito próxima da pressão de trabalho, a bomba estará continuamente a trabalhar para compensar a perda de fluxo na válvula. Quando regulada para uma pressão demasiado alta, podem ser observados picos de pressão indesejáveis no circuito.

A bomba só fornece o caudal necessário para os atuadores. Se a pressão de saída exceder a pressão de regulação, controlada pela válvula, a bomba regula a placa de deslizamento para que seja fornecido um caudal menor. Devido as servo válvulas incorporadas, estas bombas são muito sensíveis a contaminantes do fluído.



*Figura 20 Servo pistão e Mola*

(Fonte: PARKER. (2001). *Tecnologia hidráulica Industrial*)

Estes reguladores tem a capacidade de ajustar algumas propriedades físicas tais como: Vazão (Q), Pressão (P), Corrente elétrica (I) e Voltagem (V).





*Figura 21 Corte parcial de uma bomba hidráulica de pistões*

(Fonte: (2022). <https://guide.directindustry.com/pt/que-bomba-hidraulica-escolher>)

### 3.9 Descrição do funcionamento

1. Quando o pistão passa por uma abertura de admissão, ele é puxado para trás pela placa angulável.
2. O fluido é então succionado pelo vácuo parcial, criado pelo movimento do pistão.
3. A medida que os pistões são empurrados em direção a placa de admissão e descarga, o fluído é forçado contra a abertura de descarga da placa.
4. A quantidade de fluxo e determinada pelo diâmetro do pistão, pelo numero de pistões e principalmente o ângulo da placa angulável.

### 3.10 Partes constituintes / Descrição do mecanismo interno

#### ➤ Parte rotativa da bomba

<p>Placa angulável</p>	<p>O ângulo da placa angulável define o comprimento do alcance/tempo de pistões, que determina a vazão volumétrica/Deslocamento.</p> <p>É a peça responsável por deslizar conforme o movimento de avanço e retorno dos pistões, quanto maior o ângulo formado por essa placa, maior será a vazão da bomba</p>
------------------------	---

Pistões	<p>O deslocamento, o fluxo e a pressão determinam a velocidade de saída e o torque do motor.</p> <p>São os eixos conectados ao tambor, responsáveis por succionar e expulsar o óleo</p>
Interface de Pistão e Sapata	<p>Onde a parte superior do pistão é fixada</p>
O Tambor Ou Bloco Dos Pistões	<p>Direcciona os pistões durante a operação do motor</p> <p>Pórticos projetados em conjunto com a placa do distribuidor, garantem a operação suave do motor.</p> <p>É a peça que assenta os pistões, responsável por girar, e consequentemente transmitir o giro aos pistões</p>
Placa de pressão/ Placa com orifícios	<p>- Zona de Baixa Pressão</p> <p>placa onde existem 2 rasgos, de admissão e de escape. São esses rasgos que tornam possíveis o avanço e o retorno dos pistões</p>

*Tabela 3 Partes constituintes / Descrição do mecanismo interno*

(Fonte: Autor)

### 3.10.1 Bomba hidráulica dupla

Escavadora Doosan

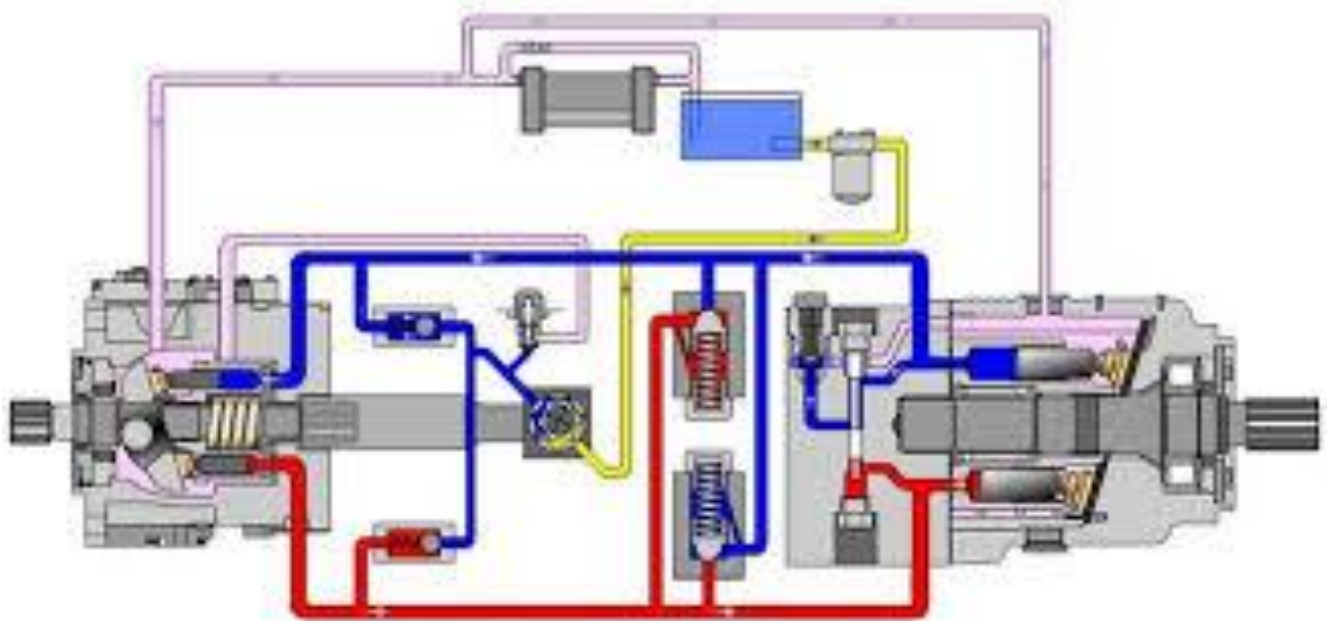
Bomba Kawasaki

2 bombas ligadas

1 para rastros

1 para parte hidráulica

Reguladores parte superior da bomba



*Figura 22 Bomba Hidráulica dupla*

(Fonte: (2022) <https://ousterhydraulic.en.made-in-china.com/product/mvkJPNQIIxao/China-Kawasaki-Excavator-Hydraulic-Pump-Spare-Parts-for-K3V63-K3V112-K3V140-K3V180dt.html>)

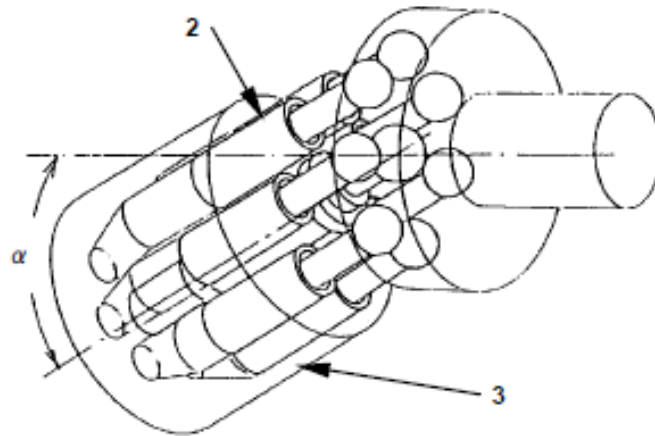
Legenda:

Linha vermelha- sistema de alta pressão

Linha azul- sistema de baixa pressão

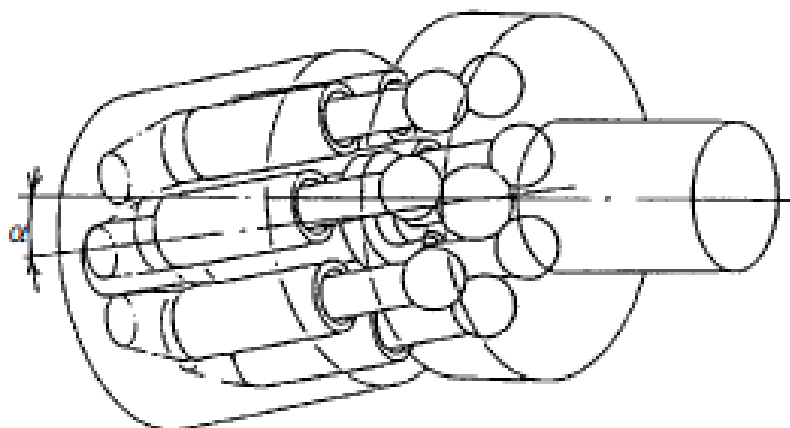
Linha amarela-sistema de alimentação

Linha cor de rosa- retorno da bomba



*Figura 23 Angulação máxima*

(Fonte: HITACHI. (2013). *Sales Handbook.Hitachi Construction Machinery Co.,Ltd*)



*Figura 24 Angulação mínima*

(Fonte: HITACHI. (2013). *Sales Handbook.Hitachi Construction Machinery Co.,Ltd*)

Angulação máxima para esta bomba hidráulica é de 20 graus (20°)

### 3.11 Problemas frequentes da bomba hidráulica na empresa

- Desgaste de placa de pressão e tambor dos pistões
- Desgaste de pistões
- Rolamentos gripados (a bomba fica presa e não roda por dentro)
- Fugas, vedantes danificados, o-rings ressequidos.
- Veio partido

### 3.12 Típicos fatores de Contaminação na vida útil dos componentes

Estudos mostram que 70% dos componentes hidráulicos substituição e necessária devido à degradação, e a maior parte devido ao desgaste mecânico. (DONALDSON, 2007)

- 65% de degradação da superfície/ desgaste mecânico de: Abrasão, Fadiga, Adesão
- 20% corrosão
- 7,5% acidentes
- 7.5% obsolescência

### 3.13 Identificação técnica dos problemas

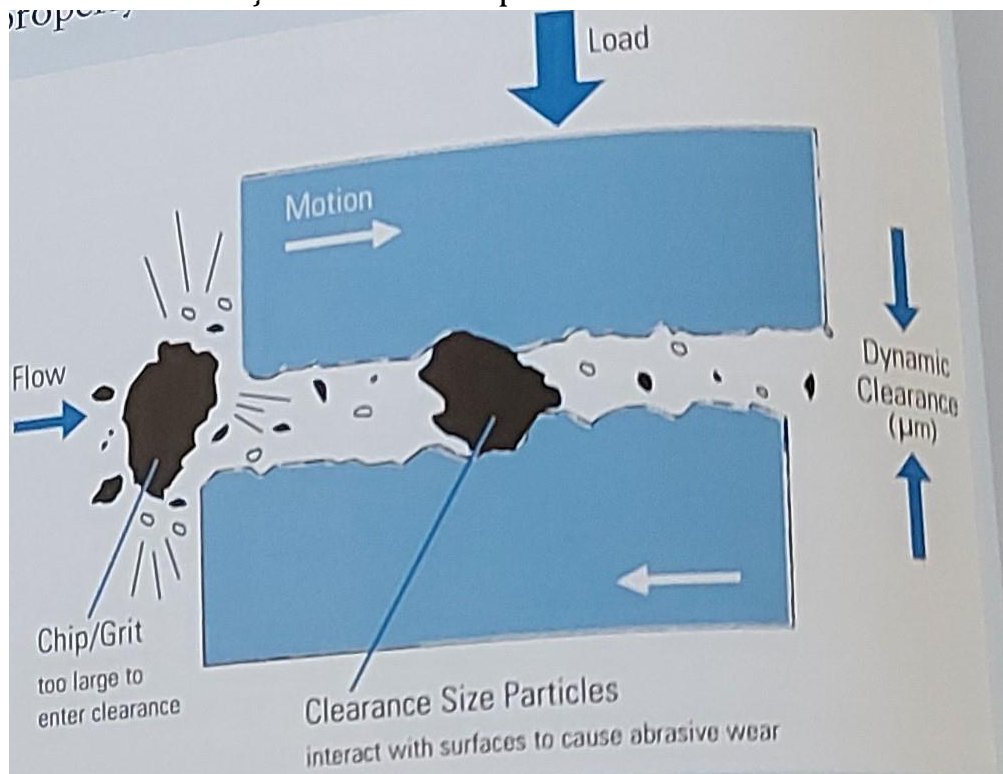


Figura 25 Processo de desgaste

(Fonte: DONALDSON. (2007). *Hydraulic Catalogue, Hydraulic Filters and Acessories*)

### 3.13.1 Problema da Contaminação

À medida que a sofisticação dos sistemas hidráulicos aumenta a necessidade por um processo de filtração confiável torna-se cada vez mais crítica.

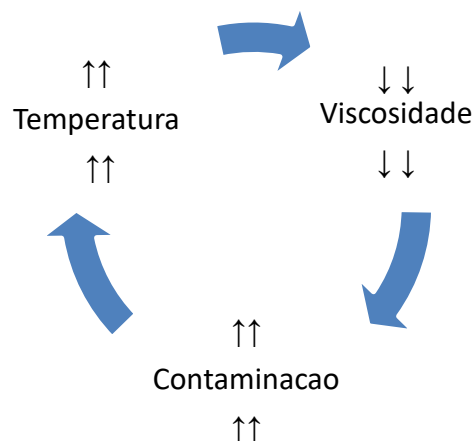
Quando a bomba esta em funcionamento há um movimento retilíneo alternativo dos pistões no tambor, este movimento faz com que o óleo entre o pistão e o prato de pressão esteja sobre alta pressão e se uma partícula (poeiras, limalhas) se alojar entre o tambor e o prato irá se desenvolver um desgaste abrasivo, criando pequenas ranhuras no prato que provocara o deslocamento de algumas limalhas pelo sistema hidráulico.

O óleo hidráulico à alta pressão ira escapar através das pequenas ranhuras criadas no prato e ficara retido na carcaça da bomba, criando perdas de pressão e consequentemente perda de potencia baixando a eficiência da bomba ou mesmo perda da capacidade de realizar trabalho.

A contaminação tem influencia prejudicial na viscosidade e temperatura de trabalho do fluído. Como consequência ocorre o envelhecimento do fluido e oxidação resultando na perda das características físico-químicas.

A relação entre Temperatura a Viscosidade a Contaminação:

Os três elementos estão relacionados: aumento a temperatura diminuindo a viscosidade o contato entre as partes metálicas aumenta se aumenta o contato aumenta a contaminação começo a sofrer abrasão de material atrito por e contato, aumenta a temperatura cada vez mais porque tenho mais filmes de óleo sendo quebrados e atrito sendo gerado e aumenta a temperatura.



*Figura 26 A relação entre Temperatura a Viscosidade e a Contaminação*

(Fonte: Autor)

### 3.13.2 Tipos de contaminação

Existem muitos tipos de contaminação que podem estar presentes em fluidos hidráulicos, causando diversos problemas. De entre eles:

Partículas de 10-100  $\mu\text{m}$  (mícrons): poeira, sedimentos, areia, ferrugem, fibras, água, ar (cavitação), oxidação e outros produtos da corrosão

Partículas sólidas em suspensão, que não são retidas nos filtros ou entupimento do filtro.

### 3.13.3 Fugas na carcaça da bomba

Este problema impossibilita que fluido realize trabalho pretendido. Ele provoca perda de pressão da bomba.

Fugas no conjunto rotativo: fugas aumentam quando a contaminação aumenta contaminação origina o aumento das folgas por abrasão internamente. Detectaram-se limalhas de bronze na carcaça da bomba.

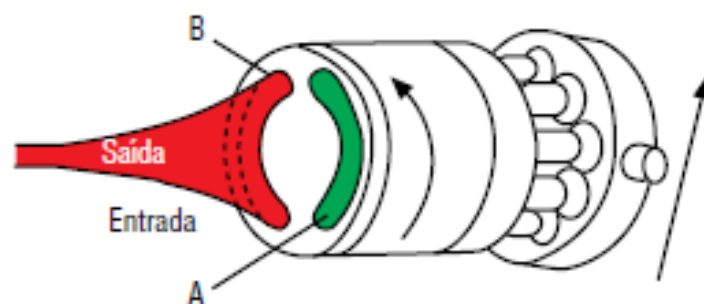
### 3.13.4 Perda de pressão originada pelo espelho \baixo rendimento

Desgaste irregular no espelho provoca o baixo rendimento

#### Como a placa de pressão afecta a perda de pressão?

A placa de pressão com sulcos faz a bomba perder vazão, pois a face que funciona em contacto com o tambor dos pistões trabalha deslizando na placa de pressão.

A placa de pressão fica fixa e a mesma é feita de orifícios (abertura) que estão conectados com a linha de sucção e outros com a linha de pressão.



*Figura 27 Orifícios de entrada e saída da placa de pressão*

(Fonte: PARKER. (2001). *Tecnologia hidráulica Industrial*)

Se um dos pistões do conjunto, carregando óleo succionado de um orifícios (abertura) de sucção (pressão baixa) é comprimido em função da angulação da placa de deslizamento, até encontrar o orifícios(abertura) de pressão.

Se nesse trajecto a placa possuir riscos profundos (tipo sulcos), parte desse óleo que está sendo pressurizado terá a tendência de escapar pelo sulco e ficara retido na carcaça, em vez de ser pressurizado para dentro do pistão e seguir para o sistema.

Então, parte do deslocamento volumétrico em vez de seguir para a linha de pressão da bomba, escapa para carcaça.

A bomba em uma rotação completa do conjunto, o deslocamento volumétrico será menor que a capacidade nominal afetando o desempenho (perda de pressão).

Como:

A vazão fornecida por uma bomba de pistões é dado por:

$$Q_d = V_{l_{deslocado}} \times n \text{ (rotação)} \quad (5)$$

$$Q_d = (A_p \times L) \times n \text{ (rotação)} \quad (6)$$

$$Q_d = \left( \frac{\pi}{4} \times (d_p)^2 \right) \times L \times Z_{pistões} \times n \text{ (rotação)} \quad (7)$$

Onde:

Qd : Vazão nominal

VI deslocado = Volume de líquido deslocado

Ap : Área do pistão

L: Curso do pistão

rot.: Rotação da bomba

dp: Diâmetro do corpo do pistão

d: Raio de giro da bomba

Zpi: Número de Pistões

Dimensões em milímetros

Se o volume deslocado diminui, diminui também a vazão.



# CAPITULO IV

## 4 Apresentação e discussão dos resultados

Nesta fase do projeto identifica-se o componente mais sensível da bomba e verifica-se que solução tem sido usada pela empresa.

### 4.1 Identificação do componente mais sensível

Considera-se que o efeito crítico nas placas de pressão são as tensões de contacto e desgaste mecânico molecular devido aos seguintes efeitos:

- Tensões de contacto: criam sulcos que provocam a acumulação e fugas de óleo.
- Desgaste mecânico molecular: causam gripagem e adesão das superfícies de bronze e aço da bomba



*Figura 28 Riscos na placa de pressão ao longo da parte interna da superfície.*

(Fonte: Autor)

Os factores que afetam os níveis de limpeza em um sistema hidráulico são:

- Desgaste abrasivo no espaço entre as superfícies móveis adjacentes de componentes
  - Desgaste erosivo nas bordas dos componentes ou mudanças de direção onde há alta velocidade do fluido.
  - Desgaste por fadiga por partículas presas entre as superfícies móveis .
- (DONALDSON, 2007)

## 4.2 Procedimento Anterior

Na reparação de bombas hidráulicas houve as seguintes actividades:

- Troca de o-rings
- Polir o espelho e tambor dos pistões por cima de um plano com uma lixa fina e grossa
- Mudança de vedantes e o-rings em geral (todos) para evitar alguma fuga.
- Verificar se há algum canal interrompido ou obstruído



*Figura 29 Constituintes da bomba*

*(Fonte: Autor)*



*Figura 30 Bomba montada*

*(Fonte: Autor)*



*Figura 31 Placa de pressão inserida na bomba hidráulica*

(Fonte: KAWASAKI. (2004). *K3V112DT Instruction Manual*)

#### 4.2.1 Em casos ligeiros de danos

Lixar a placa de pressão da bomba, lixa grossa e lixa fina Tambor dos pistões



*Figura 32 Placa de pressão danificada*

(Fonte: Autor)

Esta pratica em incorreta, pois elimina o problema temporariamente. Continuará a haverá partículas abrasivas entre as superfícies de contato.

O toleranciamento geométrico e de precisão não ira atingir os níveis de qualidade de fabrica (rugosidade baixa).

#### 4.2.2 Em casos extremos de danos

Recomenda-se substituição do conjunto rotativo da bomba

Detecta se uma lacuna, pois partes constituintes encontram se em bom estado, no entanto são substituídas tornando dispendiosa (em termos económicos) a sua obtenção.

# CAPITULO IV

## 5 Resolução do problema

A solução prevista é tornar mais resistente a placa de pressão.

### LIGAS METÁLICAS NÃO-FERROSAS

Usadas em geral para:

- Resistência à corrosão
- Resistência ao desgaste
- Peso reduzido (algumas ligas)
- Resistência a altas temperaturas
- Boas resistência e rigidez específicas

#### 5.1 Proposta das soluções possíveis

Troca de material: Revestimento da superfície com um material resistente ao desgaste

#### Escolha de possíveis soluções

- Carboneto de Tungstênio (WC)
- Cerâmica (Alumina ( $Al_2O_3$ )/ Zircônia( $ZrO_2$ ) / Nitreto de Silício ( $Si_3N_4$ ) /Carboneto de Silício (SiC)
- Cromo duro
- Carboneto de cromo  $Cr_3C_2$

## Análise de possíveis soluções

Possível solução	Desvantagem de possível solução	Vantagem do Carboneto de cromo
Carboneto de Tungstênio	Elevado custo econômico, menos resistente a altas temperaturas	Baixo custo e resistente a altas temperaturas
Cerâmica	Quebradiço e porosidade acentuada	Não quebradiço e baixa porosidade
Cromo duro	Baixa resistência a corrosão e a oxidação	Alta Resistencia a corrosão e a oxidação

*Tabela 4 Vantagem do Carboneto de cromo*

Escolhe-se o Carboneto de cromo.

Composição química:

Carbono (C): 3-5%

Cromo (Cr): 25-40%

O carboneto de cromo é recomendado para ambientes que necessitam resistir ao desgaste abrasivo em temperaturas elevadas, erosão e cavitação.

O carboneto de Cromo é um revestimento que possui uma matriz de Níquel Cromo que promove excelente resistência à corrosão e à oxidação mesmo em altas temperaturas, aumentando consideravelmente a vida útil de peças que trabalham nessas condições.

O carboneto de cromo tem sua utilização em componentes de bombas, hastes hidráulicas e tubos de caldeiras. (DENARDI, 2020)

## 5.2 Especificação da solução final e Estimativa de custos

Desgaste - perda progressiva do material original de uma superfície devido: ao mecanismo de interação entre uma superfície e um fluido, ou líquido com ação impactante em conjunto partículas sólidas.

A influência da velocidade, partícula erosiva ou abrasiva e temperatura são importantes.

A dureza da partícula erodente que impacta a superfície influencia a taxa de desgaste.

Desgastes erosivo e abrasivo estão relacionados com a dureza. (BRITO, 2015)

Com base no contexto das propriedades mecânicas dos materiais em causa (Bronze e Carboneto de Cromo) podemos fazer as seguintes comparações:

Ensaio de Dureza e Propriedades dos materiais	<b>Bronze Industrial</b>	<b>Carboneto de Cromo</b>
Ensaio de dureza Brinell	200HB	700HB
Ensaio de dureza Vickers	290HV	1000HV
Ensaio de dureza Rockwell	28HRc	65HRc
Temperatura de trabalho	200°C	800°C
Densidade	8.95 g/cm <sup>3</sup>	6.68 g/cm <sup>3</sup>
Resistência desgaste erosivo	Média	Elevada
Resistência ao desgaste por abrasão	Média	Elevada
Resistência a oxidação	Média	Elevada

*Figura 33 Comparação entre Bronze e Carboneto de Cromo*

Peças como válvulas de retenção são expostas a temperaturas elevadas e sofrem com oxidação e desgaste por abrasão. O revestimento de carboneto de cromo evita a formação de óxidos na superfície e incrementa a durabilidade do componente em mais de 500%. (RIJEZA, 2022)

A Aspersão Térmica Hipersônica é um dos processos de metalização disponível e sua sigla HVOF quer dizer (*High Velocity Oxygen Fuyel*). O processo consiste em aplicar partículas de ligas metálicas na forma de pó, em velocidades superiores a 1000 m/s.

Neste processo, o gás combustível é queimado com oxigênio a alta pressão, gerando um jato de exaustão de alta velocidade. Os produtos da combustão são liberados e se expandem através de um bocal, onde as velocidades do gás se tornam supersônicas. Ao introduzir pó no bocal, este é aquecido e projectado para a peça de trabalho, formando uma capa de revestimento. Como principais vantagens desde processo, destacam-se a sua elevada taxa de aderência, sua baixa taxa de porosidade e oxidação.

<b>Situação</b>	<b>Custo</b>	<b>Vida útil</b>	<b>n de reparações após 13 anos</b>	<b>Custo após 13 anos (aquisição e n de reparações)</b>
<b>Revestimento de Carboneto de Cromo</b>	150+1800+25+14= <b>1989 US\$</b>	16anos	0	<b>1989 US\$</b>
<b>Bomba nova</b>	<b>1800 US\$</b>	6,4 anos	2	1800+1000+1000= <b>3800 US\$</b>

*Tabela 5 Custo após 13 anos (aquisição e n de reparações)*

Observações:

Aquisição de um conjunto rotativo- 1000 US\$

Transporte (*Shipping*) da placa de pressão para Índia (Ida e Retorno)- 150 US\$

1 Kg de pó de revestimento de Carboneto de Cromo- 14 US\$

Processo de Aspersão Térmica Hipersônica na Índia- 25 US\$



Considerando:

10 000h de vida útil

260 dias de trabalho em 1 ano

6h de trabalho por dia

N.B: Considera-se que o revestimento aumente a vida útil da bomba em 250%

Tem se como base os 500% de durabilidade incrementada, porem admite-se a falha funcional de um eventual componente da bomba diferente da placa de pressão quando esta alcança metade da vida útil estimada por razões práticas de cálculo.

(Fonte: <https://www.indiamart.com/proddetail/carbide-coating-on-coated-gear-shaft-17460957562.html?pos=1&pla=n>)

(Fonte: <https://mydhl.express.dhl/mz/pt/shipment.html#/rate-and-quote#delivery-options>)

(Fonte: [www.madeinchina.com/productdirectory.do?word=Kawasaki+K3v112&file=&searchType=0&subaction=hunt&style=b&mode=and&code=0&comProvince=nolimit&order=0&isOpenCorrection=1&org=top](http://www.madeinchina.com/productdirectory.do?word=Kawasaki+K3v112&file=&searchType=0&subaction=hunt&style=b&mode=and&code=0&comProvince=nolimit&order=0&isOpenCorrection=1&org=top))

Tendo em conta os valores indicados para aquisição do novo equipamento em treze anos, na aquisição do material com revestimento de Carboneto de Cromo não é feita nenhuma reparação e existe uma redução 1811 US\$ =115 904 Mt

A percentagem de ganho será de 47%.

Situação	custo	Vida útil	n de reparações após 20 anos	Custo após 20 anos (aquisição e n de reparações)
<b>Revestimento de Carboneto de Cromo</b>	150+1800+25+11= <b>1986 US\$</b>	16anos	1	150+1000+25+14+1989= <b>3178 US\$</b>
<b>Bomba nova</b>	<b>1800 US\$</b>	6,4 anos	3	3800+1000= <b>4800 US\$</b>

*Tabela 6 Custo após 20 anos (aquisição e n de reparações)*

Tendo em conta os valores indicados para aquisição do novo equipamento em treze anos, na aquisição do material com revestimento de Carboneto de Cromo não é feita nenhuma reparação e existe uma redução 1622 US\$ =103 808 Mt

A percentagem de ganho será de 34%.

# CAPITULO VI

## 6 Conclusão

Tendo em vista todas as aplicações e o funcionamento da bomba de pistões axiais, esta tem potenciais significativos de actuação na Indústria, uma vez que ela carrega consigo as vantagens de economia de energia, custo-benefício e optimização, além do máximo desempenho e mínimo consumo de potência .

As bombas de caudal variável são fundamentais para a redução do consumo de energia, evitando perdas e minimizando a geração de calor na máquina industrial . Especialmente as bombas de pistões axiais são muito versáteis por possuírem uma grande variedade de dispositivos reguladores.

Outra grande vantagem deste tipo de bombas é o baixo nível de ruído mesmo em condições de utilização severas.

Pressão mais alta reduz a vida útil do componente, a menos que o nível de contaminação diminua de acordo.

A bomba de pistões tem uma faixa de pressão de trabalho mais elevada em relação a outros tipos de bombas hidráulicas. Os componentes mecânicos são de alta precisão em sua construção. Porém, essas pequenas folgas a torna menos propícia a suportar impurezas no sistema.

O componente mais sensível foi a placa de pressão pois verificou se sulcos e ranhuras . Houve desgaste significativo na placa de pressão e produtos da corrosão foram localizados na carcaça da bomba prejudicando o normal funcionamento do sistema hidráulico.

Pode-se concluir que a escolha do material mais viável é o Carboneto de Cromo que será usado como revestimento de 0,5 mm visto que as vantagens são:  
redução de tempo de reparações, aumento da vida útil, baixo custo, expressiva redução de custos de substituição de peças (no caso de usuários) e drástica redução de problemas por desgastes acelerados da placa de pressão.

## **7 Recomendações**

Como exigências de manutenção tarefas simples e essenciais incluem: inspeção constante do fluido (é essencial); A temperatura do fluido e a viscosidade (devem ser verificados); De forma a maximizar sua vida o tipo de fluido e a viscosidade do material sendo transferido, a vazão associada e a pressão de saída devem ser garantidos.

Recomenda-se a verificar a contaminação por água e ar no sistema. Contaminação ou condensação de água no tanque hidráulico devido a diferenças de temperatura com o exterior. E contaminação pelo ar pela tubagem hidráulica devido a danos nos tubos ou bomba mal sangrada.

A Manutenção do sistema hidráulico deve ser feita com substituição do óleo hidráulico e filtros hidráulicos (filtro do tanque a cada 2000 horas de trabalho, restantes filtros hidráulicos a cada 500 horas de trabalho).

## 8 Bibliografia

- AZEVEDO.** Projeto e construção de uma bomba de pistões axiais. *Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá.* 2009.
- COSTA, JORGE.** Projeto e desenvolvimento de uma central hidraulica servo accionada . *Dissertação de Mestrado– Universidade do Minho, Faculdade de Engenharia.* 2014.
- DENARDI, L.** [Online].[periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/91398](http://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/91398). 2020.
- DONALDSON.** *Hydraulic Catalogue, Hydraulic Filters and Acessories.* 2007.
- EXXON, MOBIL.** *Technical-resources-technical-topics-hydraulic-efficiency.* 2018.
- HITACHI.** *Sales Handbook.Hitachi Construction Machinery Co.,Ltd.* 2013.
- KAWASAKI.** *K3V112DT Instruction Manual.* 2004.
- LIMA, GUSTAVO.** *Componentes de um Sistema Hidráulico Parte I- Comandos eletrohidraulicos e eletropneumaticos.* 2014.
- PARKER.** *Tecnologia hidráulica Industrial.* 2001.
- RIJEZA.** [Online] [rijeza.com.br/revestimentos/carboneto-de-cromo](http://rijeza.com.br/revestimentos/carboneto-de-cromo). 2022.
- BRITO, LAIZ.** [Online]. [Cited: ]  
[https://mecanica.ufes.br/sites/engenhariamecanica.ufes.br/files/field/anexo/2015.1\\_-\\_laiz\\_brito.pdf](https://mecanica.ufes.br/sites/engenhariamecanica.ufes.br/files/field/anexo/2015.1_-_laiz_brito.pdf). 2015.
- [Online] [Citado: Setembro 06, 2021.] <https://guide.directindustry.com/pt/que-bomba-hidraulica-escolher>. 2022.
- [Online] [Citado: Outubro 29, 2021.] <https://revistamt.com.br/Materias/Exibir/a-importancia-do--sistema-hidraulico>. 2021.
- [Online] [Citado: Outubro 29, 2021.] <https://prezi.com/fb65rajstfzn/bomba-hidraulica-de-pistoes-axiais>. 2014.

## 9 Anexos

### Actividades Realizadas 1 - Reparação de Martelo Hidráulico Martelo Hidráulico



*Figura 34 Antes da montagem*

*Figura 35 Martelo Hidráulico sem carcaça*

(Fonte: Autor)



*Figura 36 Carcaça do martelo hidráulico*

*Figura 37 Após a montagem*

(Fonte: Autor)

Funcionamento do Martelo Hidráulico 2 tempos, trabalha com gás nitrogénio a pressão

<b>Problemas frequentes do martelo hidráulico</b>
Falta de gás, para potência do martelo
Veio ou pistão gripado
Cabeça gripada
Funcionamento lento
Vedantes ressequidos, fugas de óleo

*Tabela 7 Problemas frequentes do martelo hidráulico*

(Fonte: Autor)

## Actividades Realizadas 2 - Motor de 6 cilindros Potencia do motor 310 CV (231 Kw)

Motor muito tempo parado, com alguma ferrugem e agarrado



*Figura 38 Procedimento do motor de 6 cilindros 1*

(Fonte: Autor)



*Figura 39 Procedimento do motor de 6 cilindros 2*

(Fonte: Autor)

<b>Procedimento</b>
<p>Mediu se a pressão 60 bar, no ralentim A compressão esta a ser bem feita , varia com aceleração ate 80 bar</p>
<p>Aperto 15 kg para aconchegar Aperto 21 kg para finalizar Aperto do apoio da cambota 12 kg</p>
<p>Usa se uma cinta nas camisas do pistão para meter a pressão Rodou se a cambota no volante para ver se estava conforme</p>
<p>Apertar parafusos/ porcas da cabeça Aconchegar com 14, 16 e 21 kg Varetas nas tuchas Montar os balancins por cima da cabeça do motor Balancim conecta as molas e as varetas São fixos por meio de um perno que é fixo por porcas</p>
<p>Palpa folgas para medir no balancim Sendo de escape maior que de admissão 26 e 32 mm Calibração de motor de 6 cilindros, válvulas Escape, Admissão Fez-se na seguinte ordem: Escape / Admissão / Admissão / Escape / Escape / Admissão</p>

*Tabela 8 Procedimento do motor de 6 cilindros*

(Fonte: Autor)





*Figura 40 Procedimento do motor de 6 cilindros 3*

(Fonte: Autor)

<b>Pecas novas integradas</b>	
Junta de cabeça, Junta de coletores de admissão	Junta de coletores de escape
Capas das bielas	Jogo de reparação
Camisas de pistão	Junta do cárter
Segmentos, o-rings	Bomba de agua nova
Vedantes da cambota, dois lados	Turbo novo

*Tabela 9 Peças novas integradas do motor de 6 cilindros*

(Fonte: Autor)



*Figura 41 Motor montado na máquina*

(Fonte: Autor)



*Figura 42 Motor 2.5L Nissan Troca da corrente de distribuição*

(Fonte: Autor)



*Figura 43 Motor Cummins 6.9 L calibração de válvulas motor de 6 cilindros*

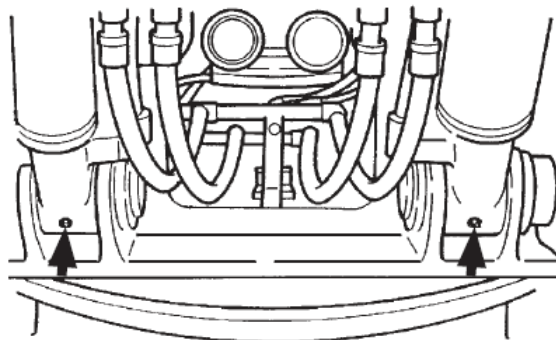
(Fonte: Autor)

### Actividades Realizadas 3 - Revisão e Manutenção de Empilhadeiras

Troca de Óleos e de filtros
Manutenção das Empilhadeira <i>Manitous</i> após 200/250 horas
Reparação de mangueiras braço da empilhadeira
Óleo hidráulico Vertia pelas extremidades das mangueiras - Mangueiras no braço
Foram feitas novas cravações
Relatório de duas empilhadeiras

*Tabela 10 Revisão e Manutenção de Empilhadeiras*

(Fonte: Autor)



*Figura 44 Esquema da parte traseira inferior - Técnica para retirada*

(Fonte: (2016). Capitulomanutencao\_ZX130-6 a ZX350-6.pdf)



*Figura 45 Empilhadeira MANITOU com motor diesel*

(Fonte: Autor)



*Figura 46 Empilhadeira DOOSAN elétrica*

(Fonte: Autor)

Empilhadeiras	
<b>DOOSAN</b>	<b>MANITOU</b>
Motor de arranque	Correia para ventoinha
Filtro de gasóleo	Óleo do motor
Filtro de óleo do motor	Óleo diferencial
Óleo do motor	Filtro da caixa
Massa para lubrificar correntes	Óleo da caixa
Óleo de caixa	Correia para alternador
Filtro de caixa	
Horas de trabalho: 4823: 07h	Horas de trabalho: 6113: 50h

*Tabela 11 Manutenção de Empilhadeiras*

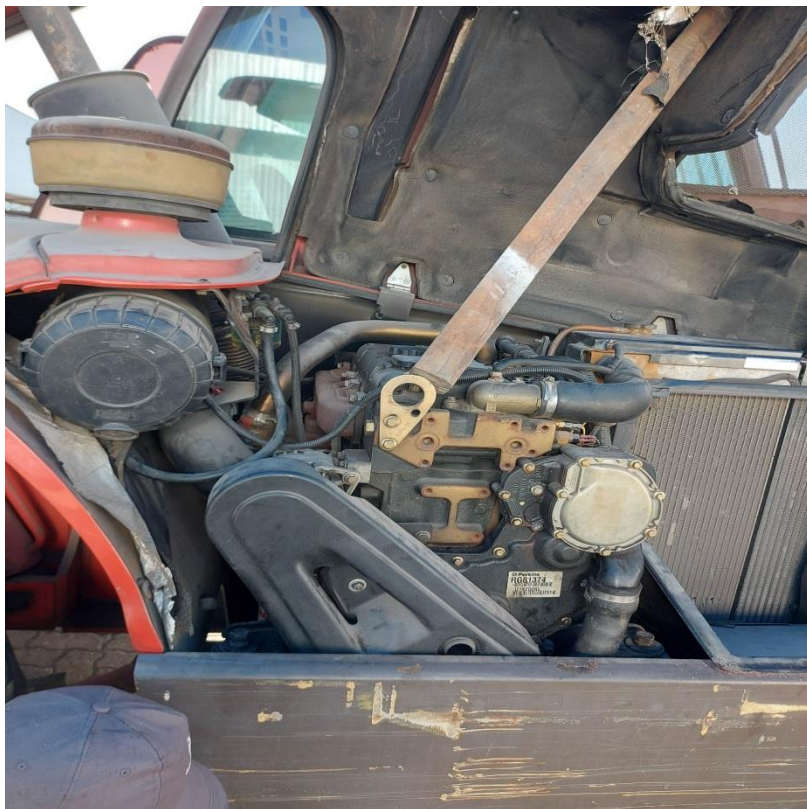
(Fonte: Autor)





*Figura 47 Máquina retroescavadora Hidromek que esteve em manutenção na empresa*

(Fonte: (2022). <https://www.truck1.eu/construction-machinery/backhoe-loaders/hidromek-2017-hmk-102b-a5-3cx-backhoe-loader-a3955111.html>)



*Figura 48 Motor Perkins, motor de escavadoras e empilhadeiras industriais*

(Fonte: Autor)

## Actividades Realizadas 4 - Actividade Sistema de travagem da máquina

Problemas	Avarias	Consequências/Causas	Solução/Método de reparação
Sistema de travagem da máquina danificado (sem capacidade de trabalho)	<p>O sistema deixava óleo de travão passar no eixo da máquina</p> <p>No prato separador os vedantes deixavam passar para o semi-eixo</p> <p>Discos de embraiagem possuíam o-rings danificados</p> <p>Os vedantes do eixo estavam ressequidos</p> <p>Guilho solto da cavilha (a cavilha localiza-se no pedal do travão)</p>	<p>O-rings incorrectos e vedantes de encosto originaram as fugas de óleo hidráulico do eixo</p> <p>Houve mistura de óleo hidráulico do eixo e de óleo de travão</p>	<p>Desmontou se os eixos e retirou se os pistões do travão</p> <p>Lavar e lixar os componentes internos Soprar com pistola de ar</p> <p>Lixar, tendo cuidado com possíveis limalhas</p> <p>Substituição de 2 o-rings para cada lado nos 2 semi-eixo estriado</p> <p>Troca do vedante de cobre do recipiente do óleo mineral de travão</p>

*Tabela 12 Sistema de travagem*

(Fonte: Autor)



*Figura 49 Eixo de direção sem rodas*

(Fonte: Autor)



*Figura 50 Eixo de direção desmontado*

(Fonte: Autor)



*Figura 51 Eixo de direção desmontado*

(Fonte: Autor)

Informações sobre o Desempenho da bomba hidráulica de pistões K3V112

# K3VL112

## Pump Efficiency (%)

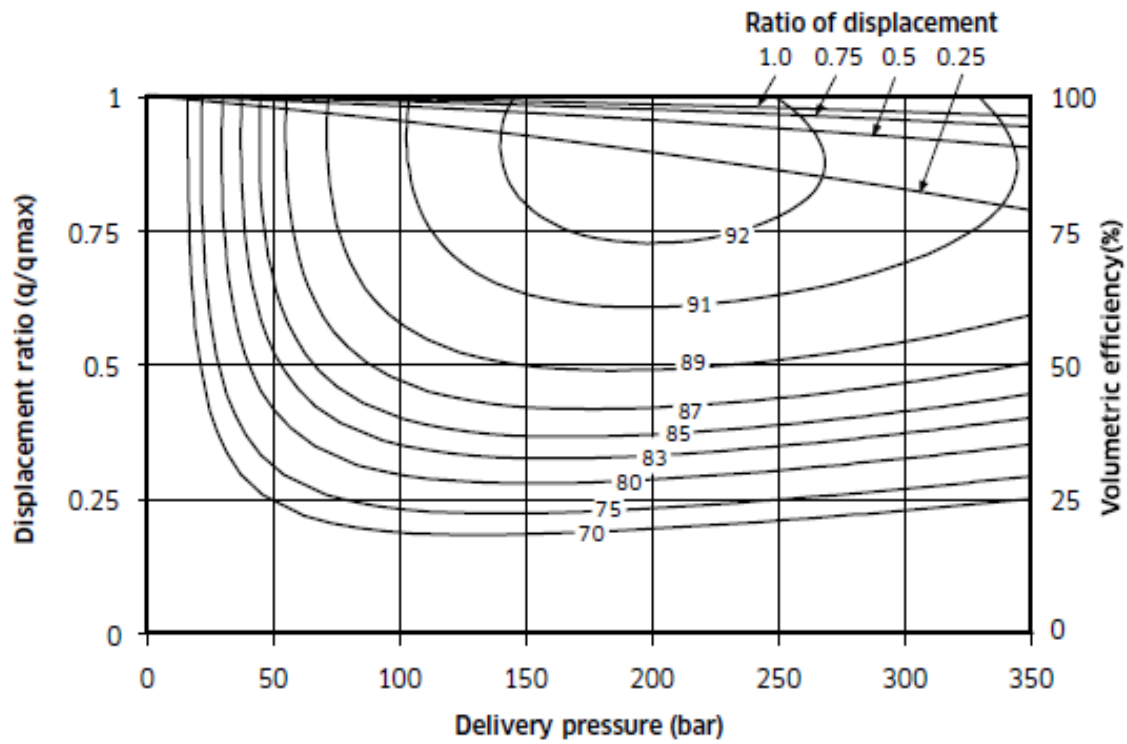


Gráfico 3 Desempenho Eficiência da bomba

( Fonte: (2001). Swash-plate Axial Piston Pump . K3VL Series Kawasaki KPM\_P-K3VL\_EN )



## Self Priming Capability

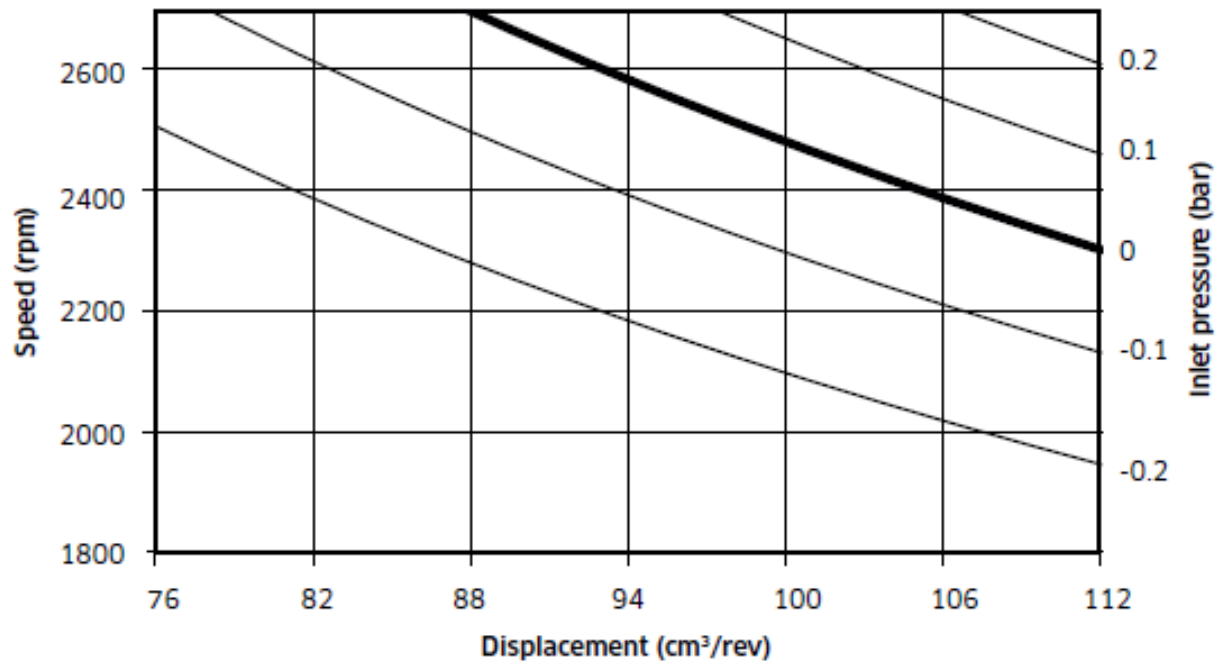


Gráfico 4 Desempenho Regulação da Pressão x Deslocamento x Rotação da bomba por minuto

( Fonte: (2001). Swash-plate Axial Piston Pump . K3VL Series Kawasaki KPM\_P-K3VL\_EN)

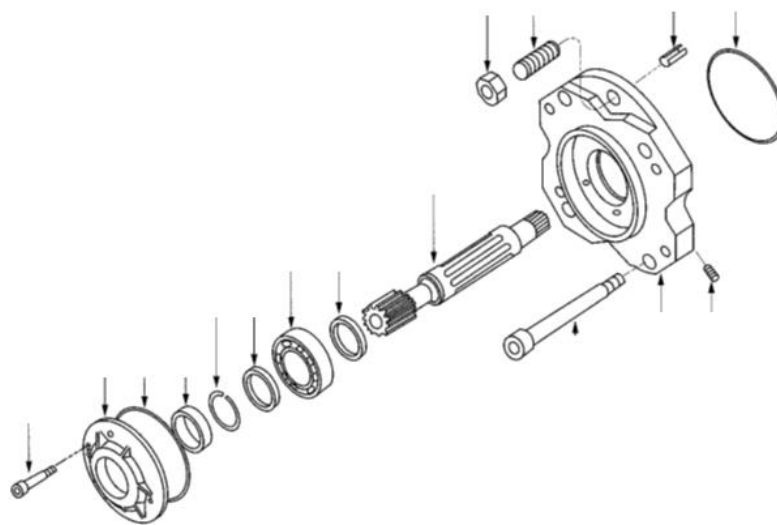


Figura 52 Esquema dos componentes 1

(Fonte :(2001 ). Kawasaki part list Kawasaki )

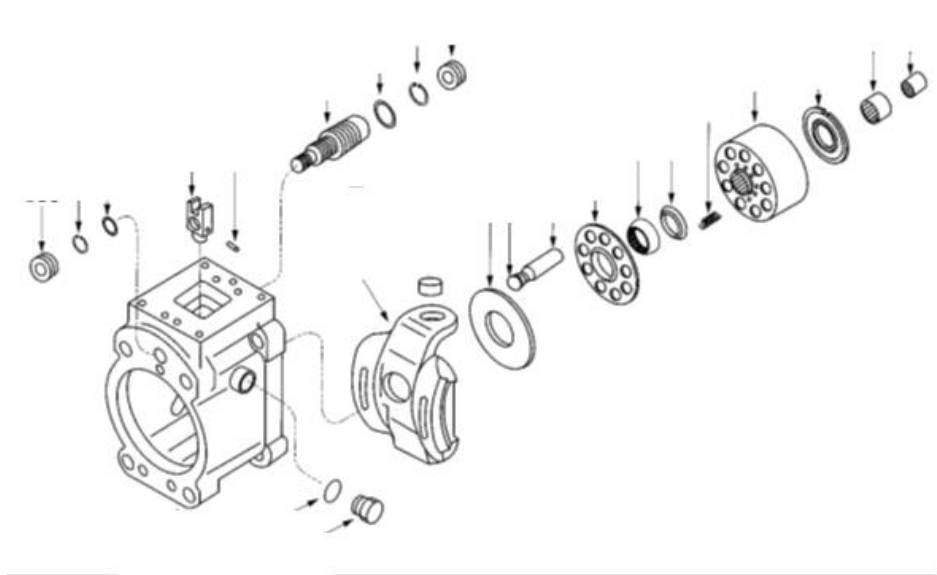


Figura 53 Esquema dos componentes 2

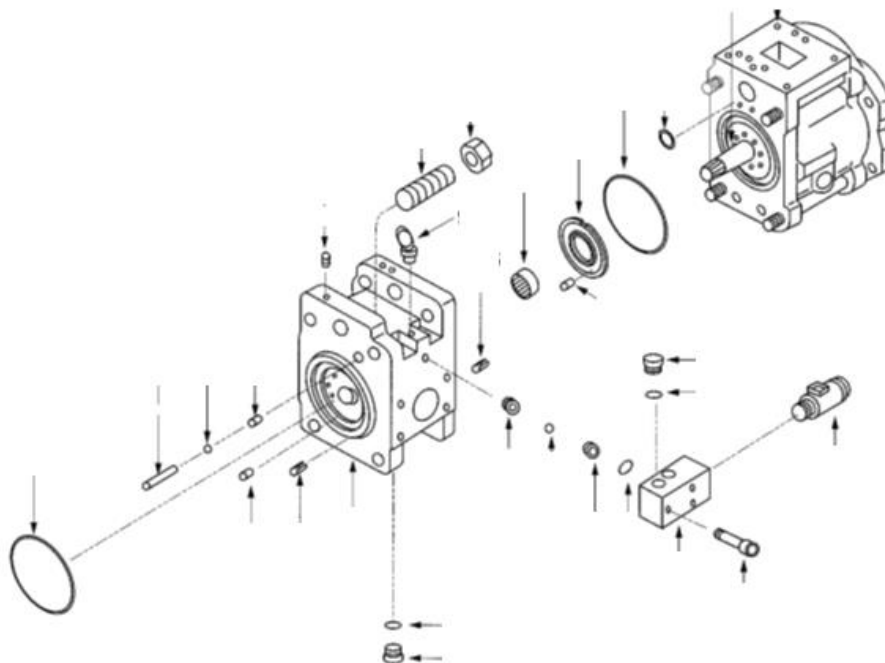
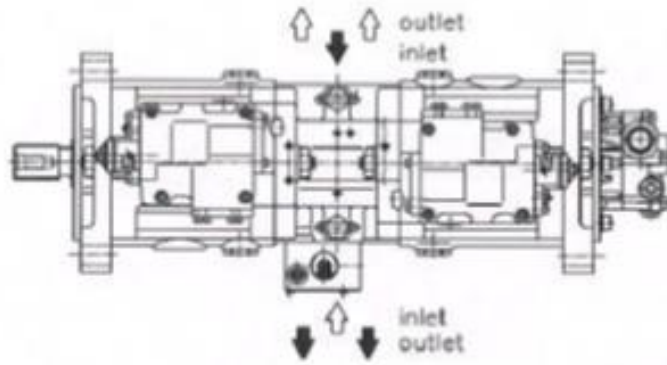


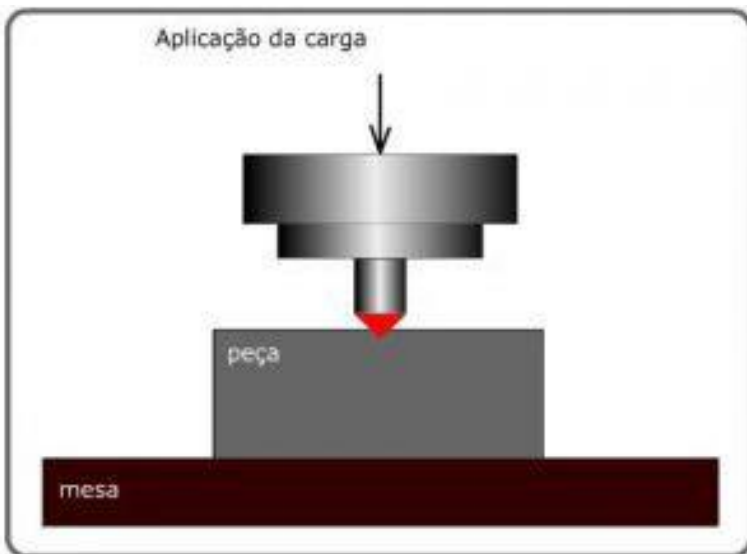
Figura 54 Esquema dos componentes 3

(Fonte :(2001). Kawasaki part list Kawasaki )

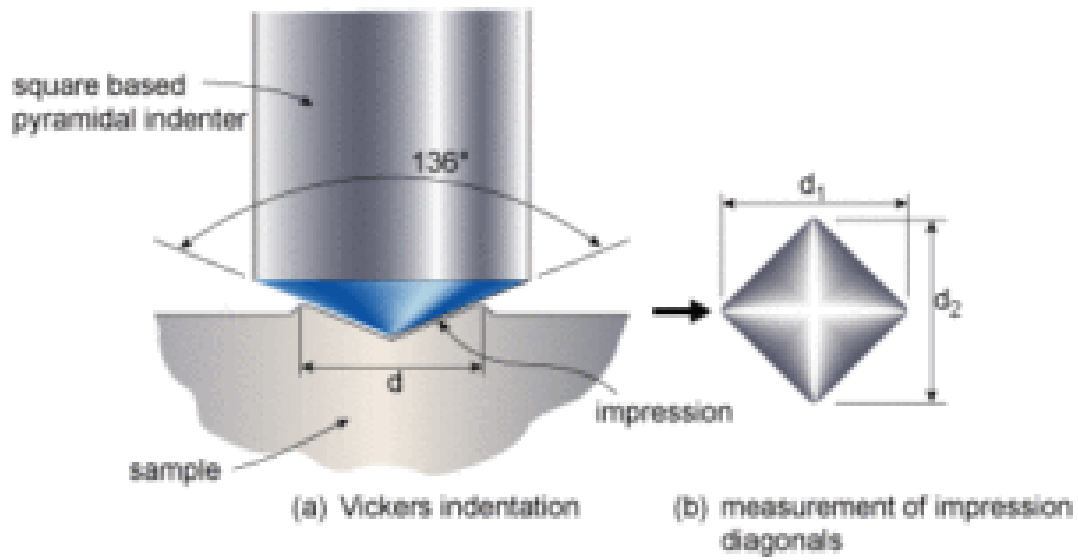


*Figura 55 Canais de sucção / pressão*  
(Fonte : (2001 ). Kawasaki part list Kawasaki )

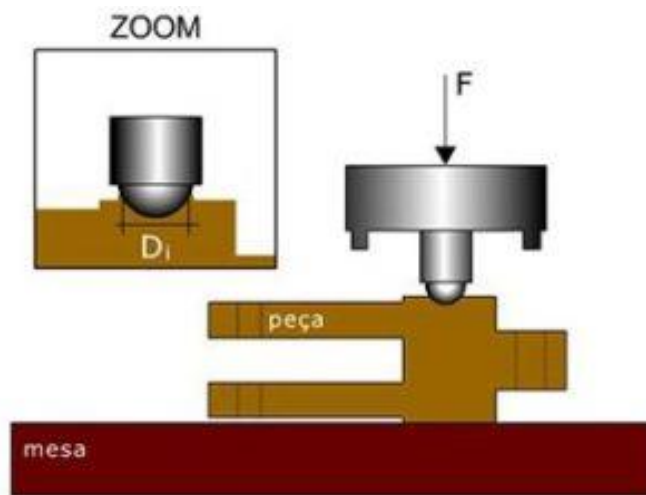
### Ensaio de dureza



*Figura 56 Ensaio de dureza Rockwell*



*Figura 57 Ensaio de dureza Vickers*



*Figura 58 Ensaio de dureza Brinell*