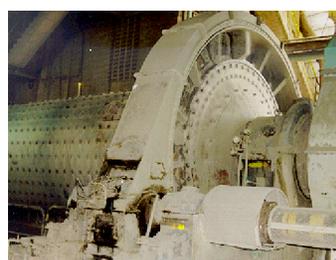
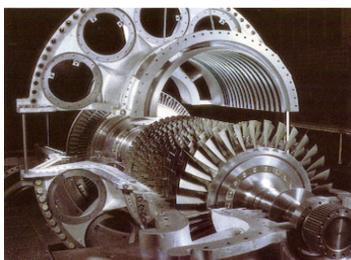
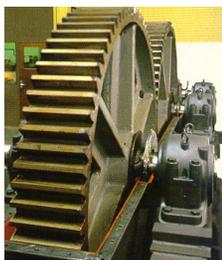


Treinamento Básico de Lubrificação Industrial



Tópicos

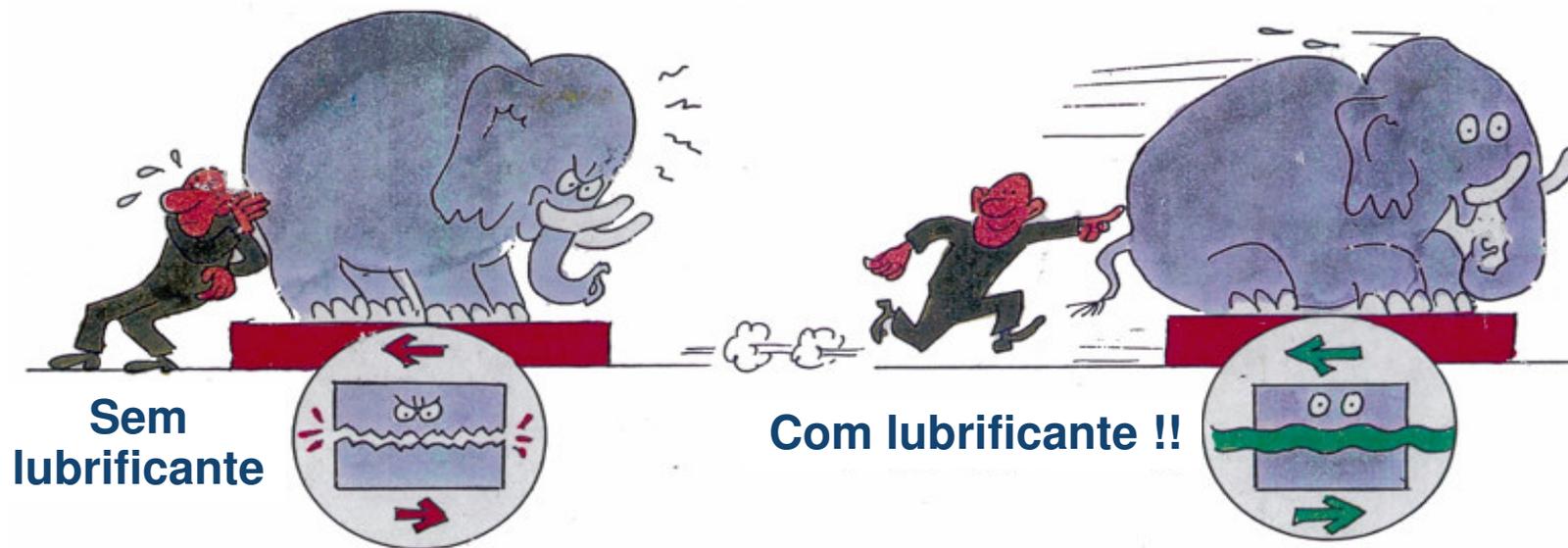


- 0- Lubrificação**
- 1- Sistemas Hidráulicos**
- 2- Engrenagens e Mancais Industriais**
- 3- Compressores de Ar & Bombas de Vácuo**
- 4- Compressores de Refrigeração**
- 5- Compressores de Gás**
- 6- Turbinas à Vapor & Gás**
- 7- Motores a Gás**
- 8- Fluidos de Transferência de Calor**
- 9- Graxas**
- 10- Líquidos de Arrefecimento**
- 11- Especialidades**
- 12- Usinagem**
- 13 - Correntes**

0- Lubrificação

DEFINIÇÃO

O lubrificante é um produto que separa duas peças em movimento para reduzir o atrito e, conseqüentemente o aquecimento e o desgaste.



Sem
lubrificante

Com lubrificante !!

Com atrito :

Sem atrito

- Aquecimento e desgaste das peças.
- Maior resistência ao movimento .

0- Principais funções de um lubrificante



- **Reduzir as perdas por atrito mas também :**
 - Reduzir o desgaste das peças em movimento
 - Diminuir o aquecimento das peças
 - Evitar o acúmulo de depósitos
 - Proteger as superfícies da ferrugem e corrosão
 - Eliminar as impurezas
 - Melhorar a estanqueidade (pó)
 - Transmitir energia (fluidos térmicos)
 - Transmitir potência (sistemas hidráulicos)

0- Condições de Atrito

Atrito seco:

As superfícies dos corpos em atrito se encontram em intenso contato, completamente limpos e não estão cobertos por nenhum lubrificante.



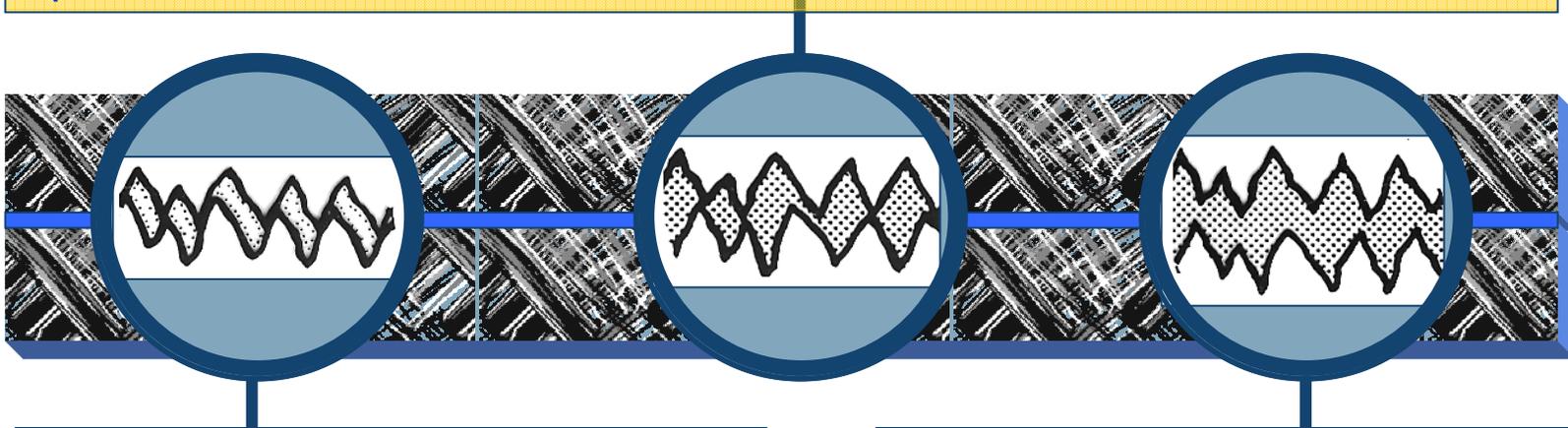
Atrito na camada superficial:

As superfícies dos corpos em atrito se encontram em intenso contato e estão cobertas com camadas de reação e/ou lubrificantes sólidos.

0- Condições de Atrito

Atrito misto:

As superfícies dos corpos em atrito se encontram parcialmente em contato (não completamente separadas). O desgaste normalmente se apresenta dentro dos limites aceitáveis.



Atrito limite:

As superfícies dos corpos em atrito se encontram em intenso contato e estão cobertas com uma fina camada lubrificante. O desgaste é excessivamente elevado.

Atrito fluido:

As superfícies dos corpos em atrito se encontram completamente separadas por um filme lubrificante.

0-Tipos de Lubrificantes

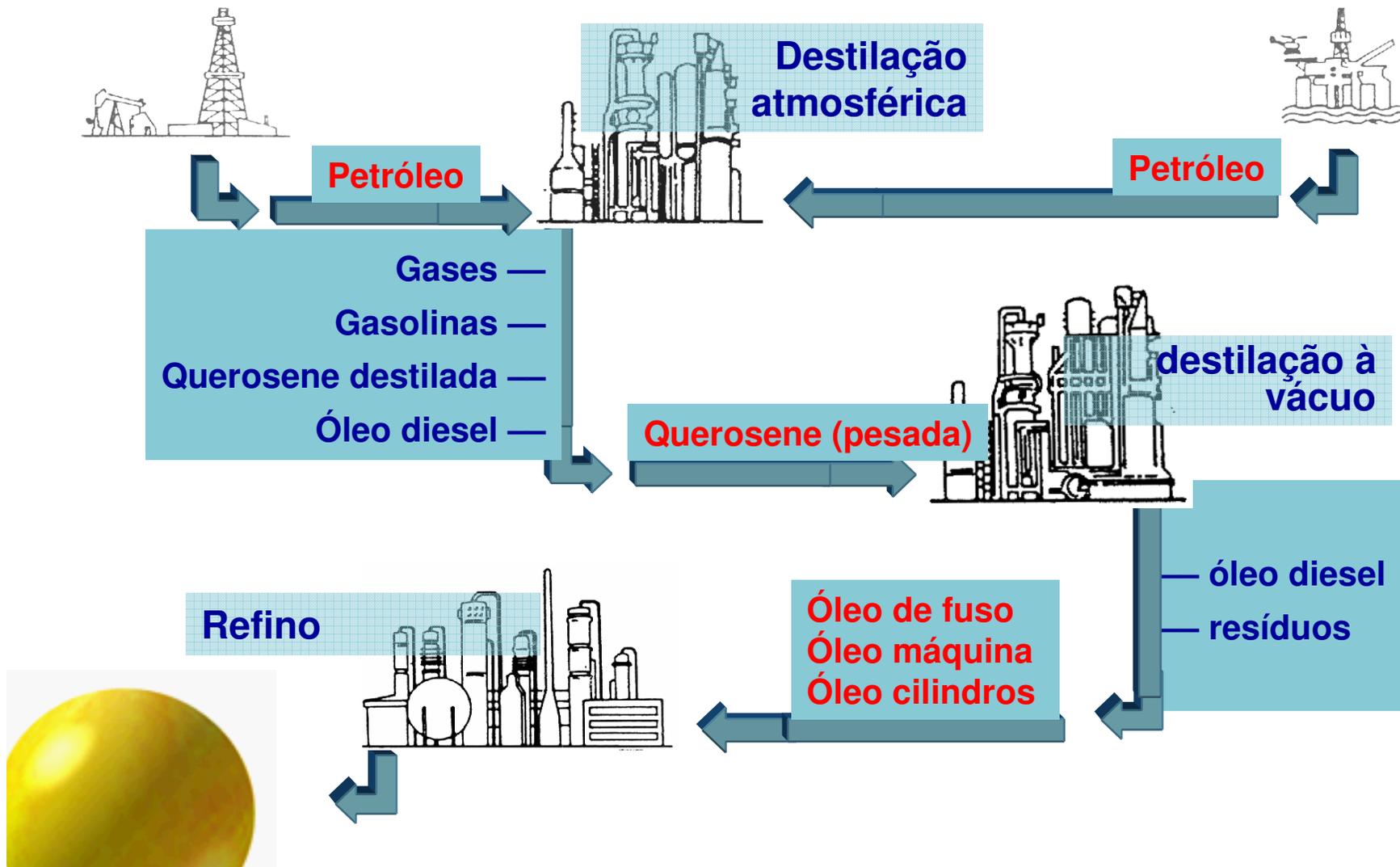


	Óleos	Graxas	Pastas	Emulsões 1. Óleo em água 2. Água em óleo	Lubrificantes Sólidos
Óleo base	- 90 %	- 80 %	- 70 %	1. < 50 %	-Com/sem estrutura de camada reticulada Grafite Bissulfeto Molibdênio Bissulfeto Wolfrânio
Espessante	-	- 30 %	- 6 %	2. > 50 %	-Materiais Sintéticos PTFE (Teflon)
Aditivos	- 10 %	- 5 %	- 5 %	2 - 5 %	-Metais Cobre Estanho Ouro Prata Indio
Lubrificantes sólidos	- 10%	- 2 %	10 - 50 %		

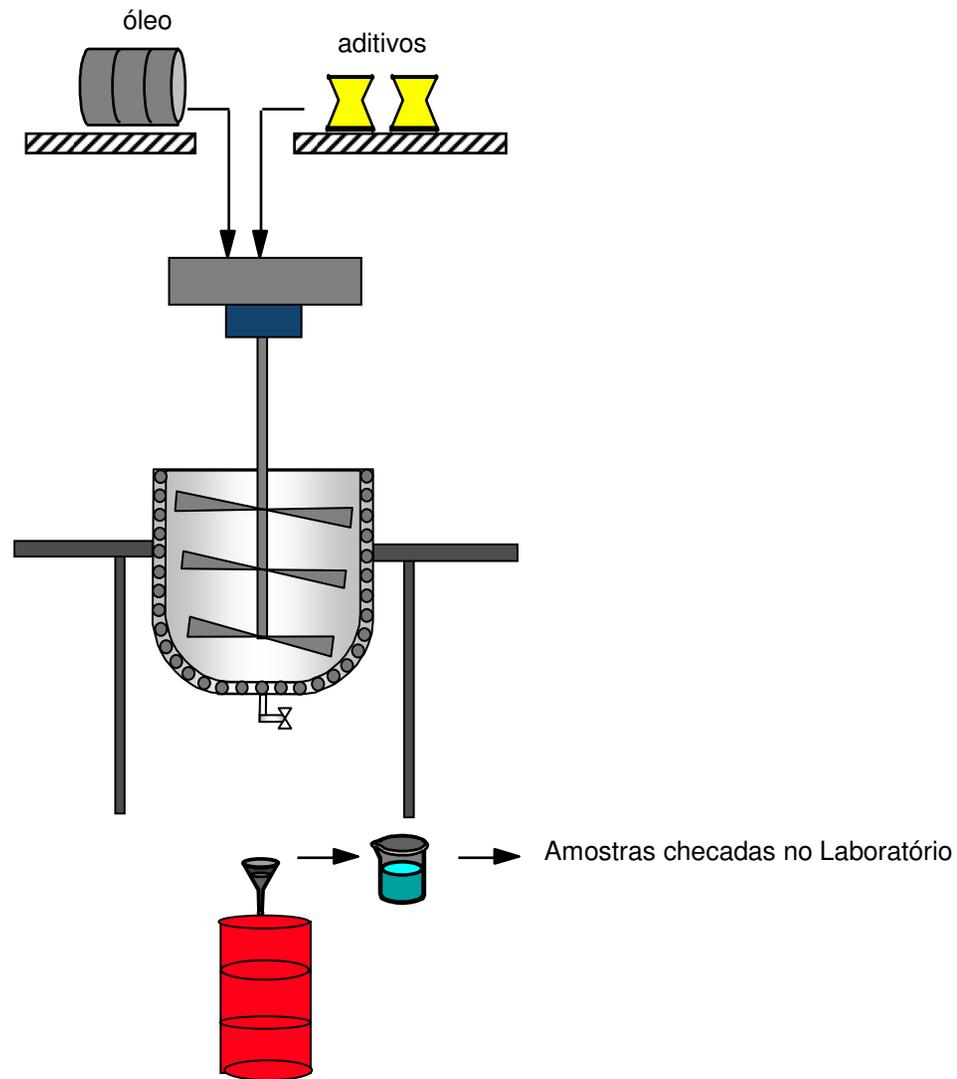
0-Do Petróleo Bruto até o Óleo Base



0-Do Petróleo Bruto até o Óleo Base



0-Fabricação de um óleo lubrificante



0-Fabricação de um óleo lubrificante



0- Formulação de óleos Lubrificantes



- **Por que precisamos de aditivo ?**
 - **Para melhorar algumas características já existentes como:**
 - **Ponto de fluidez, índice de viscosidade & anti-oxidante**
 - **Para “criar” novas características como:**
 - **Detergência, dispersância, anti-corrosiva & anti-ferrugem, anti-desgaste & extrema-pressão...**

0- Resumo dos aditivos



TOTAL

	Índice de viscosidade (IV)	Ponto de fluidez	Detergente Dispersante	Anti-oxidante	Antiespumante	Anticorrosivo Antiferrugem	Antidesgaste (AW)	Extrema-Pressão (EP)
Sistemas hidráulicos	(X)	X	X	X	X	X	X	
Compressores				X	X	X	X	
Turbinas				X	X	X	X	
Redutores industriais		X		X	X	X		X
Óleos de guia		X	(X)	X	X	X	(X)	
Óleos de corte		X	X	X	X	X	X	X
Fluidos térmicos				X				

(X) : nem sempre

Óleos básicos

Óleos minerais

- **Clássicos**
 - Naftênicos
 - Parafínicos (NS/BSS)
- **Hidrotratados**

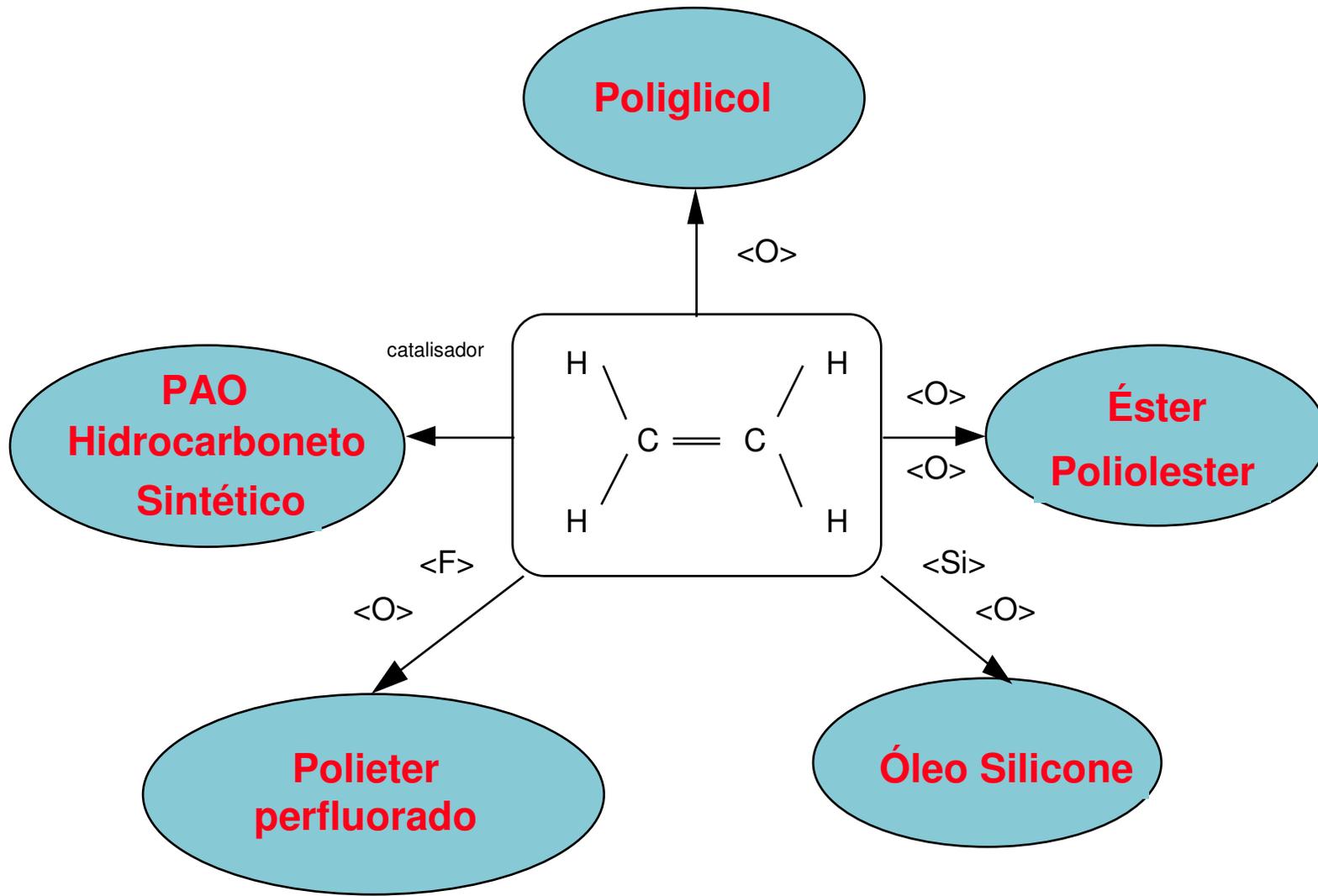
➔ **Obtidos diretamente do refino do petróleo bruto**

Óleos sintéticos

- **PAO : PoliAlfaOlefinas**
- **PAG : PoliAlquilenGlicois**
- **Alquilbenzenos**
- **Esteres**
- **PIB : Poli IsoButenos**

➔ **Produtos da indústria química (petroquímica)**

0-Produção dos óleos sintéticos



0- Óleos Básicos Sintéticos



TOTAL

Óleos	Minerais	Ésteres	Poliglicóis	Silicones	Fluorados
Propriedades					
Densidade à 20 °C g/ml	0,9	0,9	0,91,1	0,9....1,05	1,9
Índice de viscosidade (IV)	80....100	140....175	150....270	190....500	50....140
Ponto de Fluidez °C	-10	-70....-37	-56....-23	-80....-30	-60 -30
Ponto de inflamação (fulgor) °C	< 250	200....230	150....300	150....350	não inflamável
Estabilidade à oxidação	pouca	boa	boa	excelente	excelente
Poder lubrificante	bom	bom	excelente	deficiente à satisfatório	bom
Preço	1	5-10	6-10	40-800	400-1000

0- Óleos Básicos Sintéticos



TOTAL

	Óleos minerais (NS / BSS)	Óleos sintéticos				
		PAO	PAG	Ésteres	Alquilbenzeno	PIB
Densidade	0,9	0,85	0,9 - 1,1	0,9	0,85	< 0,95
Índice de viscosidade (IV)	80 - 100	135	150 - 200	100 - 250	20	< 100
Estabilidade Térmica	+	++	-	+++	+++	-
Ponto de fluidez	+	+++	++	+++	++	++
Volatilidade	+	+++	++	++	-	-
Custo	1	4 - 6	4 - 5	4 - 10	3 - 4	3

+++	Muito Bom
++	Bom
+	Normal
-	Ruim

0-Vantagens dos óleos sintéticos



Reduzido ponto de fluidez (mais favorável para baixas temperaturas)

Baixa volatilidade (evaporação reduzida)

Comportamento favorável viscosidade-temperatura

(ampla temperatura de serviço)

Elevada resistência ao envelhecimento (longos períodos)

Boa resistência à oxidação (a temperaturas elevadas)

Alguns tipos são rapidamente biodegradáveis

Alguns óleos sintéticos atendem às exigências de Grau Alimentício

0- Características de um lubrificante



•Principais características FÍSICO-QUÍMICAS

- Viscosidade & Índice de Viscosidade
- Ponto de fluidez
- Ponto de fulgor & Ponto de inflamação
- Resistência a Oxidação
- Antiespumante & Aeração
- Antiferrugem & Anticorrosão
- Dispersância & Detergência

•Principais características MECÂNICAS :

- Antidesgaste & Extrema-Pressão

0- Viscosidade



Definição :

⇒ **Resistência ao escoamento**

- **2 Viscosidades no Sistema Internacional :**
 - ν : viscosidade cinemática (mm²/s ou cSt)
(-> usada mais frequentemente)
 - η : viscosidade dinâmica (mPa.s ou cP)



Relação : $\eta = d \cdot \nu$

com ν (m²/s), η (Pa.s) e d (densidade em kg/m³)

0- Classificação de Viscosidade



TOTAL

- **Classificação ISO para Óleos Industriais (ISO 3448)**

ISO VG E Grau de Viscosidade	Viscosidade Cinemática Média @ 40 °C mm ² /s ou Cst	Limites da Viscosidade Cinemática @ 40 °C	
		MINIMO (mm ² /s)	MAXIMO (mm ² /s)
2	2,2	1,98	2,42
3	3,2	2,88	3,52
5	4,6	4,14	5,06
7	6,8	6,12	7,48
10	10	9,00	11,0
15	15	13,5	16,5
22	22	19,8	24,2
32	32	28,8	35,2
46	46	41,4	50,6
68	68	61,2	74,8
100	100	90,0	110
150	150	135	165
220	220	198	242
320	320	288	352
460	460	414	506
680	680	612	748
1000	1000	900	1100
1500	1500	1350	1650
2200	2200	1980	2420
3200	3200	2880	3520

0- Viscosidade / Aplicações



TOTAL

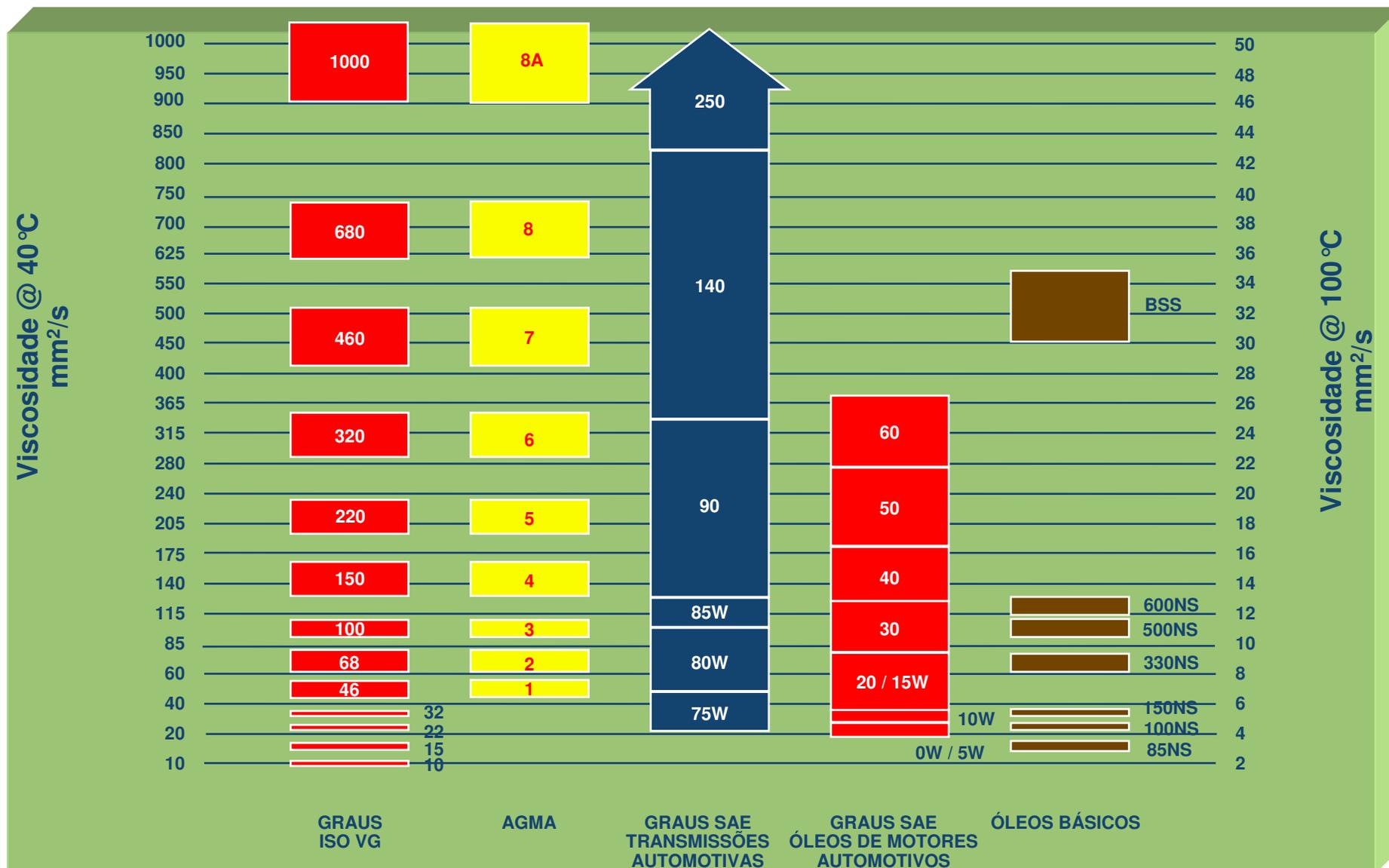
Graus ISO VG	15	22	32	46	68	100	150	220	320	460	680	1000	1500	2000	2200
Sistemas hidráulicos	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Yellow								
Compressores			Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow								
Turbinas			Red	Red	Red	Yellow									
Redutores industriais					Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Óleos de guias					Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red						
Óleos de corte	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Yellow							
Fluidos térmicos	Red	Red	Red	Red		Red			Red						

	Escolha mais frequente
	Também disponível

0- Viscosidade / Aplicações



TOTAL



0- Viscosidade / Aplicações



TOTAL

ISO-VG (DIN 51 519)	Clasificación aprox. según la antigua norma DIN 51 502	Viscosidad media (40 °C) y viscosidades aprox. en mm ² · s ⁻¹ (cSt) a temperatura de					Clasificación aprox. de los	
		20 °C	40 °C	50 °C		100 °C	Aceites para motores	Aceites para en- granajes auto- movilísticos
		[mm ² · s ⁻¹]	[mm ² · s ⁻¹]	[Engler]	[mm ² · s ⁻¹]	SAE	SAE	
5	2	8(1,7E)	4,6	4	1,3	1,5		
7	4	12(2E)	6,8	5	1,4	2,0		
10	9	21(3E)	10	8	1,7	2,5		
15	–	34	15	11	1,9	3,5	5W	
22	16	55	22	15	2,3	4,5	10W	70W 75W
32		88	32	21	3	5,5		
46	25	137	46	30	4	6,5	15W	80W
68	36	219	68	43	6	8,5	20W 20	
100	49	345	100	61	8	11	30	85W
150	68							
150	92	550	150	90	12	15	40	90
220	114 144	865	220	125	16	19	50	140
320	169	1340	320	180	24	24		
460	225	2060	460	250	33	30		
680	324	3270	680	360	47	40		250
1000		5170	1000	510	67	50		
1500		8400	1500	740	98	65		

0- Índice de Viscosidade : IV



A variação da viscosidade de um óleo em função da temperatura é caracterizada pelo Índice de Viscosidade (IV)

Forte variação da viscosidade com a temperatura : \Rightarrow IV baixo

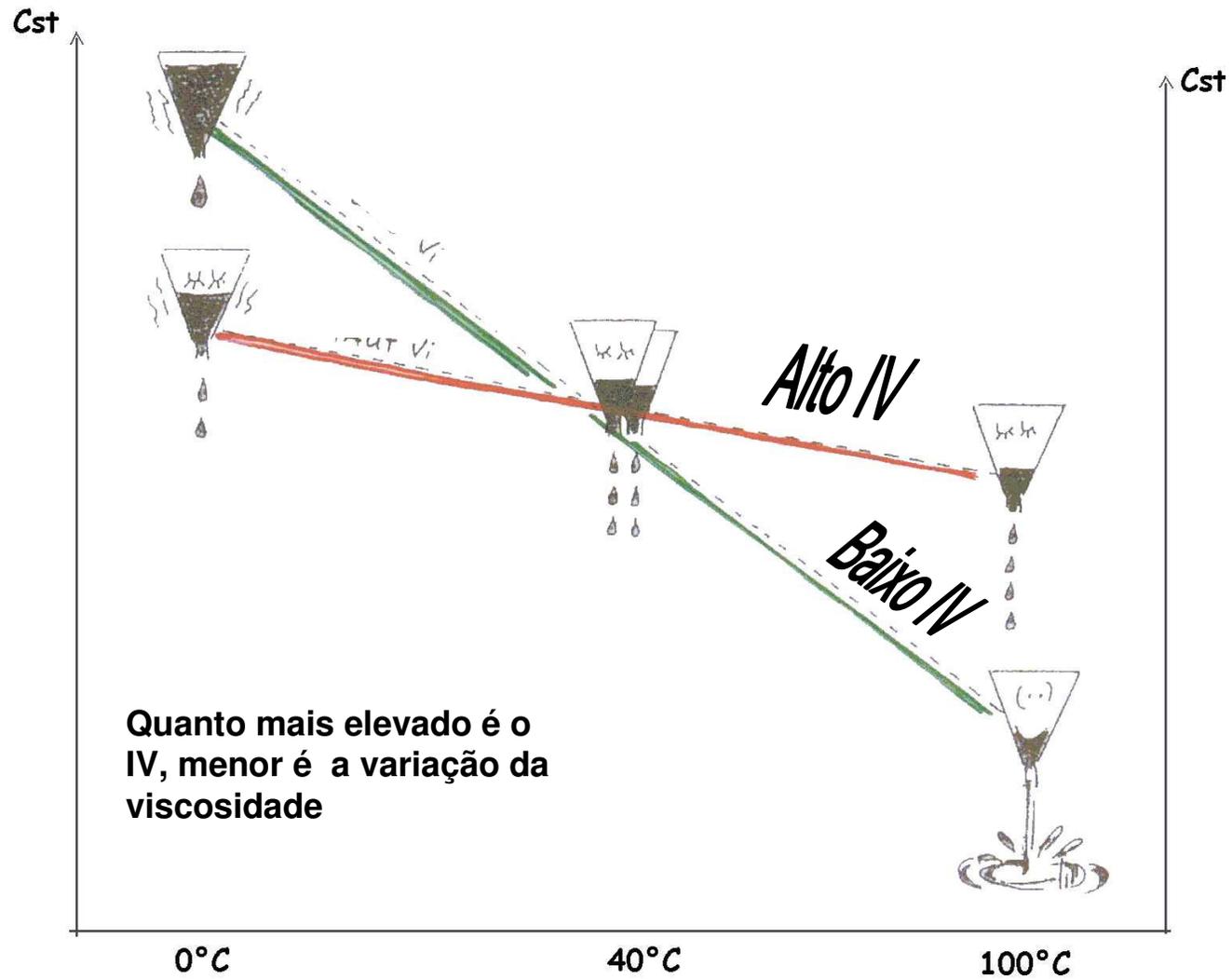
Variação moderada da viscosidade com a temperatura : \Rightarrow IV elevado

- Óleos minerais : $IV \approx 100$
- Óleo minerais com aditivo aumentador de IV : $IV \geq 150$
- Óleos sintéticos : $IV \geq 150$



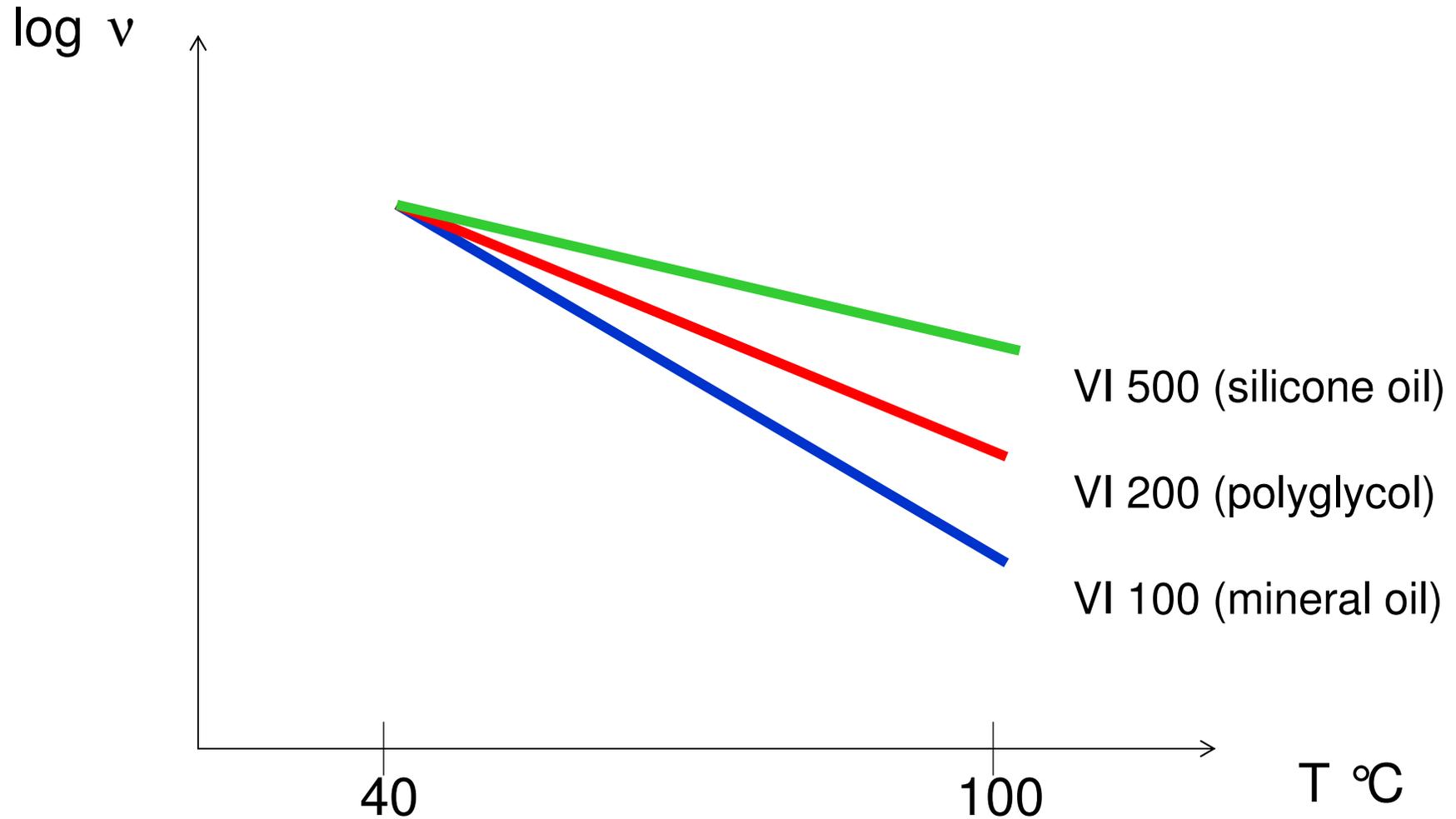
Conhecendo o IV e a viscosidade à 40 °C do óleo, pode-se determinar a viscosidade a baixas e altas temperaturas

0- Índice de Viscosidade : IV



Quanto mais elevado é o IV, menor é a variação da viscosidade

0-Índice de Viscosidade (IV)



0-Ponto de Fluidiez



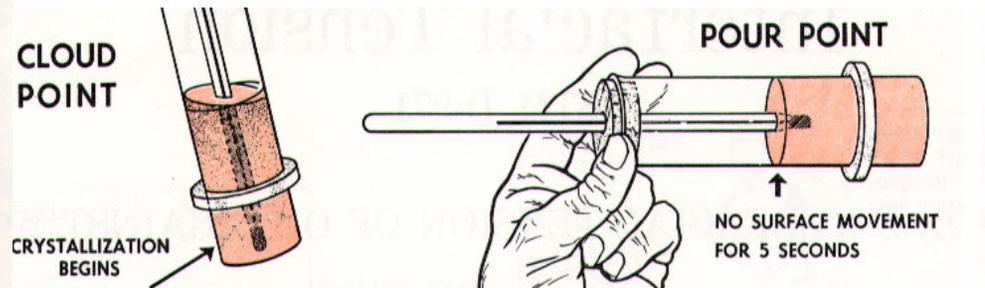
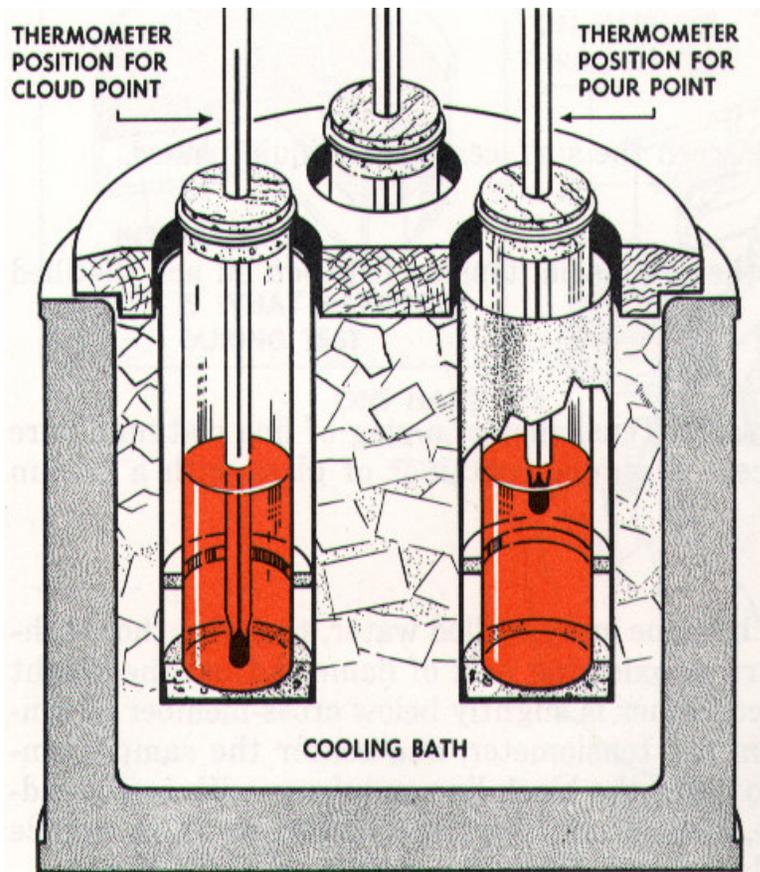
O que é o ponto de fluidiez ?

O ponto de fluidiez é a menor temperatura na qual um óleo, resfriado sob condições determinadas, ainda continua a fluir.

Por que este teste é realizado?

O ponto de fluidiez é uma importante característica que determina a menor temperatura na qual o óleo ainda é bombeável.

0-Ponto de Fluidez



0-Ponto de Fulgor



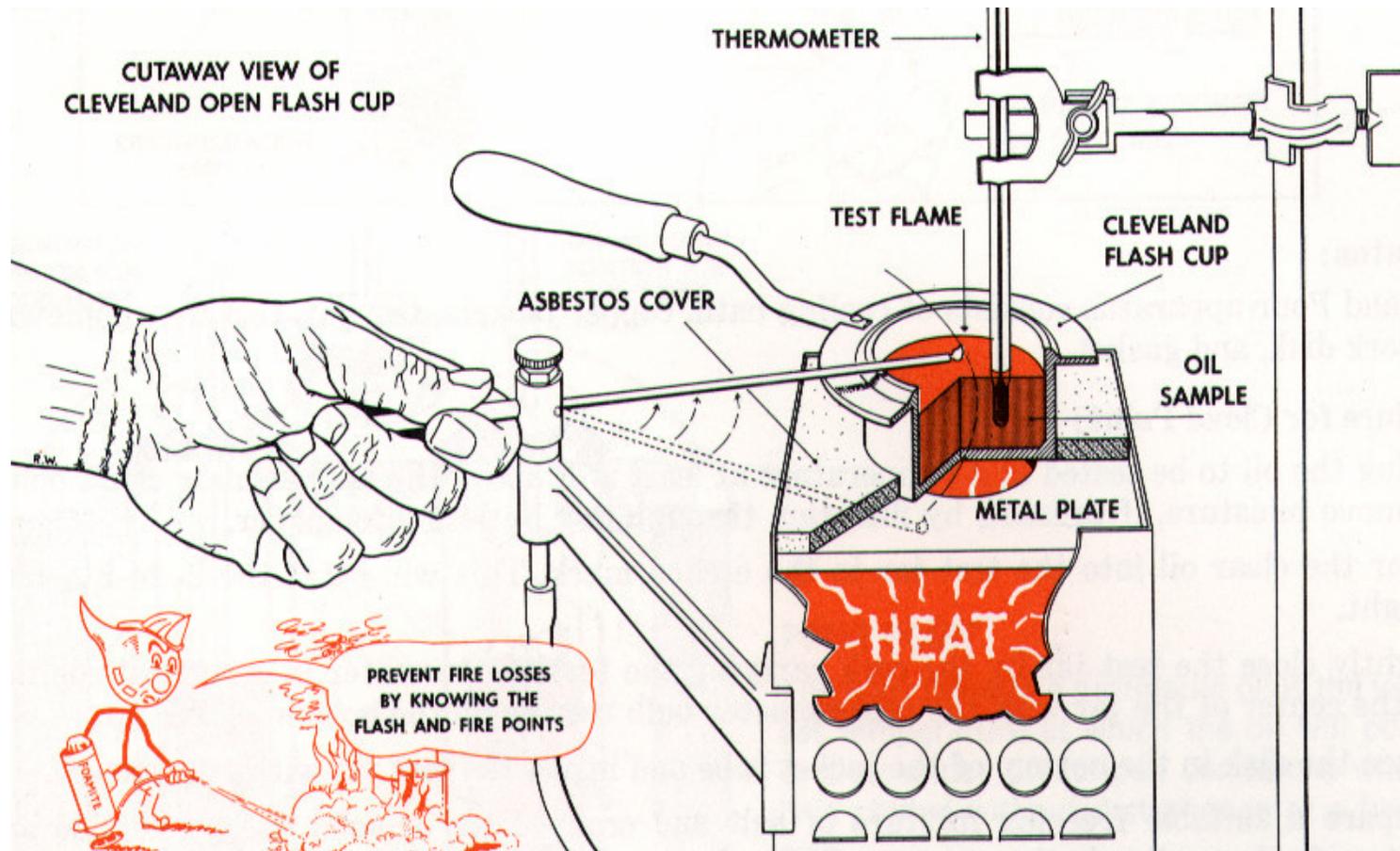
O que é ponto de fulgor?

O ponto de fulgor é a mais baixa temperatura na qual se forma o vapor do líquido que está sendo testado. Esses vapores se combinam com o ar para formar uma mistura inflamável óleo-vapor-ar.

- Quanto maior a viscosidade do óleo, maior é o ponto de fulgor.

O ponto de fulgor não representa a máxima temperatura de serviço. Ele é determinado e indicado por razões de segurança!

0-Ponto de Fulgor



0-Miscibilidade dos Óleos Lubrificantes



TOTAL

	Mineral oil	Synth. hydrocarbon	Ester oil	Poly-glycol	Silicone oil (methyl)	Perfluoro-alkyl ether	Silicone oil (phenyl)	Poly-phenyl ether oil
Mineral oil	+	+	+	-	-	-	+/-	+
Synthetic hydrocarbon	+	+	+	-	-	-	-	+
Ester oil	+	+	+	+	-	-	+	+
Polyglycol	-	-	+	+	-	-	-	-
Silicone oil (Methyl)	-	-	-	-	+	-	+/-	-
Perfluoro-alkyl ether	-	-	-	-	-	+	-	-
Silicone oil (Phenyl)	+/-	-	+	-	+/-	-	+	+
Poly-phenyl ether oil	+	+	+	-	-	-	+	+

+ = Miscível
 +/- = parcialmente miscível
 - = não miscível

0-Compatibilidade dos Óleos Lubrificantes



TOTAL

Compatibilidade com elastômeros

	Mineral oil	Synth. hydro-carbon	Ester oil	Poly-glycol	Silicone oil	PFPE	Poly-phenyl ether
NBR	+	+*	+/-	+/-	+	+	+
HNBR/NEM	+	+	+/-	+/-	+	+	+
FPM/FKM	+	+	+	+	+	+	+
EPDM	-	-	-	+	+	+	-
ACM	+	+	+/-	+	+	+	+
AU	+	+/-	+/-	+/-	+	+	+/-

+ = resistente
+/- = parcialmente resistente
- = não resistente

* pequena diminuição de volume em alguns casos

0-Compatibilidade dos Óleos Lubrificantes



TOTAL

Compatibilidade com plásticos

	Mineral oil	Synth. hydro-carbon	Ester oil	Poly-glycol	Silicone oil	PFPE	Poly-phenyl ether
POM	+	+	+	+	+/-	+	+
PA	+	+	+	+	+	+	+
PE	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+/-
PC	+ ^{***}	+	-	+	+	+	-
ABS	+	+ ^{***}	-	+/-	+	+	-
PTFE	+	+	+	+	+	+	+

+ = resistente
 +/- = parcialmente resistente
 - = não resistente

** com óleo branco
 *** dependendo dos aditivos

1- Sistemas Hidráulicos



- Questões à se abordar :
 - **Tecnologia dos elementos do circuito :**
 - Bomba : engrenagens, mancais, pistões ...
 - distribuidores, receptores (filtragem)
 - ⇒ Filtragem à X μm ou classe NAS
 - aquecimento (risco de craqueamento)...
 - **Preconização do construtor :**
 - Natureza do óleo : mineral, biodegradável ...
 - Norma ; nível de especificações ISO, DIN ...
 - Grau de viscosidade ISO VG
 - Exemplo de produtos
 - **Produto em uso : Confirma a preconização do construtor ?**
 - Nome do produto / nível de performance ISO ou DIN
 - Grau de viscosidade ISO VG
 - Óleo sem cinzas (AZOLLA AF / AZOLLA DZF)
 - Compatibilidade com o produto proposto pela Total



1- Sistemas Hidráulicos



- **Questões à se abordar :**

- **Parâmetros de funcionamento :**

- **Localização do circuito :**

- Interior (AZOLLA ZS)
- Exterior (EQUIVIS ZS)

- **Temperatura de funcionamento :**

- Grande variação de temperatura (EQUIVIS ZS)
- Partida à frio (viscosidade, ponto de fluidez)

- **Meio ambiente / Contaminação :**

- Presença de água (AZOLLA DZF)
- Poeira (observar a filtragem)
- Risco de incêndio => mudança para um produto resistente ao fogo
- Poluição do meio ambiente => mudança para um produto biodegradável

- **Diversos :**

- Compatibilidade com as juntas, pinturas e metais ...
- Contatos alimentares (Produtos homologados NSF USDA H-1)



1- Lubrificantes para Sistemas Hidráulicos



TOTAL

TOTAL	APLICAÇÕES
Óleos minerais (ISO 6743/4 HM/HV) & (DIN 51524 HLP/HVLP)	
AZOLLA ZS 10 à 150	Sistemas hidráulicos não operando em baixas temperaturas (interna). Melhor desempenho que os produtos ISO HM .
EQUIVIS ZS 15 à 100	Sistemas hidráulicos operando em grandes intervalos de temperaturas . Óleo hidráulico ideal para as máquinas trabalhando ao tempo (ISO HV) Não há problema de compatibilidade com Equivis ZS e Hydrelf DS. Produto não colorido em vermelho.
Especialidades : Óleo mineral com alto IV	
EQUIVIS XV 32 & 46	Óleos hidráulicos onde o índice de viscosidade é muito alto (IV > 260) e o ponto de fluidez é particularmente baixo permitindo um funcionamento em baixa temperatura ambiente. Grande resistência ao cisalhamento. Ideal para as câmaras frias e equipamentos da c. civil. ISO HV.
Especialidades : Óleos minerais sem cinzas	
AZOLLA DZF 32 à 68	Óleo detergente HM sem CINZAS e sem SILICONE . Bom comportamento em presença de água.
AZOLLA AF 32 à 68	Óleo HM sem CINZAS e sem SILICONE . Excelente estabilidade térmica. Adequado a algumas prensas injetoras.

1- Lubrificantes para Sistemas Hidráulicos



TOTAL

TOTAL	Aplicações
Especialidades : Fluidos Biodegradáveis	
BIOHYDRAN TMP 32, 46 & 68	Óleo Biodegradável de alta qualidade a base de ésteres não saturado. Aplicações hidráulicas externas onde a poluição natural do ambiente pode ocorrer : serviços públicos, reflorestamento, navegação em rio. Operação em temperaturas normais.
BIOHYDRAN SE 46	Óleo Biodegradável de alta qualidade a base de ésteres saturados, 100% sintético . Aplicações hidráulicas externas onde a poluição natural do ambiente pode ocorrer : serviços públicos, reflorestamento, navegação em rio. Altíssimo nível de desempenho (-30°C a +100°C) .
Especialidades: Fluidos resistentes ao fogo	
HYDRANSAFE HFC 146 HYDRANSAFE HFC-46	Resistente ao fogo ; água /glicol (HFC). Verifique a compatibilidade com juntas e tintas. HFC 146 : Mono Etieno Glicol (MEG). HFC-46 : Mono Propileno Glicol (MPG).
HYDRANSAFE HFDU 46 HYDRANSAFE HFDU LC 168	Fluido sintético resistente ao fogo ; ésteres orgânicos (HFD-U). <u>Compatível com óleos minerais.</u> (Bons resultados na indústria de aço)
HYDRANSAFE HFDR 46	Fluido sintético resistente ao fogo ; ésteres fosfato orgânico (HFD-R).
Especialidades : Produtos USDA H-1	
Lubriplate FMO 200AW Keystone Nevastane 20AW	Óleos hidráulicos em contato fortuito com alimentos (nível USDA H-1) . O FMO 85 (viscosidade : 19 mm ² /s @ 40°C) é adequado para pulverização

1- Óleos hidráulicos / Resistência à oxidação

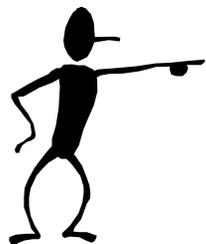
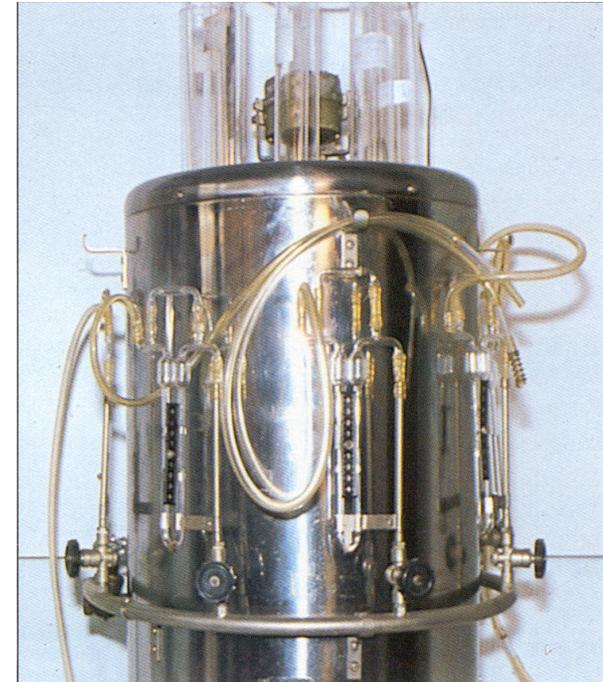


TOST (Turbine Oxidation Stability Test)

PRINCÍPIO :

A elevação de temperatura pode provocar uma **deterioração progressiva do óleo por oxidação e degradação térmica**. Portanto, é necessário que os óleos possuam boas propriedades antioxidantes.

O TOST avalia a alteração do óleo fortemente oxigenado à elevada temperatura: bolhas de oxigênio são injetadas no óleo à 95°C. Após 1000 ou 2000 horas mede-se o índice de acidez do óleo e a quantidade de depósitos formados.



Este teste se aplica também aos óleos de turbina

1- Óleos hidráulicos / Resistência a água



Resistência à hidrólise

PRINCÍPIO :

A hidrólise é a **reação química entre a água e os aditivos** presentes no fluido hidráulico. Ela pode **degradar a eficácia dos aditivos** e provocar fenômenos de **corrosão e de depósitos**.

O método mais utilizado para avaliar a resistência à hidrólise é o ASTM D 2619 : uma amostra de óleo é colocada com a água e uma placa de cobre dentro da garrafa do tipo « Coca-Cola ». Esta garrafa é então posta em rotação durante 48 horas em uma estufa à 93°C. Ao fim do teste anota-se a perda de massa do cobre e a acidez da fase aquosa.



No caso dos óleos biodegradáveis ou dos fluidos resistentes ao fogo (éster ou glicol), a hidrólise leva em conta não somente os aditivos mas também os óleos básicos.

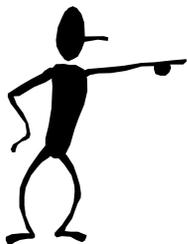
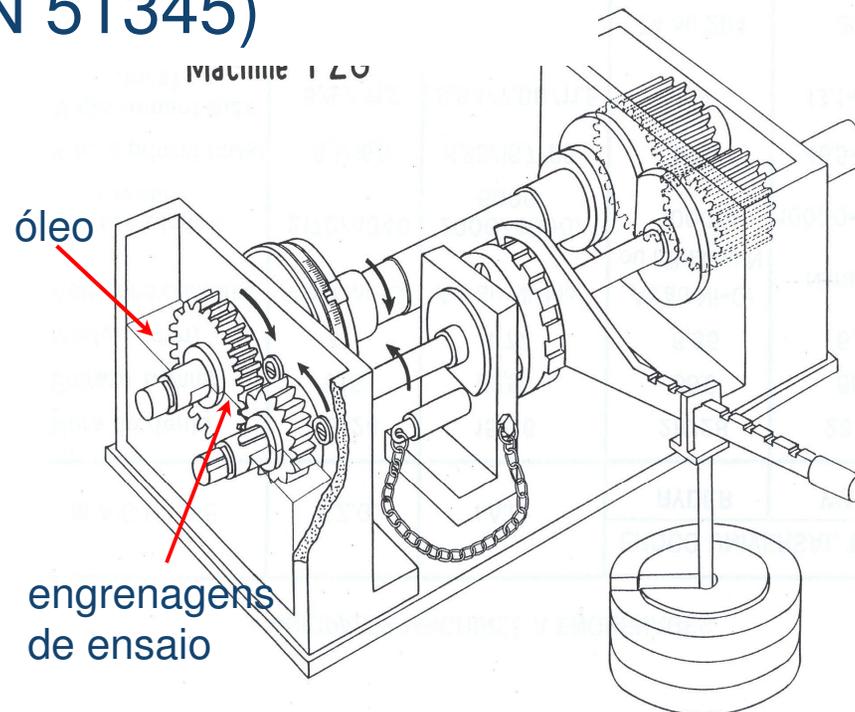
1- Óleo hidráulico / Propriedade Anti-desgaste



Máquina FZG (DIN 51345)

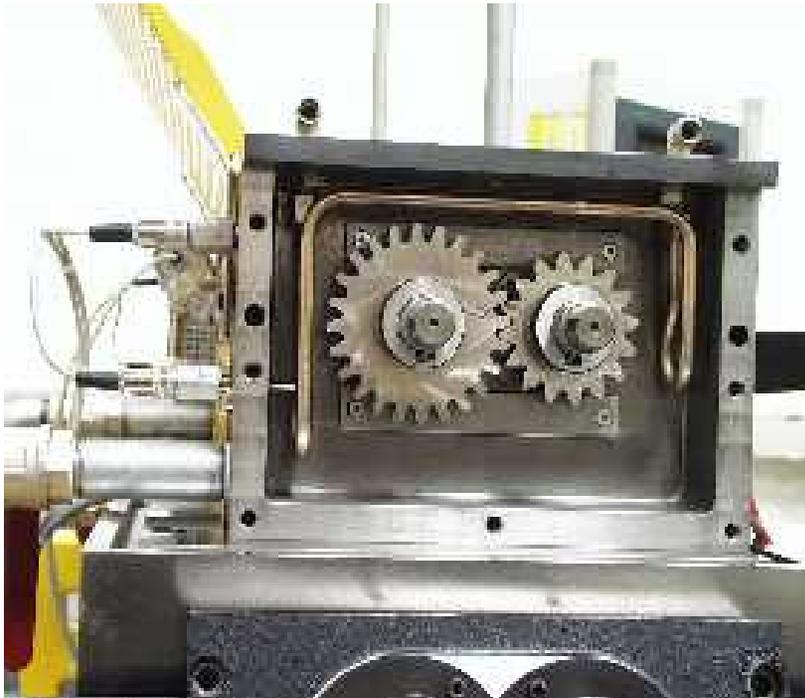
PRINCÍPIO

Um sistema de engrenagens ,
lubrificado com o óleo de ensaio,
funcionando durante um
determinado tempo e ao final
inspeciona-se as engrenagens para
se determinar o desgaste. O
sistema é submetido à cargas
crescentes que permite determinar
a capacidade de proteção
antidesgaste do lubrificante.



Boas propriedades antidesgaste : estágio $\geq 10 - 12$
(este teste se aplica também aos óleos de turbina)

1-Teste FZG* (Four square gear oil tester)



1- Óleo hidráulico/ Compatibilidade Elastômero



TOTAL

ELASTÔMEROS Marcas comerciais	Símbolo ASTM	O. Minerais Parafínicos (HM, HV)	Soluções Água / Glicol (HFC)	Esteres fosfatos (HFDR)	Esteres orgânicos (HFDU)	Hidrocarbonetos aromáticos	Temperatura de utilização (°C)
<u>Butadieno Nitrílica Acrílica :</u> Perbunan N, Butacryl, Krynac, Buna N, Hycar 1203, Paracryl	NBR						-30 / +120
<u>Butadieno Estireno Isoprene :</u> Buna S, GRS	SBR						-30 / +100
<u>Cloroprene :</u> Néoprène, Perbunan C	CR						-40 / +120
<u>Isobutileno Isoprene :</u> Butyl	HR						-40 / +120
<u>Borracha natural :</u> Isoprene	NR / IR						-30 / +100
<u>Silicone :</u> Silastic	SI						-80 / +250
<u>Fluorsilicone :</u>	FSI						-70 / +220
<u>Elastômeros fluorados :</u> Viton, Fluorel, Kel F	FPM						-30 / +250
<u>Poliacrilato :</u> Rycar 4021	ACM						-15 / +170
<u>Poliétileno clorosulfonado :</u> Hypalon	CSM						-50 / +120
<u>Etileno Propileno :</u> Nordel	EPDM						-50 / +130
<u>Poliuretano :</u> Vulkolan, Adiprène, Vibrathane	EU						-40 / +100
<u>Poli tetrafluoretileno :</u> Téflon, Fluon, Hostaflon, Agoflon	PTFE						-200 / +260
<u>Polisulfur de etileno :</u> Thiokol	T						

	COMPATÍVEL
	LIMÍTROFE
	INCOMPATÍVEL

2- Engrenagens e Mancais Industriais



- **Questões a se abordar :**

- **Tecnologia :**

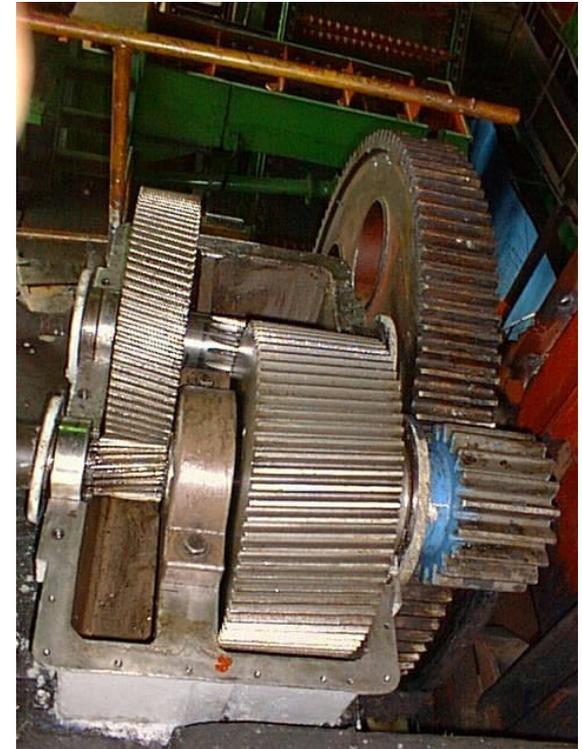
- Engrenagens :
 - Dentes retos ou hipóides
 - Engrenagens sem-fim (CARTER SY)
 - Engrenagens abertas (Revestimentos) ...
- Mancais :
 - Lisos ou de rolamentos
 - ⇒ Lubrificação com óleo ou graxa

- **Recomendação do construtor :**

- Natureza do lubrificante : óleo (mineral/sintético), graxa ...
- Nível de performance : especificações ISO, DIN ...
- Grau de viscosidade: ISO VG, AGMA ..
- Exemplo(s) de produtos

- **Produto utilizado : Confirma a recomendação do fabricante ??**

- Nome do produto / Nível de performance
- Grau de viscosidade / tipo de óleo : mineral ou sintético
- Compatível com o produto proposto pela Total ??



2- Engrenagens e Mancais Industriais



Questões a se abordar :

- *Parâmetros de operação :*

- **Temperatura de funcionamento :**

- Grande variação de temperatura \Rightarrow óleo sintético
- Partida a frio ou baixa temperatura \Rightarrow óleo sintético
- Altas temperaturas de funcionamento \Rightarrow óleo sintético

- **Carga / Torque :**

Grandes cargas \Rightarrow propriedades de extrema-pressão (EP)

- **Choques / Vibrações : aditivos sólidos (KASSILLA GMP)**

- **Velocidade de rotação : escolha da viscosidade**

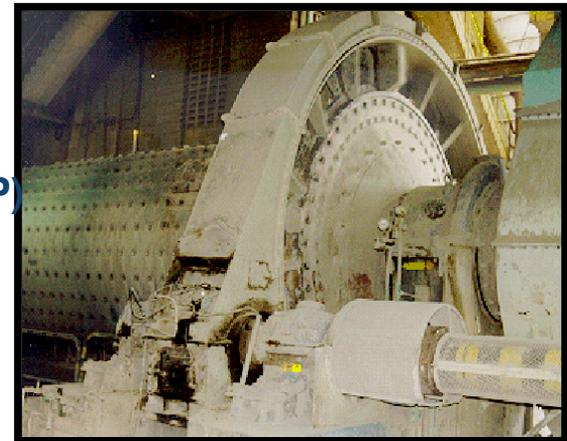
Alto RPM \Rightarrow baixa viscosidade

- **Método de lubrificação :**

Salpico(banho), spray, lubrificação com perda, lubrificação forçada ...

- **Meio ambiente / Poluentes :**

- Contaminação da água (CARTER VP/CS),
- poeira ...



- *Outros:*

- **Compatibilidade com vedantes, pintura & componentes metálicos ...**

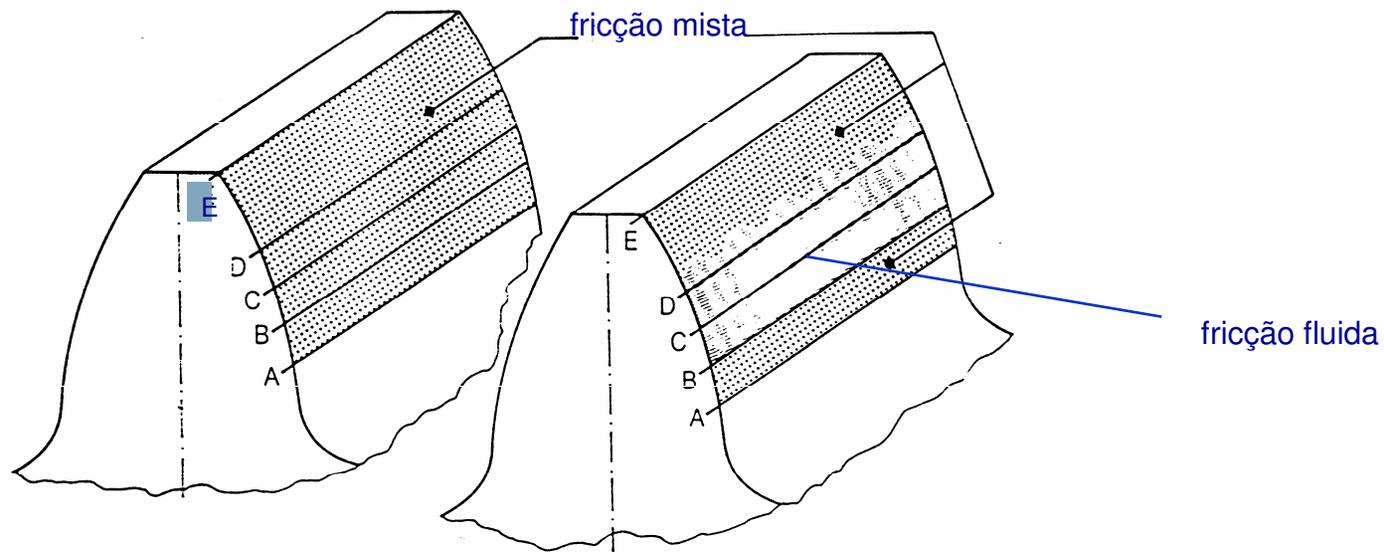
- **Alguns contatos com alimentos \Rightarrow produtos homologados NSF USDA H-1**

- **Intervalo de troca : longos períodos \Rightarrow óleo sintético**

2- Engrenagens Industriais



Área de Contato Coroa/Pinhão



2- Viscosidade de Engrenagens Industriais



Cálculo do fator carga/velocidade = k_s / v

para engrenagens **cilíndricos e cônicos** sem separação de eixos:

$$\frac{k_s}{v} = \left[\frac{F_t}{b \cdot d_1} \cdot \frac{u+1}{u} \cdot Z_H^2 \cdot Z_K^2 \cdot K_A \right] / v$$

- v Velocidade periférica à circunferência primitiva de referência [m/s]
- F_t Carga periférica (nominal) [N]
- b Largura do dente [mm]
- d_1 Diâmetro de circunferência primitiva de referência [mm]
- u Relação de engrenamento
- Z_H Fator de zona
- Z_K Fator de relação de contato
- K_A Fator de aplicação

para engrenagens **sem fim**:

$$\frac{k_s}{v} = \frac{T_2}{a^3 \cdot n_s} \cdot K_A$$

- v Velocidade periférica [m/s]
- T_2 Par de saída [Nm]
- a Distância entre eixos [m]
- n_s Velocidade do sem fim [min⁻¹]
- K_A Fator de aplicação

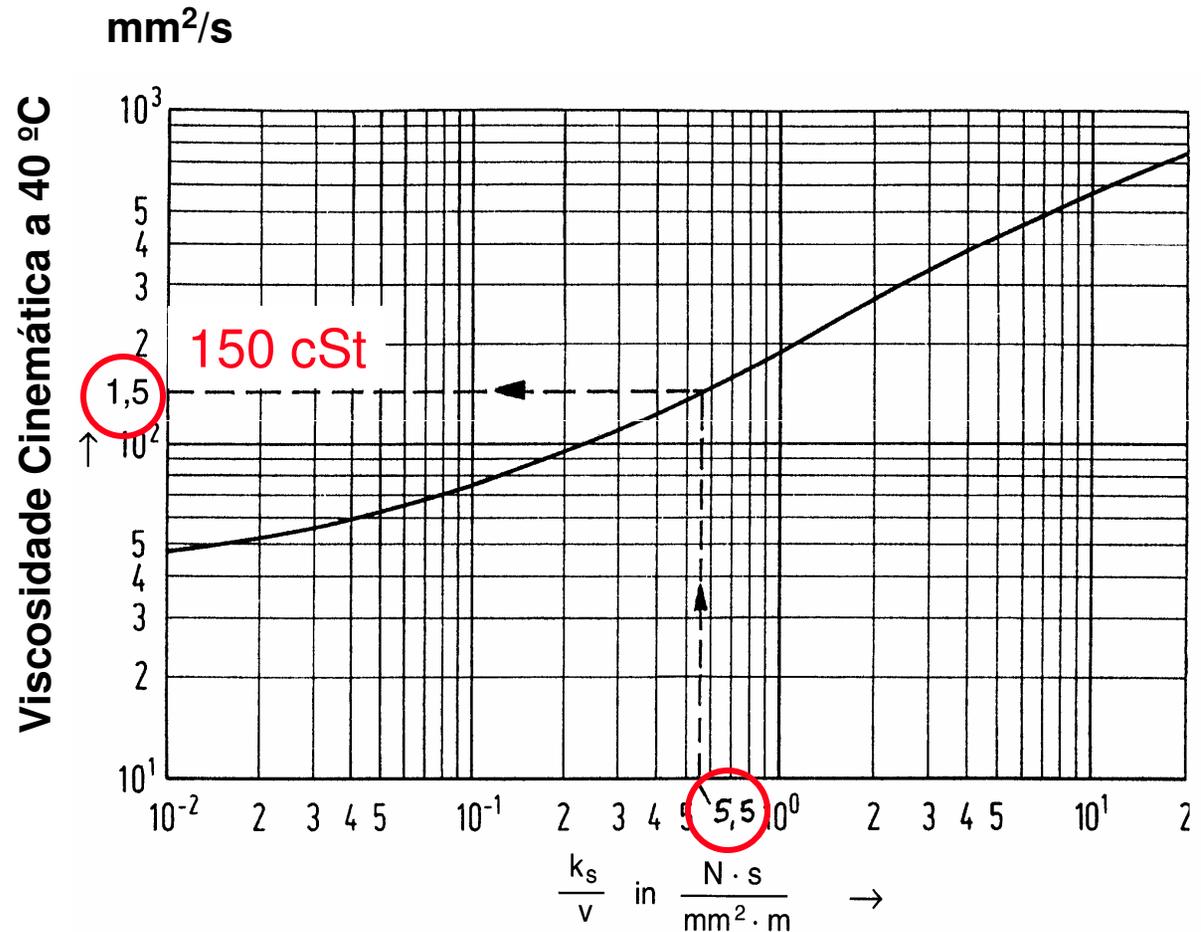
O fabricante do redutor realiza o Cálculo

2- Viscosidade de Engrenagens Industriais



Viscosidade conforme DIN 51509

- engrenagens cilíndricas+cônicas sem rolagem
- óleos minerais
- temperaturas do óleo de carter ~70 °C



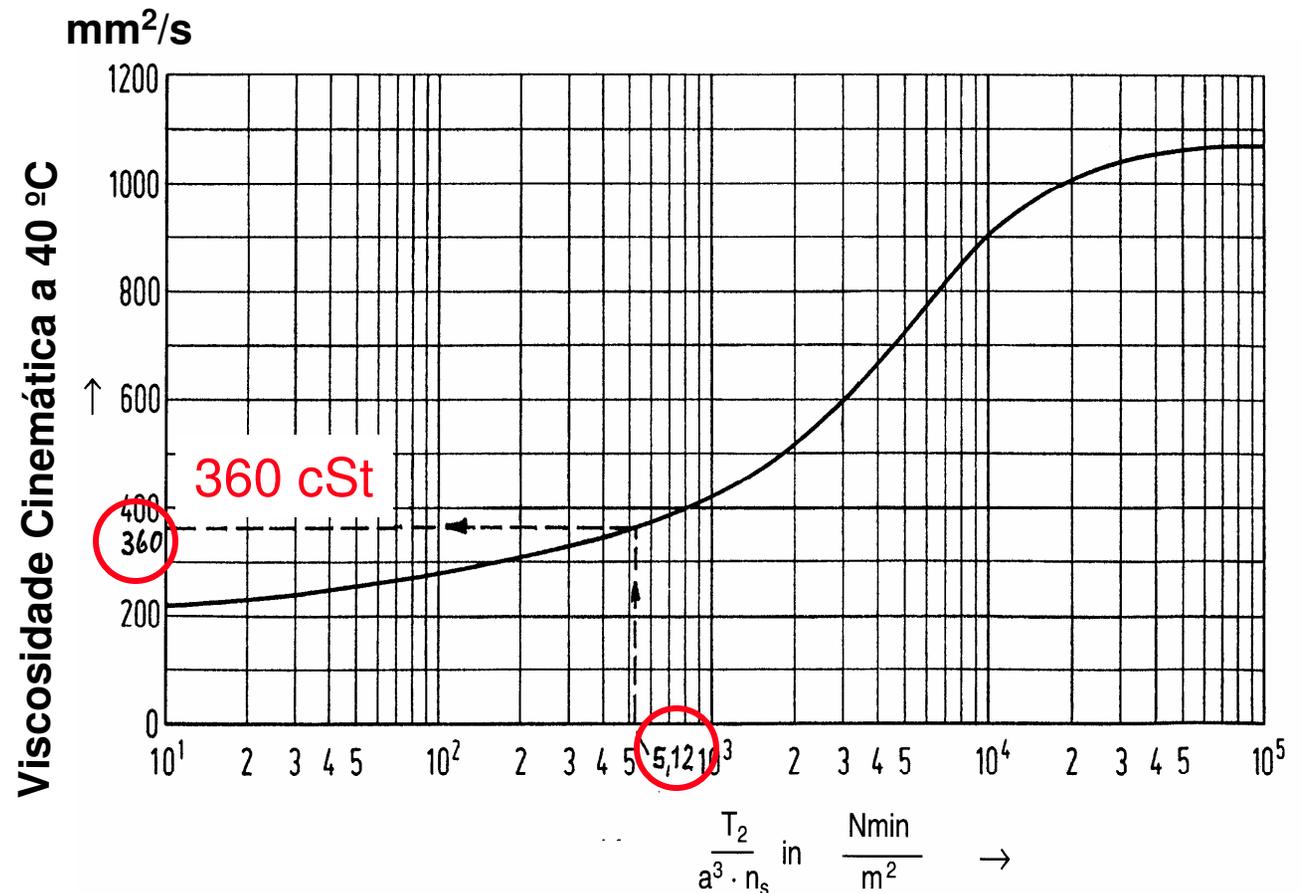
$$\text{Fator carga/velocidade} = k_s / v = 5,5$$

2- Viscosidade de Engrenagens Industriais



Viscosidade
conforme DIN
51509

- engrenagens **sem fim**
- óleos minerais
- temperaturas do óleo de carter ~70 °C

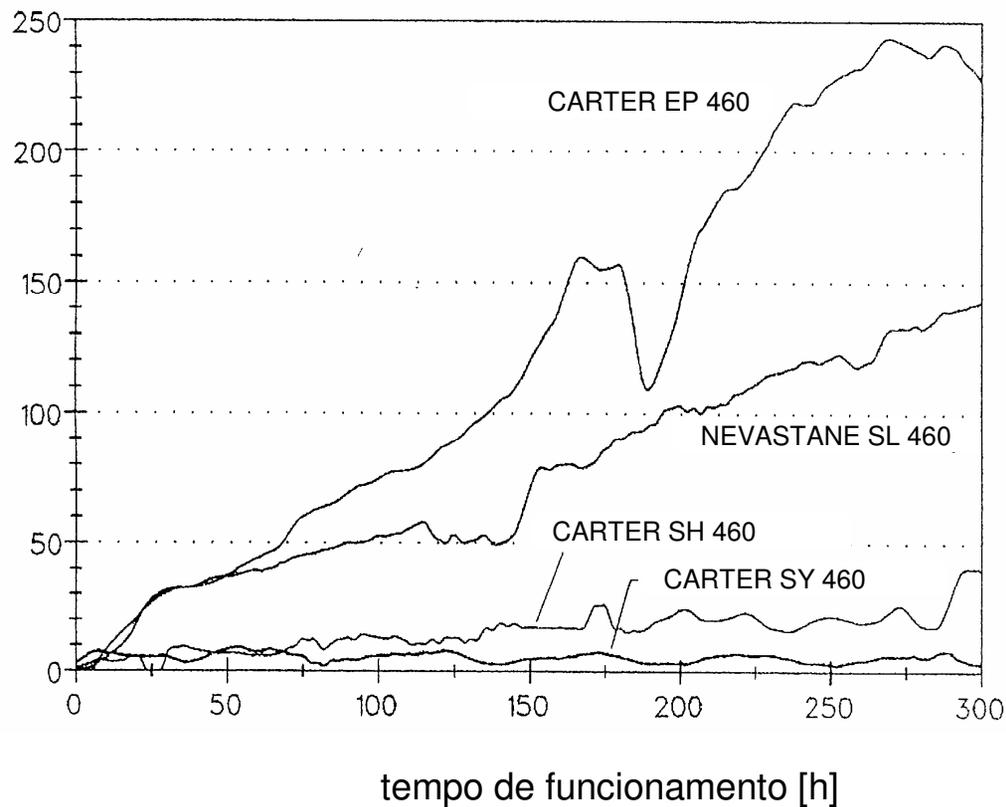


Fator carga/velocidade = $k_s / v = 5,12$

2- Desempenho dos Óleos



desgaste [μm]



Engrenagem de ensaio:

Flender CUW 63

$i = 1 : 39$; $a = 63$ mm

sem fim 16MnCrS5

coroa GZ - CuSn12Ni

Condições de ensaio:

Rodagem:

velocidade de entrada: 350 1/min

torque de saída: 24 hs a 100 Nm

24 hs a 200 Nm

2 hs a 300 Nm

Funcionamento permanente:

velocidade de entrada: 350 1/min

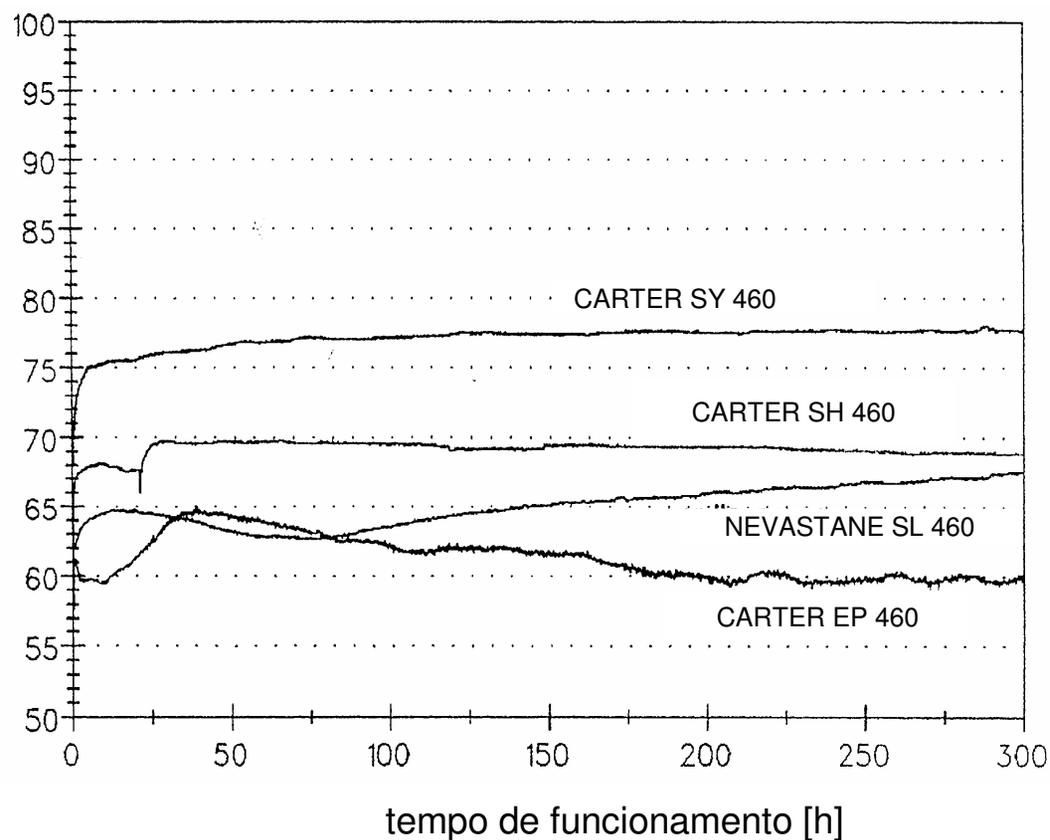
torque de saída: 300 Nm

2- Desempenho dos Óleos



TOTAL

eficiência [%]



Engrenagem de ensaio:

Flender CUW 63

$i = 1 : 39$; $a = 63$ mm

sem fim 16MnCrS5

coroa GZ - CuSn12Ni

Condições de ensaio:

Rodagem:

velocidade de entrada: 350 1/min

torque de de saída: 24 hs 100 Nm

24 hs 200 Nm

2 hs 300 Nm

Funcionamento permanente:

velocidade de entrada: 350 1/min

torque de saída: 300 Nm

2- Desempenho dos Óleos



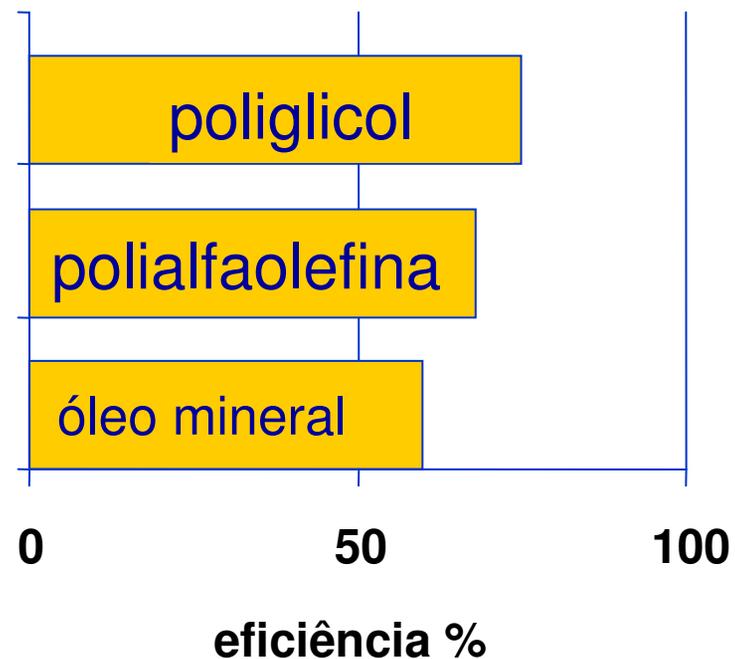
Ensaio para engrenagens sem fim:

relação de transmissão $i = 40$

distância entre eixos $a = 63 \text{ mm}$

velocidade do sem fim $n_1 = 350 \text{ min}^{-1}$

par de giro de saída $M_2 = 300 \text{ Nm}$

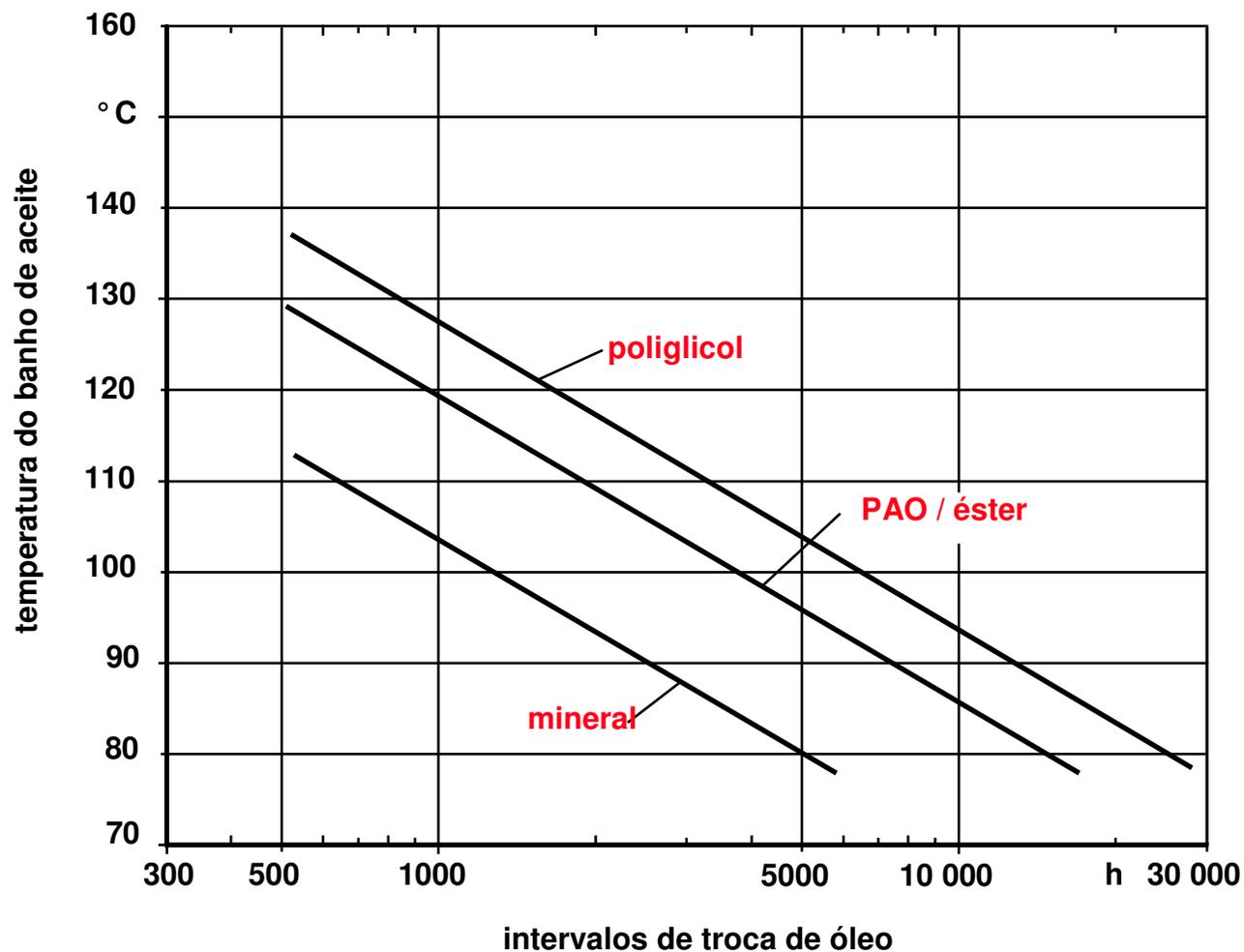


Os coeficientes de fricção extremamente baixos dos óleos de poliglicol levam a um aumento da eficiência até 15 %!

2- Desempenho dos Óleos



TOTAL



2- Engrenagens Industriais



Lubrificantes para engrenagens industriais

TOTAL	APPLICATIONS
CARTER EP 68 a 3000	Óleo mineral para engrenagens industriais, com aditivo de Extrema Pressão. Atende ISO 6743 CKD. (nível API GL-4). (ISO VG 1500 a 3000 : óleos semi-sintéticos).
CARTER VP/CS 220 a 680	Óleo mineral para engrenagens industriais recomendado em utilizações severas de uso : carga pesada, calor, umidade ou meio corrosivo. Protege o equipamento contra a corrosão durante as fases de parada. Proteção contra micro-pitting (Flender). Atende ISO 6743-6/CKD.
KASSILLA GMP 220 a 680	Óleo Mineral com alto nível de sólidos : Grafite e Bissulfeto de Molibdênio (MoS2). Conveniente para engrenagens com cargas pesadas, choques e vibrações. Excelente estabilidade térmica. Defende contra o micro-pitting (Flender). Atende ISO 6743 CKE & API GL-4.
CARTER SY 220 a 460	Óleo sintético (poliglicol) com alta taxa de deslizamento. Especialmente conveniente para redutores com engrenagem sem-fim. ATENÇÃO para a incompatibilidade entre óleos minerais e sintéticos (PAO), e também para a compatibilidade com juntas e tintas. Atende ISO 6743-6 CKS / CKT.
CARTER SH 150 a 460	Óleo sintético (PAO) especialmente conveniente para redutores sob extrema temperatura (baixa ou alta). Completamente compatível com óleos minerais. Atende ISO 6743/CKD/CKT (nível API GL-4).
CARTER ENS/EP CARTER EN 200	Lubrificante plástico para engrenagens abertas , cabos e correntes. Atende ISO-L-CKJ.
Keystone Nevastane EP & SL	Óleos minerais (EP) e sintéticos (SL) para engrenagens industriais da indústria alimentícia . Atende completamente a especificação USDA H-1 .

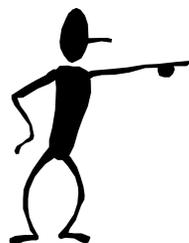
2- Engrenagens Industriais



TOTAL

A escolha de óleos de engrenagem :

	Altas Cargas	Altas Temperaturas	Ambiente úmido	Atrito	Choques
CARTER EP	++	+	+	+	+
CARTER VP/CS	+++	++	+++	+	++
KASSILLA GMP	++	+	+	+	+++
CARTER SY	++	+++	+++	+++	+
CARTER SH	++	+++	+	+	+
CARTER ENS/EP	+	+	++	++	++
FMO AW	++	+	+	+	+
SFGO	++	+++	+	+	+
NEVASTANE EP	++	+	+	+	+
NEVASTANE SL	++	+++	+	+	+



Atenção:
Verifique a compatibilidade do
CARTER SY com vedantes, pinturas
e óleos minerais

2- Mancais Industriais



TOTAL

Lubrificantes para mancais (óleos de circulação)

TOTAL	USO
CIRKAN C 32 à 320	Óleos minerais. Lubrificação com perda de óleo ou engrenagens fechadas para movimentos, juntas, rolamentos, correntes ou engrenagens em condições leves de utilização.
CIRKAN RO 32 à 460	Óleos minerais. Lubrificação de mecanismos e dos sistemas hidráulicos que operam sob condições adversas de temperaturas. Boa resistência oxidação e proteção contra a corrosão . ISO HL
CIRKAN ZS 220 & 320	Óleos minerais. Movimentos e sistemas mecânicos operando em condições severas de lubrificação: propriedades antidesgaste e resistência a oxidação.
CARTER EP 68 à 3000	Óleos minerais para engrenagens industriais e mancais quando um óleo de extrema-pressão é recomendado. ISO 6743 CKD (nível API GL-4). (ISO VG 1500 a 3000: lubrificantes semi-sintéticos).
CARTER SH 150 à 460	Óleos sintéticos (PAO) para engrenagens e mancais operando em condições de baixas/altas temperaturas. Comparado com um óleo mineral, recomenda-se usar um grau viscosidade mais elevado e assim limitar o desgaste das engrenagens . ISO 6743/CKD/CKT (nível API GL-4)

2- Mancais Industriais



TOTAL

A escolha para mancais (óleos de circulação)

	Altas Cargas	Altas Temperaturas	Ambiente úmido	Atrito / Deslizamento
CIRKAN C	+	+	+	+
CIRKAN RO	+	++	++	+
CIRKAN ZS	++	++	++	++
CARTER EP	+++	++	+	+
CARTER SH	+++	+++	+	+
LUBRIPLATE FMO AW	+++	++	+	+
LUBRIPLATE SFGO	+++	+++	+	+
NEVASTANE EP	+++	++	+	+
NEVASTANE SL	+++	++	+	+

3- Compressores de Ar e Bombas de Vácuo



TOTAL

- **Questões a se abordar :**

- **Tecnologia :**

- Compressores e bombas de vácuo :
 - Alternativos de pistões,
 - Rotativos de palhetas,
 - Rotativos de parafuso (seco ou lubrificado)
 - Rotativos de lóbulo (Roots)
 - Centrífugos...

- **Preconização do construtor :**

- Natureza do óleo : mineral, sintético ...
- Norma ; nível de especificações DIN, ISO ...
- Grau de viscosidade ISO VG
- Exemplo(s) de produtos

- **Produtos utilizados : Confirma a preconização do construtor ??**

- Nome do produto / nível de performance DIN, ISO ...
- Grau de viscosidade / Natureza do óleo : mineral ou sintético
- Compatibilidade com o produto proposto pela Total



3- Compressores de ar & Bomba de vácuo



- **Questões a se abordar :**

- *Parâmetros de funcionamento :*

- **Compressores de ar : temperatura de descarga**

- Muito alta \Rightarrow limite dos óleos minerais

- **Bomba de vácuo : nível de vácuo**

- Primário / Secundário / Terciário

- **Intervalo de troca :**

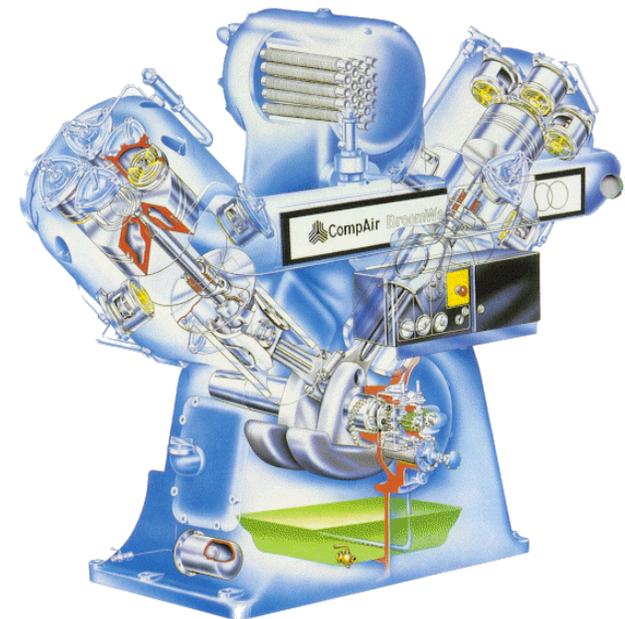
- Espaço utilizado = espaçamento desejado ??
 \Rightarrow Mudança para um óleo sintético ??

- **Meio ambiente / Poluição:**

- Qualidade do ar comprimido (corrosivo, ácido...)
 - Poeira, presença de água ...

- *Diversos :*

- **Compatibilidade com as juntas, pinturas e metais ...**
- **Idade do compressor (depósitos eventuais)**
- **Contatos alimentares (produtos NSF USDA H-1)**



3- Compressores de Ar / Depósitos

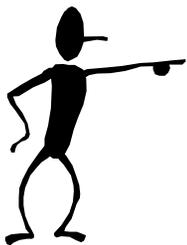
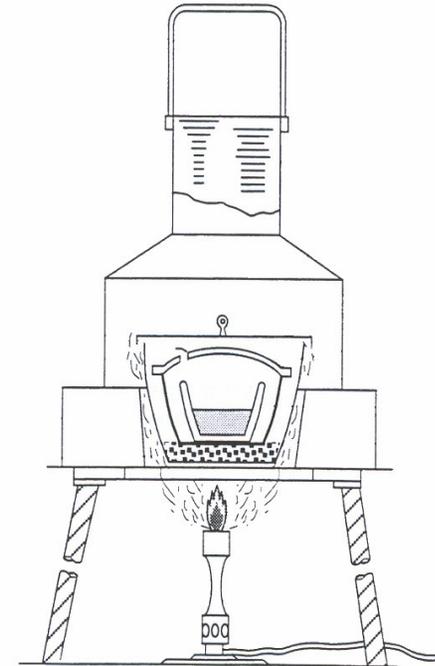


Resíduo de carbono Conradson

PRINCÍPIO :

Este teste dá **uma indicação sobre a tendência de um produto derivado de petróleo em formar depósitos.**

Uma quantidade pesada da amostra é colocada em um cadinho e aquecida a uma alta temperatura por um período fixo. O cadinho e o resíduo carbônico são refrigerados e pesados. O resíduo restante é calculado como uma porcentagem da amostra original e relatado como o resíduo do carbono de Conradson.

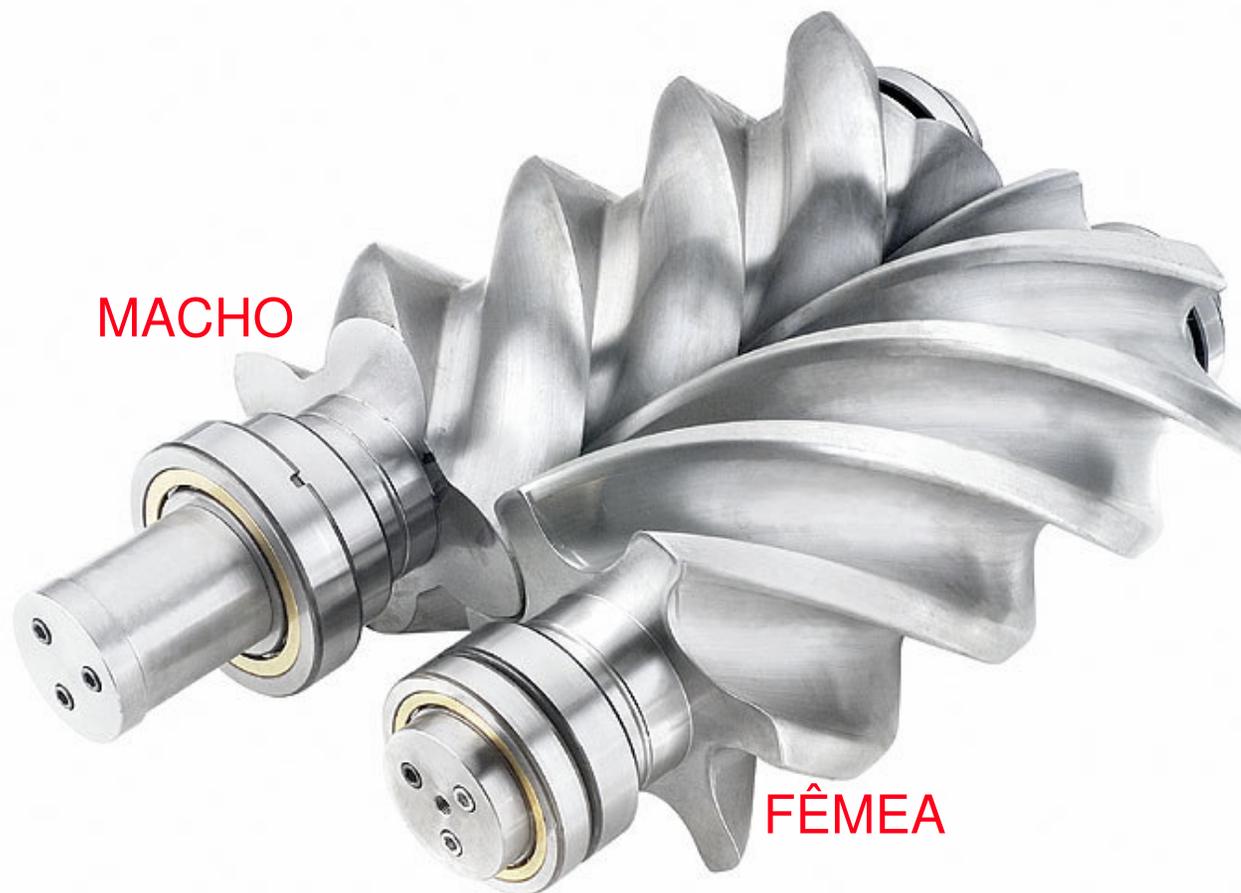


O resíduo baixo do carbono Conradson é requerido na especificação DIN 51506 VDL a fim reduzir os depósitos, que podem estar na origem da explosão do compressor de pistões (ponto quente).

3- Compressores de Ar de Parafuso



TOTAL



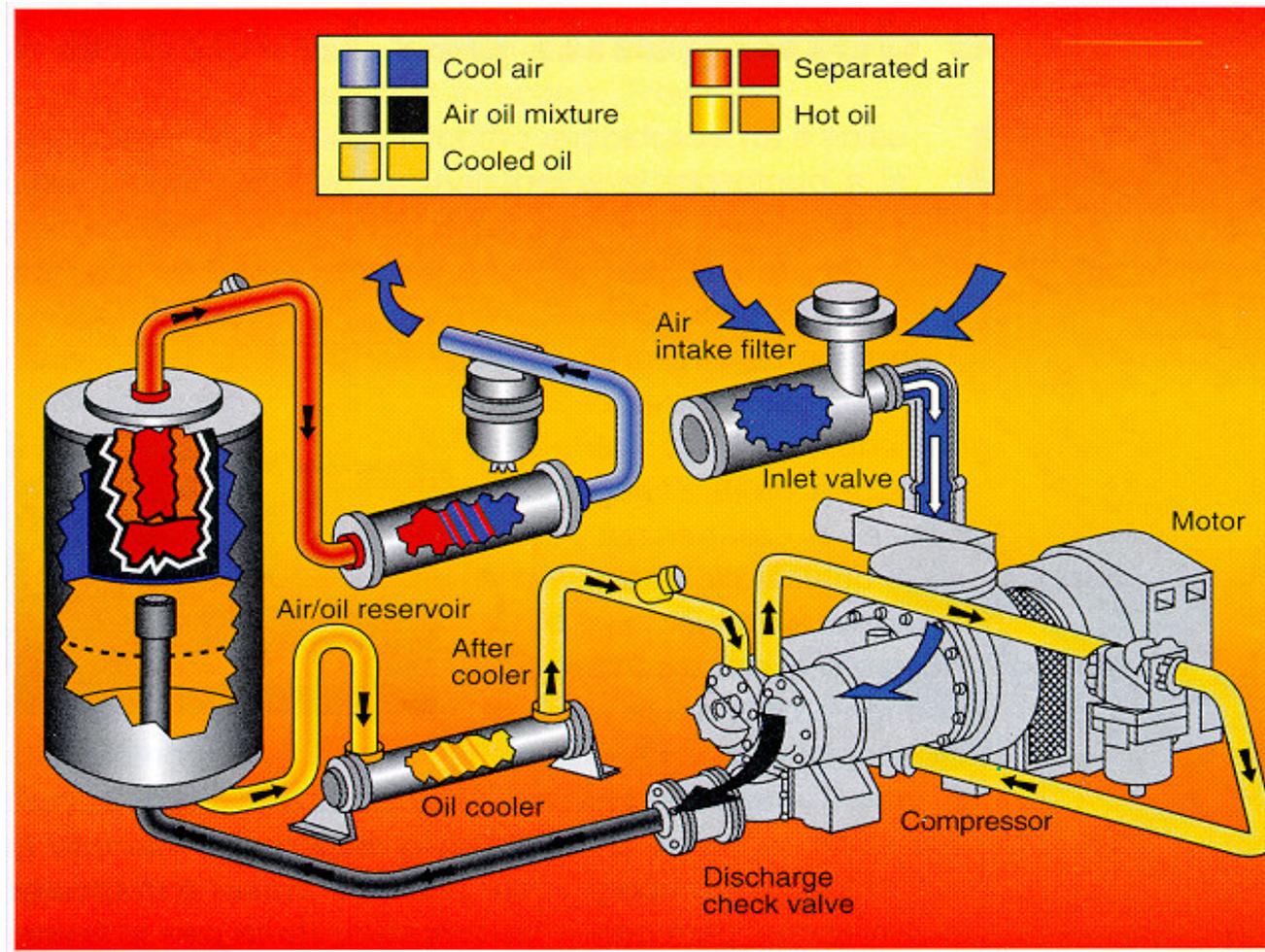
3- Compressores de Ar de Parafuso



TOTAL



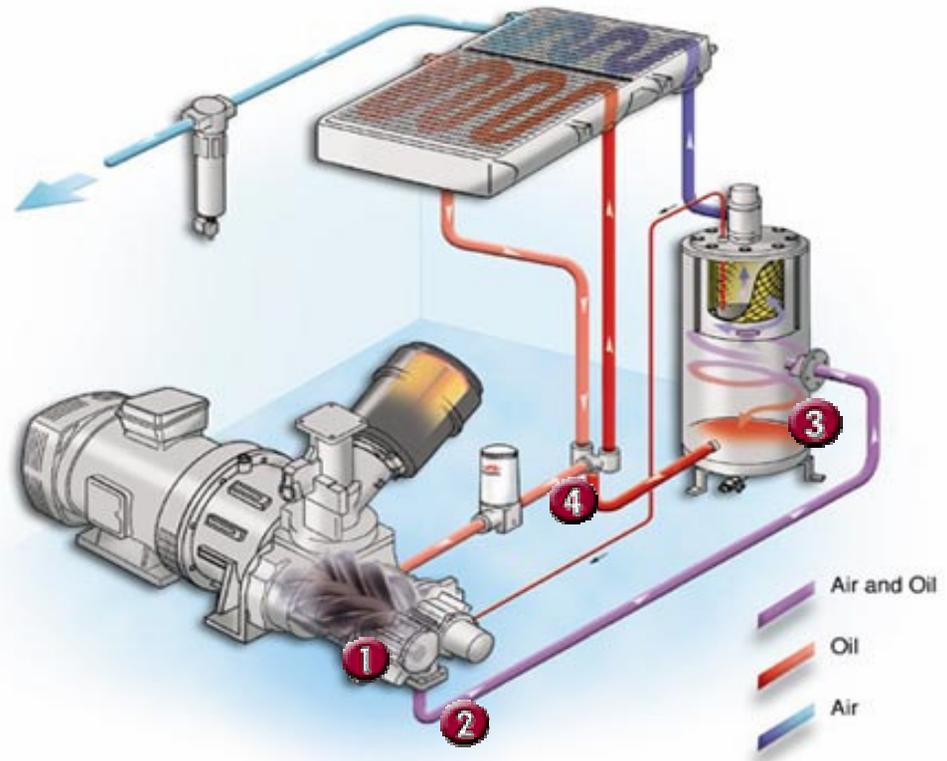
3- Compressores de Ar de Parafuso



3- Compressores de Ar de Parafuso



- 1 Parafusos
- 2 Rolamentos
- 3 Separador de Óleo
- 4 Filtro de Óleo



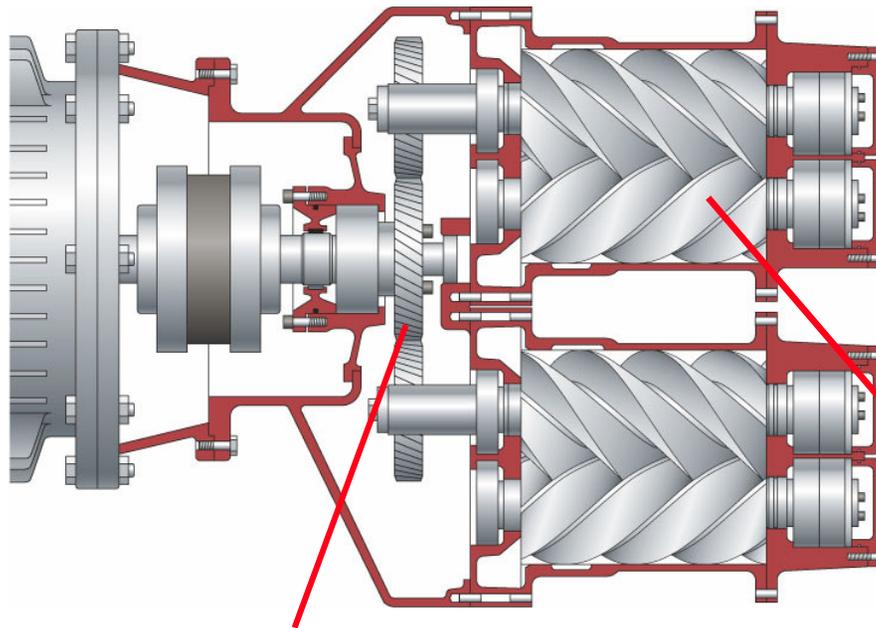
Oil is injected in the compression chamber.

The oil-air mixture is discharged (oil vapor and oil aerosols in the compressed air)

The oil separator removes only the oil aerosols out of the air stream (not the oil vapor !)

Compressed air leaves through the oil separator, cooler and filter

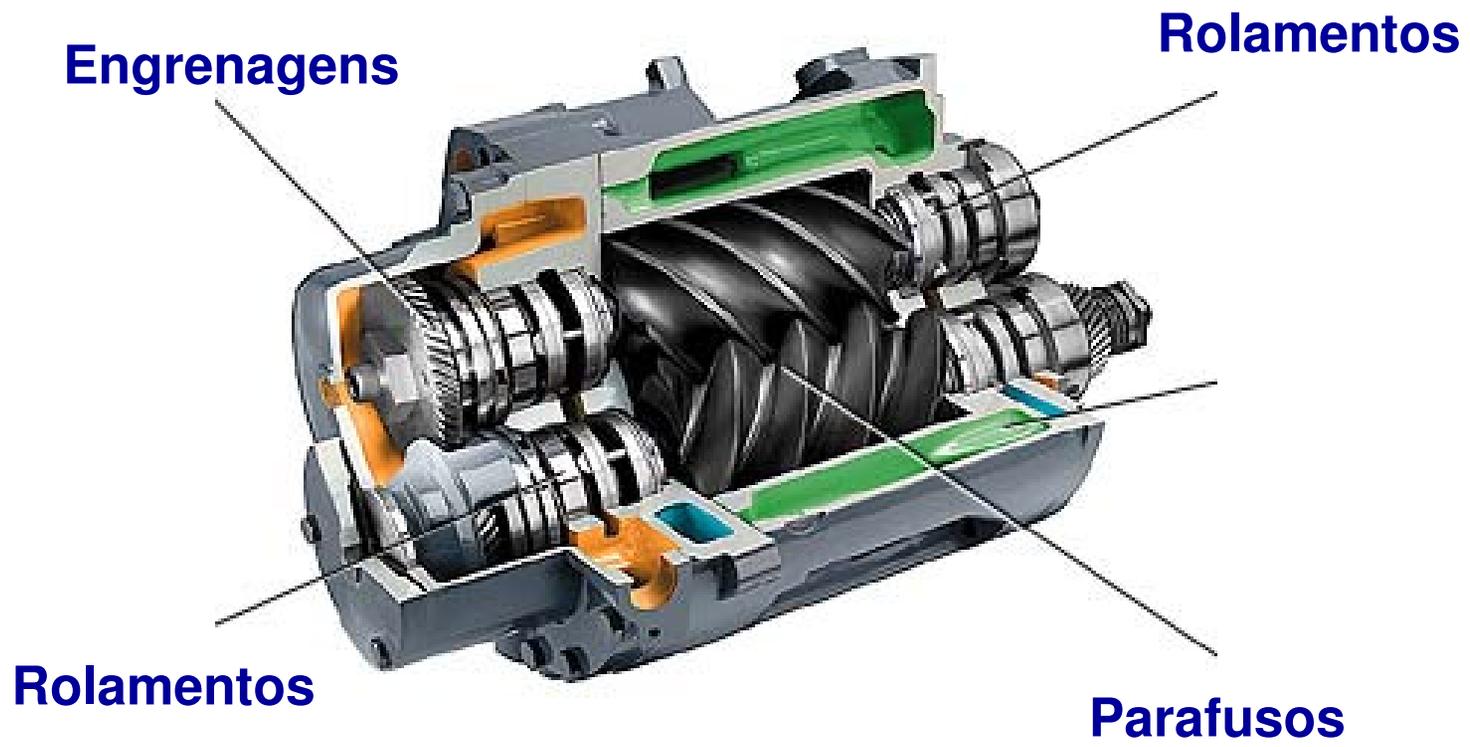
3- Compressores de Ar de Parafuso



Only one rotor is driven by a gear

Oil lubricated compression chamber

3- Compressores de Ar de Parafuso



3-Compressor Atlas Copco - Óleo Mineral



TOTAL



Problema:

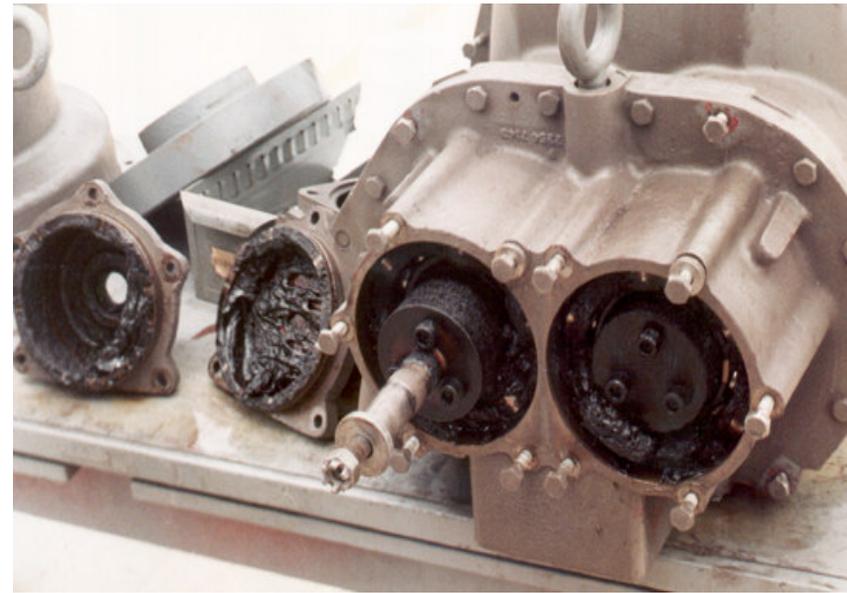
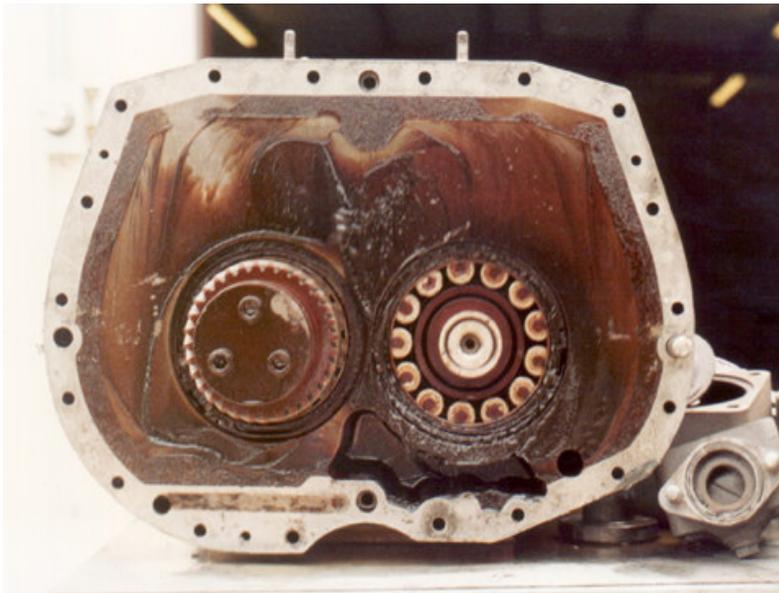
- Carbonização e envernizamento dos elementos.
- Curtos períodos para troca (1000 hs)
- Maior consumo de energia
- Desgaste prematuro do equipamento.
- Produto indicado : Dacnis SH 46



3-Compressor Atlas Copco - Óleo Mineral



TOTAL

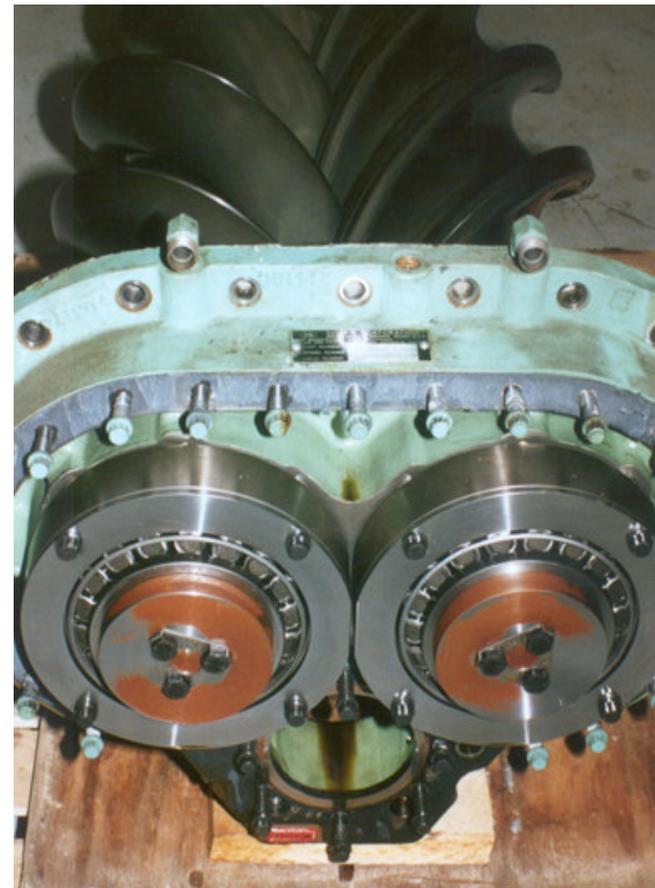


Observe a formação de lodos e carvão

3-Compressor Sullair - Óleo PAO



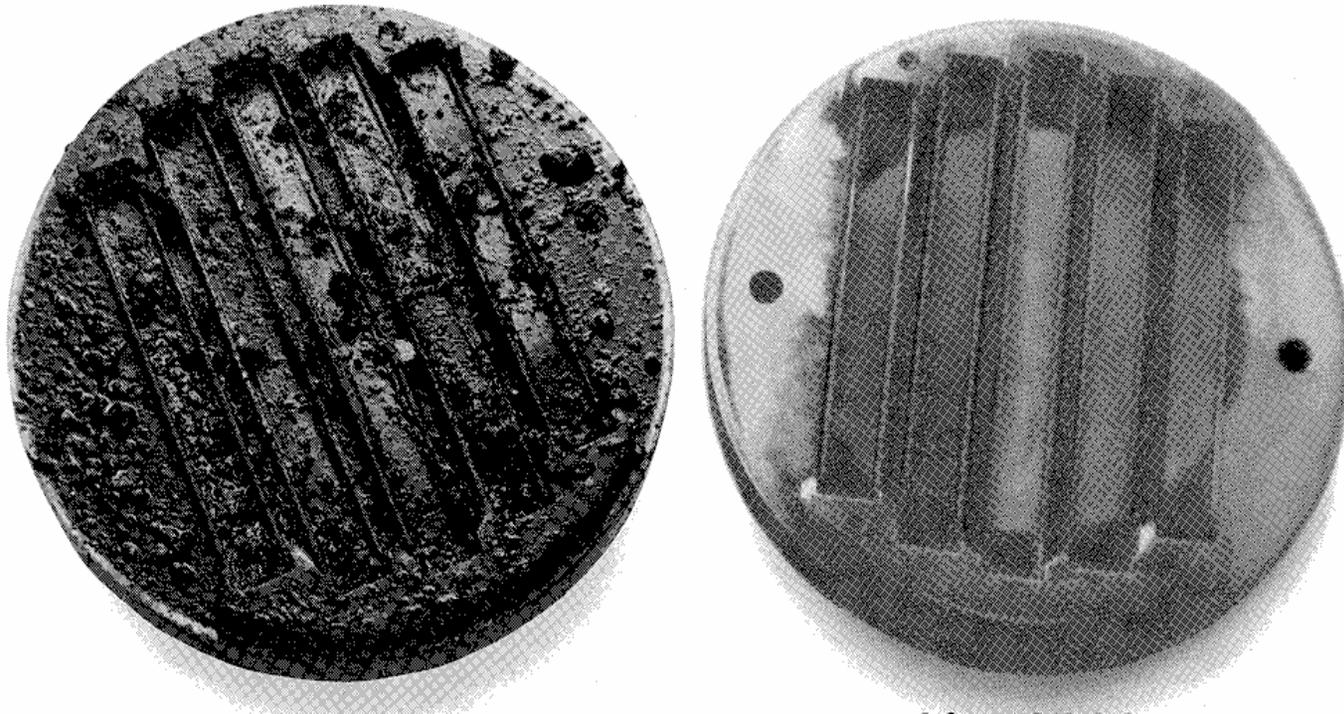
Depois de 10.000 horas sem troca.



3-Válvulas de Descarga



Óleo Mineral vs. Dacnis SH 46
1500 hrs. com residuo vs. 6000 hrs. limpa

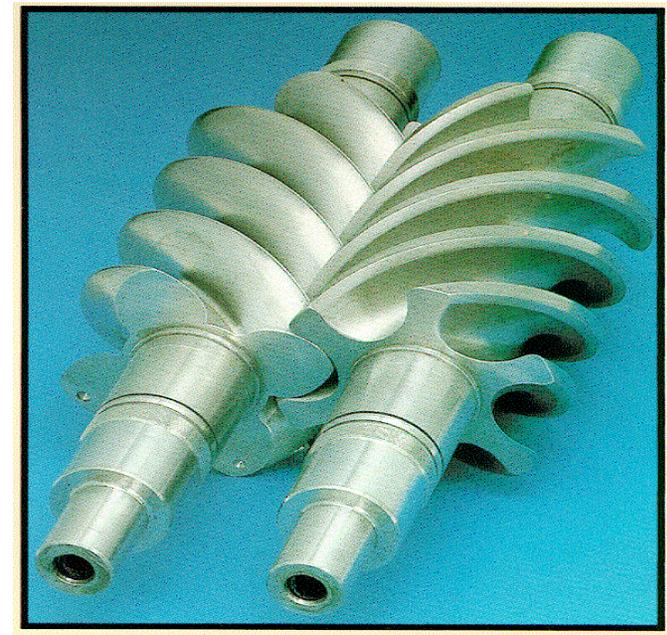


3- Compressores de Ar de Parafuso



Vantagens dos Óleos Sintéticos

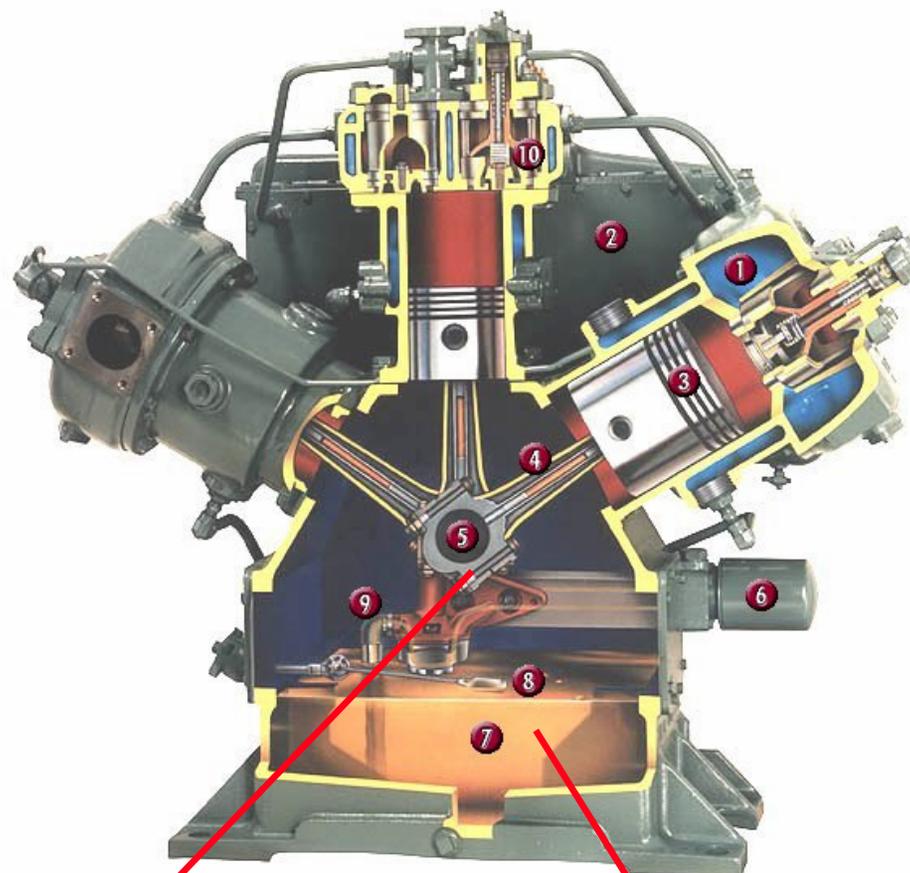
1. Vida útil do óleo maior, até 8.000 horas
2. Diminuição de depósitos de carbono e vernizes
3. Economia no consumo de energia de 2-5%
4. Temperatura do óleo mais fria
5. Descarga do ar comprimido mais frio
6. Menor consumo de óleo
7. Menos óleo na descarga
8. Menos ruído e vibrações



3-Compressor Alternativo de Pistão



TOTAL



**Óleo Transportado
aos Pistões**

Óleo Bombeado

3- Compressores de Ar & Bombas de vácuo



TOTAL

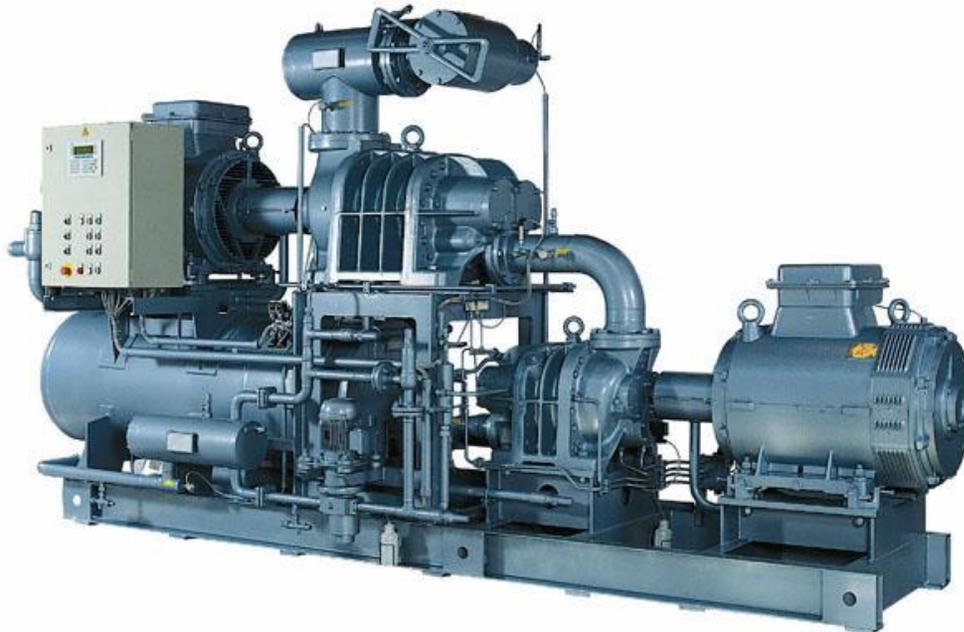
Lubrificantes para compressores de ar & Bombas de vácuo:

TOTAL	Aplicações
DACNIS P 68 a 150	Óleos minerais para compressores de ar alternativos tipo pistões e rotativos (grau 46).
DACNIS VS 32 a 150	Óleo mineral para compressores de parafuso. Intervalo de troca de até 4000 horas. Atende a norma DIN 51506 VDL.
DACNIS SH 32 a 100	Óleo sintético (P.A.O.) para compressores de ar Rotativo. Intervalo de troca estendido até 8000 horas. Totalmente compatível com óleos minerais. Atende a norma ISO 6743-3A DAJ.
DACNIS SE 46 a 100	Óleo sintético Di-éster para compressores de ar (alta pressão, rotativo (Ingersoll Rand) & turbo-compressor). Alta estabilidade. Total compatibilidade com vedantes. Atende a norma DIN 51506 VDL.
NEVASTANE 20 AW	Óleo que atende a especificação USDA H-1. Recomendável para compressores de ar quando houver a possibilidade de contato acidental com alimentos.
PV 100	Óleo mineral para bomba de vácuo. Vácuo secundário entre 10 ⁻³ mbar de ar ou gases neutros.
PV 100 PLUS	Óleo mineral para bomba de vácuo. Vácuo secundário entre 10 ⁻³ mbar de ar úmido.
PV SH 100	Óleo semi-sintético para bomba de vácuo, para gases ácidos ou corrosivos.

4- Compressores de Refrigeração



Compressor de Refrigeração de Parafuso



Compressor de Refrigeração de Pistão

4- Compressores de Refrigeração



- **Questões a se abordar :**

- ***Tecnologia :***

- Compressores de parafuso,
- Compressores centrífugos,
- ...

- ***Preconização do construtor :***

- Natureza do óleo : mineral, sintético ...
- Homologações, nível de especificações ...
- Grau de viscosidade ISO VG
- Exemplo(s) de produtos

- ***Produto em uso : Confirma a preconização do construtor ??***

- Nome do produto / nível de performance ...
- Grau de viscosidade / Natureza do óleo : mineral ou sintético
- Compatibilidade com o produto proposto pela Total



4- Compressores de Refrigeração

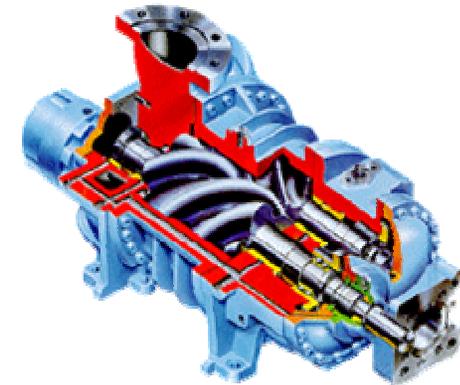


- **Questões a se abordar :**

- *Parâmetros de operação:*

- **Natureza do fluido de refrigeração :**

- CFC / HCFC (LUNARIA, LUNARIA FR & SK)
- HFC (PLANETELF ACD)
- **NH₃ AMÔNIA (LUNARIA NH & SH)**
 - ⇒ Reação química entre o lubrificante e o fluido



- **Temperatura de evaporação :**

- ⇒ Óleo Mineral ou sintético?

- **Intervalo de troca :**

- Intervalo de troca atual = recomendado pelo fabricante?
 - ⇒ Mudar para óleo sintético?
 - ⇒ Período de troca estendido por serviço de monitoramento ?



- **Meio-Ambiente / Poluentes :**

- Poeira, pó, água ...

- *Outros :*

- **Compatível com vedações, pintura e componentes metálicos**

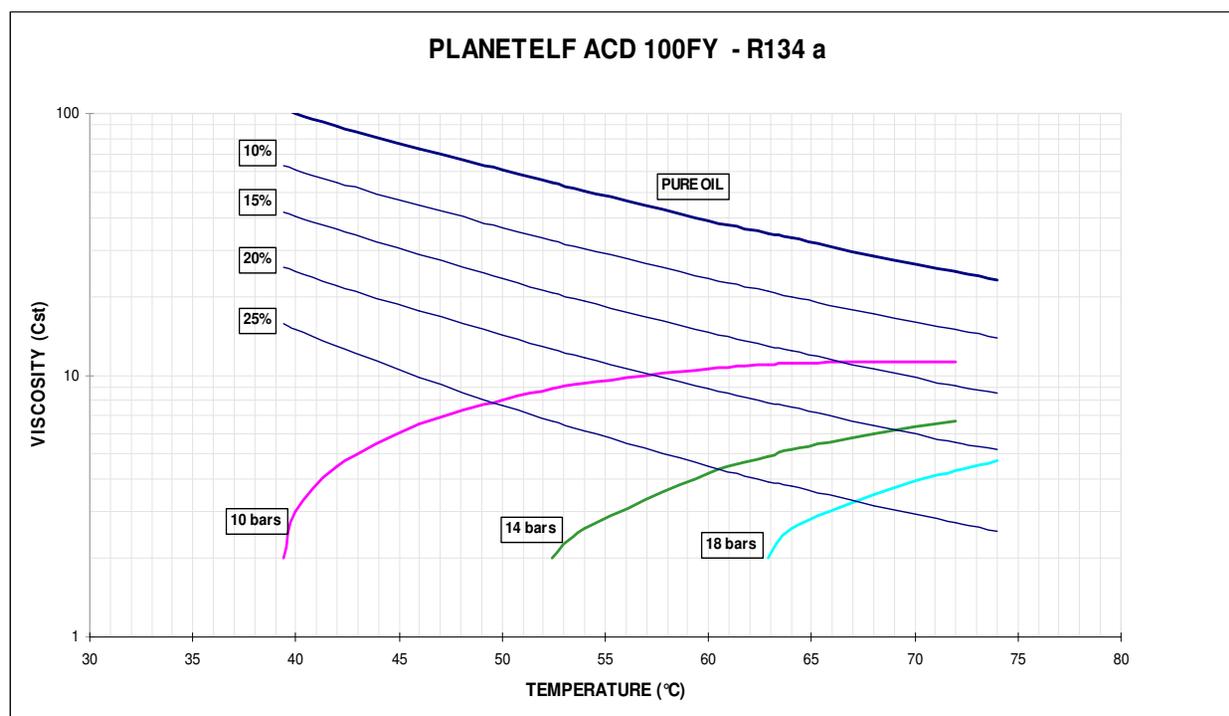
4- Compressores de refrigeração



TOTAL

Solubilidade do fluido refrigerante no lubrificante

Um viscosímetro de alta precisão mede a viscosidade do lubrificante sob diferentes pressões de gás, conforme o gráfico abaixo.



4- Lubrificantes Compressores de refrigeração



TIPO DE ÓLEO		TIPO DO FLUIDO REFRIGERANTE		
		CFC - HCFC - NH3 R12-R502- R22- FX10-FX56	HFC R134a-R404A- R507-R410A	Amonia NH3 (R 717)
S I N T É T I C O	POE		PLANETELF ACD	
	PAO			LUNARIA SH
	ALQUIL- BENZENO	LUNARIA SK		
MINERAL		LUNARIA FR		LUNARIA NH
		LUNARIA		

4- Lubrificantes Compressores de Refrigeração



TOTAL

TOTAL	Aplicação / Utilização
LUNARIA 32 e 46	Óleo mineral. Fluido refrigerante : CFC (R12), HCFC (R22) e Amonia (NH3) Temperatura de evaporação abaixo de -10 °C (CFC-HCFC) e -20 °C (NH3).
LUNARIA FR 32 a 150	Óleo mineral naftênico desparafinado. Fluido refrigerante : CFC, HCFC e Amonia (NH3) Temperatura de evaporação abaixo de -50 °C (CFC), -30 °C (HCFC) e -25 °C (NH3). Compatibilidade : baixo risco de obstrução do filtro de óleo durante a fase inicial.
LUNARIA SK 55, 100 e 150	Óleo sintético Fluido refrigerante : HCFC (R22) com uma temperatura de evaporação abaixo de -60 °C. Atenção para a compatibilidade com juntas
LUNARIA NH 46 e 68	Óleo mineral. Fluido refrigerante : NH3 com uma temperatura de evaporação abaixo de -30 °C. Produto particularmente resistente aos inconvenientes do gás NH3.
LUNARIA SH 46	Óleo semi-sintético (PAO). Fluido refrigerante (amonia) NH3 com uma temperatura de evaporação abaixo de -50 °C. Produto particularmente resistente aos inconvenientes do gás NH3.
PLANETELF ACD 22 a 220	Óleo sintético Poliolester (POE). Fluido refrigerante : HFC (R134a, R404A, R507,...) com uma temperatura de evaporação abaixo de -60 °C variando a miscibilidade. Verificar a compatibilidade com outros lubrificantes. Atenção para a compatibilidade com juntas.
PLANETELF PAG SP 20, 244 e 488	Óleo sintético Polialquilenoe glicol (PAG) para a climatização de veículos (Gás : R134a). Atenção para a compatibilidade com juntas.

5- Compressores de gás



- **Questões a se abordar:**

- ***Tecnologia:***

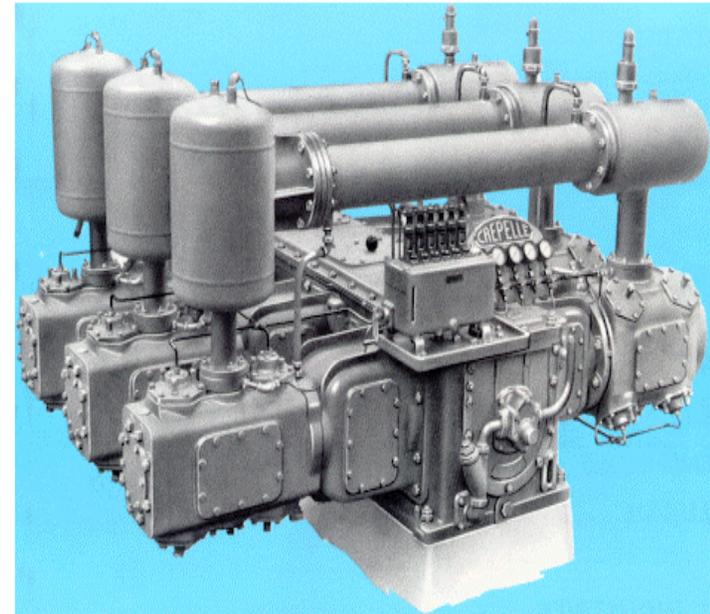
- Compressor alternativo (pistão),
- Compressor rotativo de parafuso,
- Compressor centrífugo,
- ...

- ***Recomendações do fabricante :***

- Tipo de lubrificante : mineral, sintético
- Aprovações, nível de performance ...
- Grau de viscosidade ISO VG
- Exemplo (s) de produtos

- ***Produto utilizado atualmente : Atende recomendação do fabricante?***

- Nome do produto / nível de performance
- Grau de viscosidade / Tipo de lubrificante : mineral ou sintético
- Completamente compatível com o(s) produto(s) da TOTAL?



5- Compressores de gás



- **Questões a se abordar :**

- *Contato entre Gás/ Lubrificante :*

- **SEM CONTATTO** ⇒ similar aos compressores de ar

- **COM CONTATO** ⇒ o gás pode reagir com o lubrificante e diminuir as propriedades do óleo.

- **Gás Inerte :**

- *He, Ar, Ne*
- *A baixa pressão : N₂, H₂, CO, CO₂, NH₃*

- **Gás ativo :**

- *Hidrocarbonetos (CnHm), O₂, HCl, Cl₂*
- *A alta pressão (≥ 100 bars) : N₂, H₂, CO, CO₂, NH₃*

- *Outros :*

- **Troca de óleo extendida com serviço de monitoramento (LUBIANA)**
- **Poluentes : poeira, contaminação por água**
- **Compatibilidade com vedações , tintas e componentes metálicos**

5- Compressores de gás



TOTAL

Categoria ISO 6743/3B	APLICAÇÕES	Gases	PRODUTOS
DGA	Gases não reagentes ou não diluentes.	N₂, A, He	DACNIS P, DACNIS VS, PRESLIA...
		CO₂<100 bars	ORITES GC 220 NEVASTANE 20 AW
	Altamente refinados Óleos minerais	H₂ < 100 bars	CIRKAN RO (220)
		NH₃	LUNARIA NH / ORITES TN LUNARIA SH 46
DGB	Mesmo que DGA, contendo mistura ou components condensados	H₂S, SO₂	PRESLIA
DGC	Gases altamente solúveis em óleos minerais, diminuindo a viscosidade	Hydrocarbons : C₂H₄ Ethylene	ORITES 270 DS / TW230S
		C_nH_m dry <i>Ex : propane</i>	ORITES 270 DS PRIMERIA LPG 150
		C_nH_m + moisture	DACNIS P 220 CD
		NH₃ > 100 bars	ORITES TN 32
		CO₂ > 100 bars	ORITES GC 220
DGD	Gases reagindo quimicamente com óleos minerais	HCl, Cl₂	Engine oil TBN > 20 PV SH 100
		O₂, Enriched Air	FOMBLIN
		CO > 10 bars	

6- Turbina de gás & vapor



TOTAL

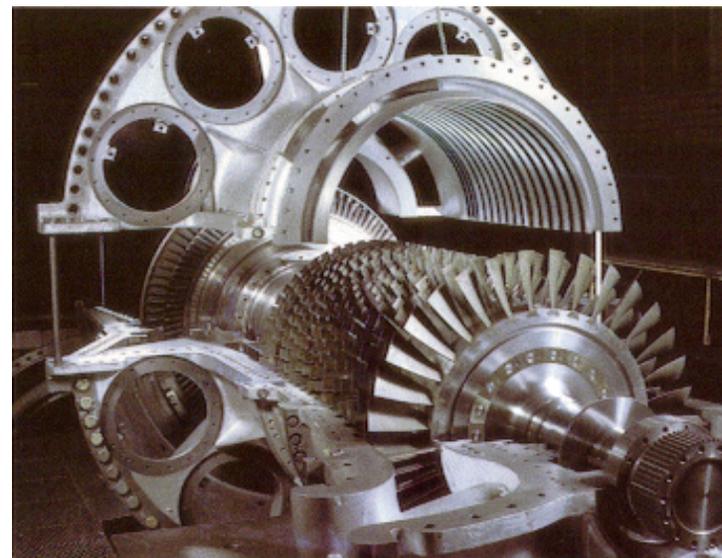
- **Questões a se abordar :**

- **Tecnologia :**

- Turbinas a gás ou a vapor
- Presença de engrenagens associadas

- **Recomendação do construtor :**

- Natureza do óleo : mineral, sintético ...
- Nível de especificações ISO TS. / TG.
- Grau de viscosidade ISO VG
- Exemplo(s) de produtos, homologação



- **Produto utilizado : Satisfaz as exigências do construtor ??**

- Nome do produto / nível de performance / homologação
- Grau de viscosidade / Natureza do óleo : mineral ou sintético
- Satisfação do produto utilizado / Duração de sua utilização
- Compatibilidade com o produto proposto pela Total

- **Parâmetros de funcionamento :**

- Altas temperaturas => Resistência elevada a oxidação
- Contaminação da carga : presença d'água ou de gás de combustão

6- Óleos de turbina / Resistência à oxidação



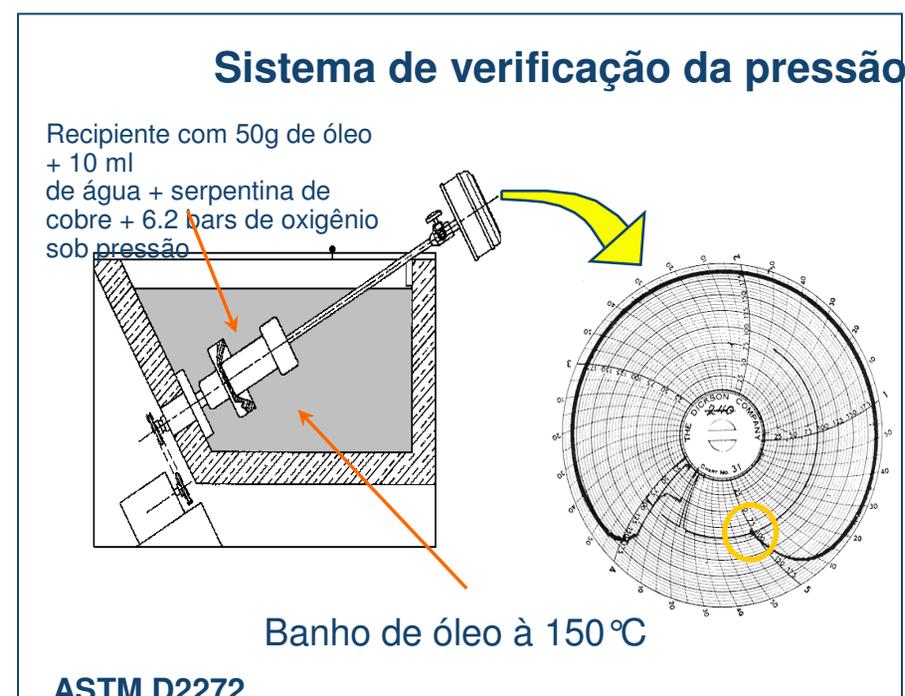
TOTAL

- **Resistência à oxidação : RBOT** (Rotary Bomb Oxidation Test)

PRINCÍPIO :

Uma amostra de óleo de turbina, misturada com água, é introduzida em um recipiente contendo uma serpentina de cobre. O conjunto é levado a alta temperatura sob pressão do oxigênio. Acompanha-se a evolução da pressão em função do tempo.

O RBOT frequentemente é utilizado para se **estimar a resistência de um óleo de turbina à oxidação e consequentemente a sua vida útil.**



VEJA TAMBÉM : TOST (*Turbine Oxidation Stability Test*)

6- Óleos de turbina / Presença de ar



TOTAL

A presença de ar provoca sempre graves perturbações: oxidação do óleo, cavitação, degradação dos mancais, falha de lubrificação & queda das propriedades do óleo. Duas propriedades diferentes permitem avaliar a presença de ar no lubrificante: propriedades antiespumante & velocidade de desaeração.

- **Propriedade antiespumante**

Tem por objetivo , evitar a formação de espuma na superfície.
Injeta-se 95 ml/min de ar em 190 ml de óleo à 24°C durante 5 min.
Mede-se o volume de espuma formado e sua persistencia durante o tempo.

NF T 60129 / ASTM D 892 / ISO 6247

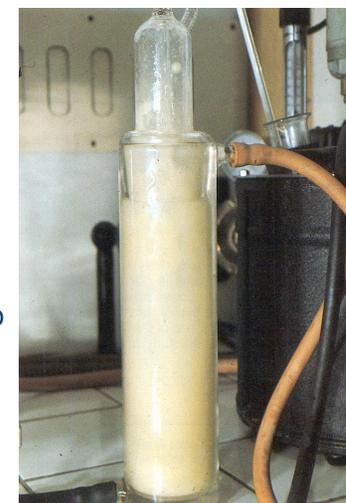


- **Velocidade de desaeração**

Se o ar é introduzido no sistema, o importante é que ele possa escapar do óleo o mais rápido possível (fenômeno de compressão). Esta velocidade de desaeração é avaliada conforme o teste abaixo :

O teste consiste em se saturar de ar a amostra de óleo por insuflamento através de um bocal, depois de seguir a evolução do teor de ar em função do tempo pela medida da densidade com a ajuda de uma balança hidrostática. Os tempos de desaeração medidos nos óleos novos estão compreendidos entre 4 e 10 min conforme o grau ISO VG.

NF T 60149 / DIN 51381



6- Lubrificantes para turbinas de vapor & gas



TOTAL

TOTAL	APLICAÇÕES
PRESLIA 32 à 100	ISO: TSA/TGA/TGB/TGE/TSE Óleo mineral aditivado para a lubrificação de turbinas (vapor gás hidráulica), de suas engrenagens e sistema de controle.
PRESLIA GS 32 e 46	ISO: TSA/TGA/TGB/TGE - General Electric GEK32.568E Óleo mineral com excepcional propriedade antioxidante , destinado à lubrificação de turbinas à vapor e à gás funcionando em temperaturas elevadas
PRESLIA GT 32 e 46	ISO: TSA/TGA/TGB/TGE/TSE - General Electric GEK101941A Óleo mineral com propriedade antioxidante excepcional , para a lubrificação de turbinas à gás e ciclos combinados em temperaturas muito elevadas com longa durabilidade.
PRESLIA SE JET (25 cSt@40 °C)	MIL-L-23699E DERD 2499 grau OX27/OTAN O-156 Lubrificação de turbinas à gás aero-derivativas . Óleo sintético destinado à lubrificação de turbinas oriundo da tecnologia aeronáutica.

7- Motores a gás



- **Questões a se abordar :**

- *Tecnologia :*

- **Ignição por centelha ou bi-combustível?**
- **Gas : natural, landfill, processo ou biomassa?**
- **Fabricante : Caterpillar, Cummins, Jenbacher, Mitsubishi, Perkins, Wärtsilä, Waukesha ...**
- **Modelo do motor (potência, rpm, volume do carter ...)**

- *Requisitos do fabricante :*

- **Tipo de lubrificante : mineral ou sintético**
- **Cinza sulfatada & TBN**
- **Grau de viscosidade (SAE)**
- **Aprovações ; exemplo(s) de requisitos do(s) produto(s)**

- *Produto utilizado atualmente :Atende a recomendação do fabricante?*

- **Nome do produto**
- **Grau de viscosidade / Tipo de lubrificante : mineral ou sintético**
- **Completamente compatível com o produto da TOTAL?**



7- Motores a gás



TOTAL

Questões a se abordar:

- *Parâmetros de operação:*

- **Tipo de gás :**

- Gás Natural / propano (% enxofre)
- Landfill gas (% of H₂S, CO₂ & halogenos (chlorine, fluorine ...))
- Gás de processo ou de massa (% of H₂S, CO₂ ..)

- **Temperaturas de operação :**

Altas temperaturas ⇒ riscos de oxidação & nitração

Co-geração (calor & potencia) :alto nível de oxidação (depósitos)

- **Intervalo de troca :**

Verificar recomendação do fabricante

Caso se utilize o sistema MULTIDIAGOGAZ / LUBIANA)

⇒ Deve-se ter um acompanhamento rigoroso

- **Meio-Ambiente / Poluentes : Poeira, água ...**



7- Motores a gás



TOTAL

TOTAL	TBN	APLICAÇÕES
NATERIA MH 30 & 40	5,3	Oleo mineral para motores a gás. Gás Natural (baixo % de enxofre). Motores com ignição por centelha requerem menos que 0,5% de cinza sulfatada
NATERIA MJ 30 & 40	8,5	Oleo mineral para motores a gás. Tipo de gás :Natural, de processo & de massa (sem halógenos). Motores com ignição por centelha ou bi-combustível requerem menos que 1% de cinza sulfatada
NATERIA ML 406 (SAE 40)	6	Óleo mineral para motores a gás . Gás Landfill(com ou sem halógenos). Este tipo de motor requer menos que 0,8% de cinza sulfatada.
NATERIA X 405 (SAE 40)	5,6	Oleo sintético para motores a gás. Gás Natural (baixo % de enxofre). Este tipo de motor requer menos que 0,5% de cinza sulfatada. Cogeração : Combinado Calor & Potência (CHP)

8- Fluidos de transferência de calor



- **Questões a conhecer :**
 - **Tecnologia :**
 - **Tipo de Boiler (energia) : combustível, gás (aquecedor), elétrico**
 - **Tipo de circuito : duplo-boiler (banho-maria) / fluido de circulação (circuito fechado)**
 - **Respiro : aberto ou fechado**
 - **Produto utilizado atualmente :**
 - **Nome do produto / Grau de viscosidade (ISO VG)**
 - **Tipo de lubrificante : mineral ou sintético**
 - **Totalmente compatível com o(s) produto da TOTAL?**
 - **Parâmetros de operação :**
 - **Temperatura do filme de óleo**
 - **Intervalo de troca**
 - **Capacidade do circuito**
 - **Outros :**
 - **Principal atividade da planta**
 - **Possibilidade de contato acidental com alimentos (NSF USDA H-1)**



8- Fluidos de transferência de calor



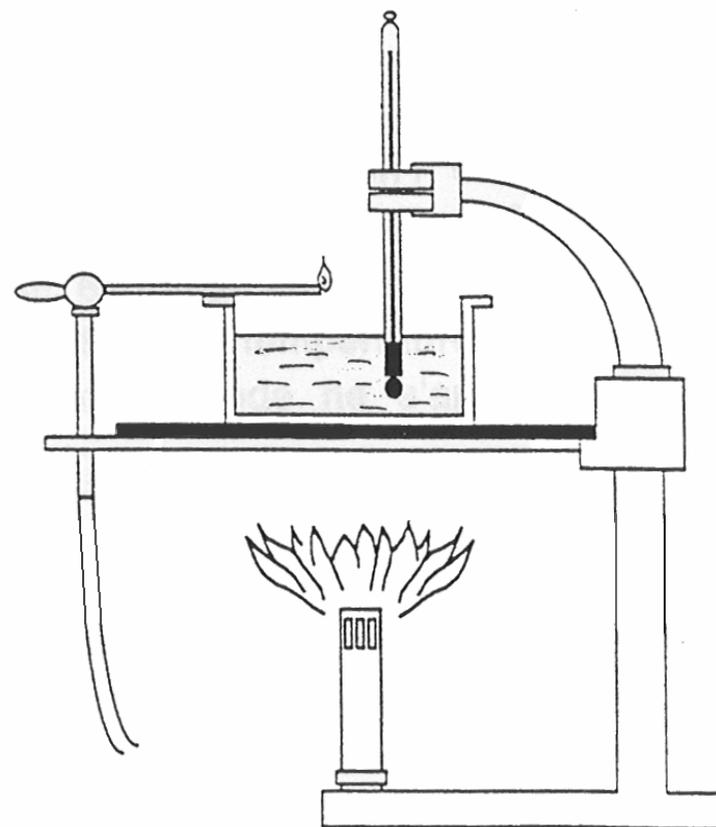
TOTAL

PONTO DE FULGOR (FLASH POINT)

PRINCÍPIO :

A amostra de óleo é aquecida num recipiente de metal específico para este teste, que contém um termômetro. A determinados intervalos, uma chama é passada sob o recipiente. A menor temperatura em que o óleo “faísca” é o ponto de fulgor, e a temperatura em que a faísca se mantém por pelo menos 5 segundos é o ponto de inflamação (fire point).

ASTM D 92 / NF EN 22592



8- Fluidos de transferência de calor



TOTAL

Depósitos

- **Resíduo de Carbono Ramsbottom :**

Este teste indica a tendência de formação de coque (resíduo) no fluido de transferência de calor

Uma determinada quantidade de amostra é colocada num bulbo de vidro, com uma abertura estreita, a uma temperatura de 550°C. A quantidade de material residual que fica no bulbo é medido de acordo com ASTM D 524 e classificado como Resíduo de Carbono Ramsbottom

ASTM D 524 / ISO 4262



8- Fluidos de transferência de calor



TOTAL

TOTAL	APLICAÇÕES
SERIOLA 320 (310 Cst @40°C)	Fluido de transferência de calor mineral – alta viscosidade. Atende ISO 6743/12L-QA. <ul style="list-style-type: none"> Instalações onde o fluido está em contato com o ar. : banheiro / duplo-boiler.
SERIOLA QA 46 (46 Cst @40°C)	Fluido de transferência de calor mineral. Atende ISO ISO 6743/12L-QA. <ul style="list-style-type: none"> Circuitos abertos : banheiros / duplo-boiler.
SERIOLA 1510 (31 Cst @40°C)	Fluido de transferência de calor mineral. Atende ISO 6743/12L-QB. <ul style="list-style-type: none"> Fluido de circulação para circuitos fechados (sem ar). Temperatura de operação <290°C.
SERIOLA ETA 32 (32 Cst @40°C)	Fluido de transferência de calor. Atende ISO 6743/12L-QB. <ul style="list-style-type: none"> Fluido de circulação para circuitos fechados (sem ar). Temperatura de operação <290°C.
SERIOLA ETA 100 (95 Cst @40°C)	Fluido de transferência de calor mineral. Atende ISO 6743/12L-QB. <ul style="list-style-type: none"> Fluido de circulação para circuitos fechados (sem ar). Temperatura de operação <300°C.
SERIOLA FG (32 Cst @40°C)	Fluido de transferência de calor para o ramo alimentício(FOOD GRADE). Atende ISO 6743/12L-QB & NSF USDA H-1. <ul style="list-style-type: none"> Fluido de circulação para circuitos fechados (sem ar). Temperatura de operação <300°C.
SERIOLA D TH (25 Cst @40°C)	Fluido de transferência de calor para limpeza a quente. Compatível com fluidos minerais e sintéticos.
JARYTHERM AX 320 (10 Cst @40°C)	Fluido de transferência de calor sintético. Atende ISO ISO 6743/12L-QC. <ul style="list-style-type: none"> Fluido de circulação para circuitos fechados (sem ar). Temperatura de operação entre -10 a 310°C.
JARYTHERM DBT (19 Cst @40°C)	Fluido de transferência de calor sintético. Atende ISO ISO 6743/12L-QD. <ul style="list-style-type: none"> Fluido de circulação para circuitos fechados (sem ar). Temperatura de operação entre 0 a 350°C.
JARYTHERM BT 06 (4 Cst @40°C)	Fluido de transferência de calor sintético. Atende ISO ISO 6743/12L-QE. <ul style="list-style-type: none"> Fluido de circulação para circuitos fechados (se mar). Temperatura de operação entre -30 a 280°C.

9- Graxas - Formulação



TOTAL

UM AGENTE ESPESSANTE

- Sabão pré-fabricado ou preparado in loco
- Espessantes minerais
- Espessantes orgânicos de síntese

+

ÓLEO BÁSICO

- Óleos minerais
- Óleos sintéticos

+

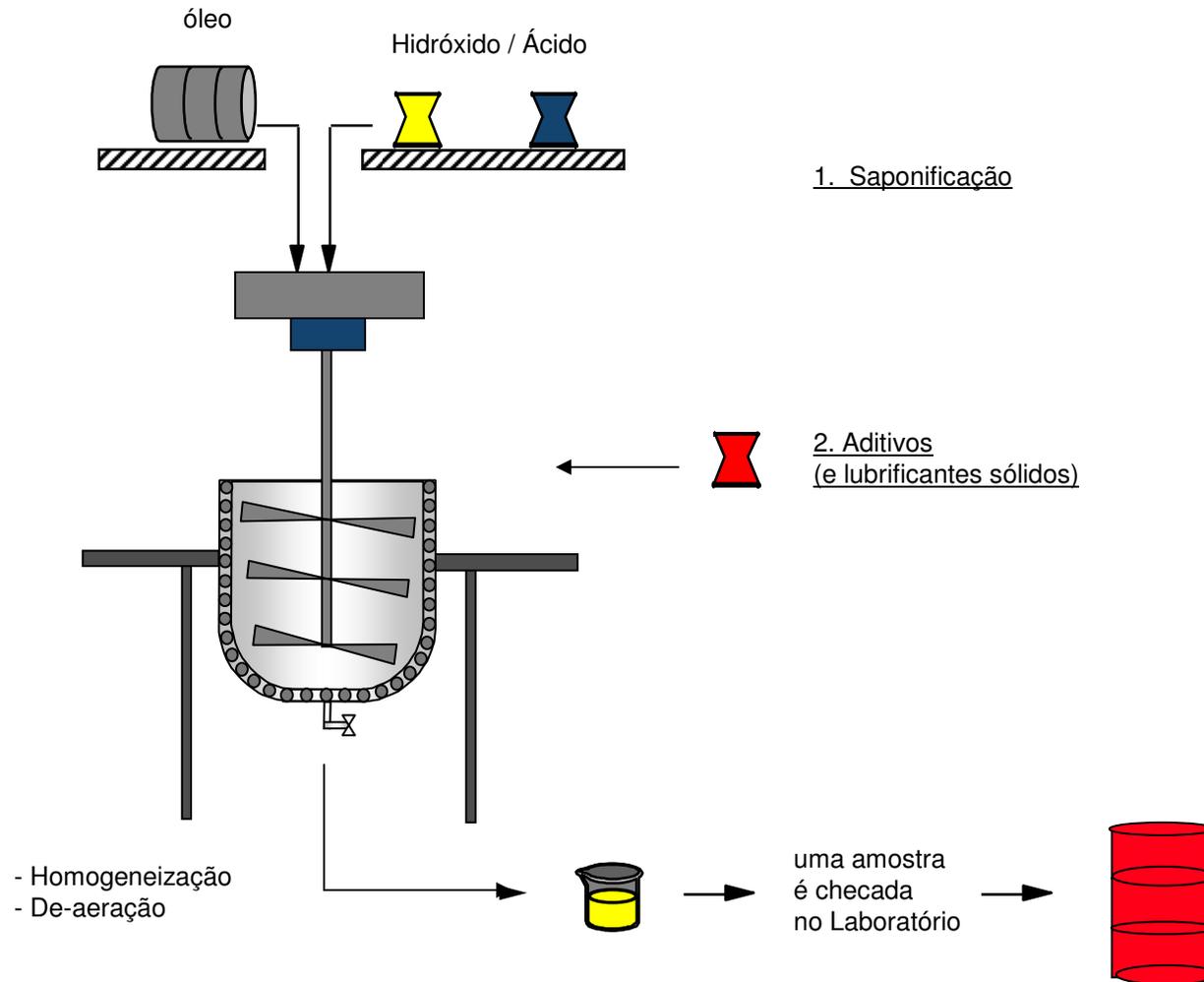
ADITIVOS

- Antioxidante
- Antidesgaste
- etc...
- Extrema-pressão
- Antiferrugem

+

ADITIVOS SÓLIDOS

9-Fabricação de Graxas Lubrificantes



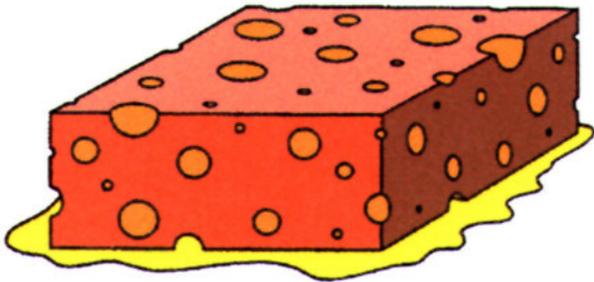
9- Graxas - Princípio



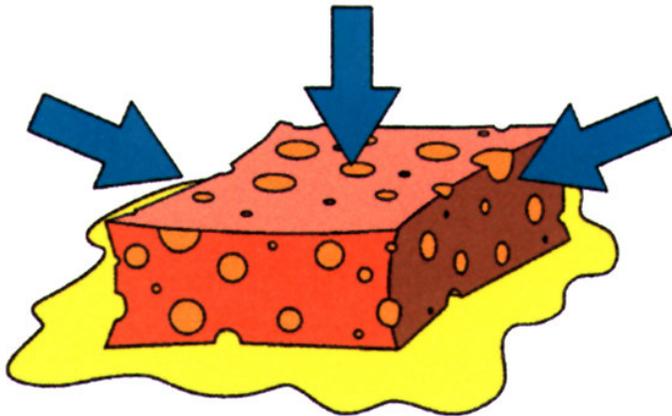
AGENTE ESPESSANTE DE UMA GRAXA

⇒ **Funciona como se fosse uma esponja**

Os espaços livres da malha das fibras são preenchidos de óleo como seriam os poros de uma esponja



Uma baixa pressão só faz sair um pouco de líquido



Uma forte pressão se traduz por um um grande escoamento de líquido

As fibras da malha podem participar elas mesmas da lubrificação

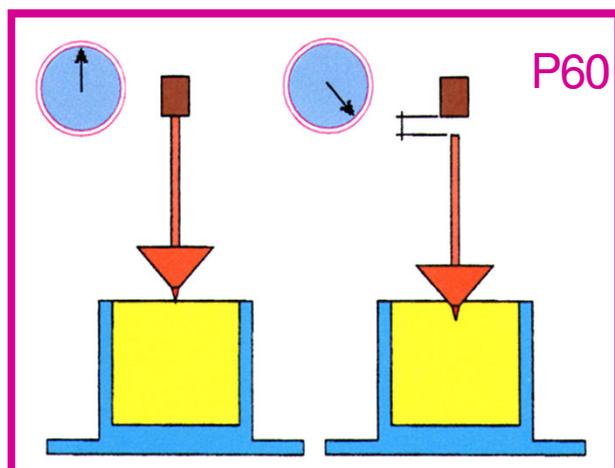
9- Graxas - Grau NLGI



TOTAL

CLASSIFICAÇÃO NLGI

(NLGI : National Lubricating Grease Institute)



CONDIÇÕES DO ENSAIO

Temperatura de 25°C

60 golpes antes da medição

Descida e penetração do cone : 5 seg

Peso do cone do instrumento : 150 g

RESULTADOS

São expressos em 1/10 de milímetro e correspondendo à profundidade de penetração do cone

ISO 2137	PENETRAÇÃO TRABALHADA	GRAUS NLGI
Graxas fluidas	445 – 475	000
	400 – 430	00
Graxas semi-fluidas	355 – 385	0
	310 – 340	1
Graxas moles	265 – 295	2
	220 – 250	3
	175 – 205	4
Graxas duras	130 – 160	5
	85 -115	6

Da mesma maneira que os óleos são classificados à partir de sua **viscosidade** (Grau ISO, SAE), classificam-se as **graxas** à partir de sua **consistência**

9-Penetração



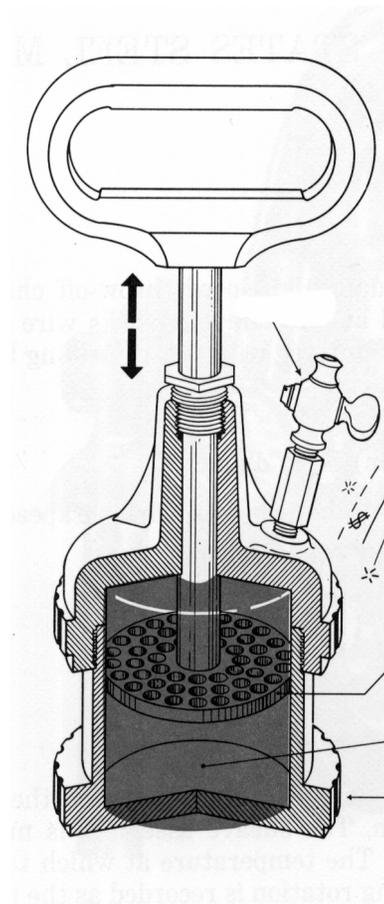
O que é penetração?

O valor de penetração de uma graxa lubrificante é a profundidade (em décimos de milímetro) de um cone padrão, que penetra em uma amostra de graxa, sob condições definidas de tempo e temperatura.

Por que fazemos este teste?

O valor de penetração é a medida da consistência da graxa.

9-Ensaio de Penetração Trabalhada



9-Ponto de Gota



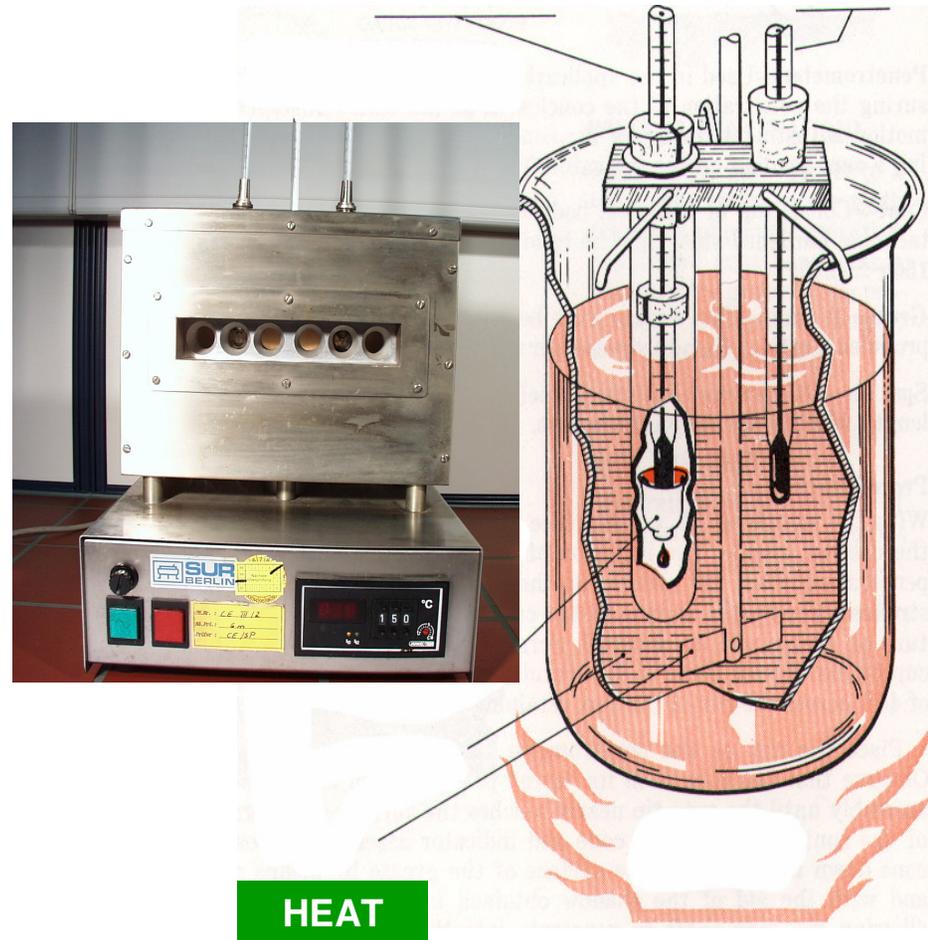
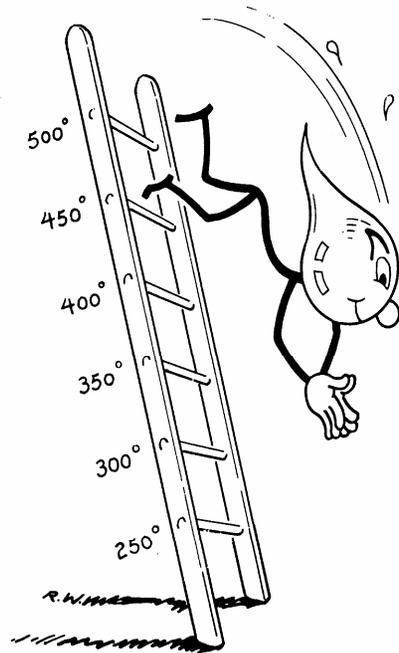
O que é o ponto de gota?

O ponto de gota é uma indicação da resistência da graxa lubrificante ao calor.

Por que fazemos este teste?

O ponto de gota de uma graxa é aquela temperatura na qual o lubrificante passa do estado semi-sólido para o estado líquido.

9-Ponto de Gota



9- Graxas



- **Questões a se abordar :**

- ***Tecnologia da peça :***

- Tipo de mancais : de rolamentos ou mancais lisos
- Correntes, cabos, engrenagens abertas, cardans ...

- ***Recomendação do construtor :***

- Natureza do sabão e de óleo básico ...
- Norma ISO-L-X... ; nível DIN 51502/51825
- Grau NLGI
- Exemplo(s) de produtos

- ***Produto usado:confirma a recomendação do construtor ?***

- Nome do produto
- Natureza do sabão
- Óleo básico : mineral ou sintético, viscosidade ..
- Grau NLGI
- Compatibilidade com o produto proposto Total



9- Graxas



- **Questões a se abordar :**

- **Parâmetros de funcionamento :**

- Temperatura de funcionamento (-45 °C à +250 °C) :
 - baixíssimas temperaturas ⇒ gama aviação
 - altíssimas temperaturas ⇒ escolha do sabão :
 - Poliuréia, Complexo de lítio ou Sulfonato de complexo de Cálcio
 - Atenção à resistência a oxidação do óleo básico (mineral / sintético)
- Velocidade de rotação (NDm) : escolha da viscosidade do óleo básico e do grau NLGI
Alta velocidade de rotação ⇒ óleo básico fluido
- Carga aplicada : Propriedades antidesgaste e Extrema-Pressão (EP) da graxa
- Choques ou vibrações : Presença de lubrificantes sólidos (Grafite, Molibdênio ..)
- Meio ambiente / Poluição : Presença de poeira, água ...

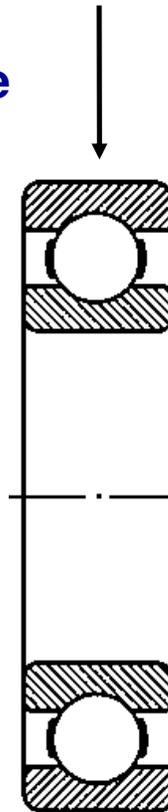
- **Diversos :**

- Modo de aplicação dos produtos : lubrificação centralizada, graxa disponível em aerossol
- Lista de produtos já utilizados pelo cliente
- Compatibilidade com juntas, pinturas e metais ...
- Riscos de contatos alimentares (produtos homologados NSF USDA H-1)

9-Forças Externas



Carga aplicada radialmente



Carga aplicada axialmente

Rolamentos podem estar sujeitos a cargas simples ou multi-direcionais.

9-Razão de Carga C / P



TOTAL

Relação entre a Carga Dinâmica (C) do rolamento e a Carga Dinâmica Equivalente (P)

C/P	Carga	Critério para seleção de Graxa
> 30	carga muito baixa	Condição de carga máxima permissível para graxas de silicone.
20 – 30	carga baixa	Graxas dinamicamente leves
8 – 20	carga média	Graxas contendo aditivos antidesgaste (AW)
4 – 8	carga elevada	Recomendado o uso de graxas com aditivos EP e AW. Esperada a redução da vida útil da graxa e do rolamento.
< 4	carga extrema	Recomendado o uso de graxa com aditivação EP + lubrificantes sólidos. Esperada uma redução considerável da vida útil da graxa e do rolamento.

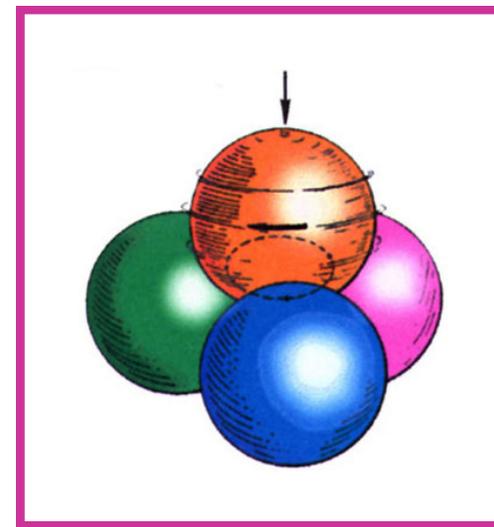
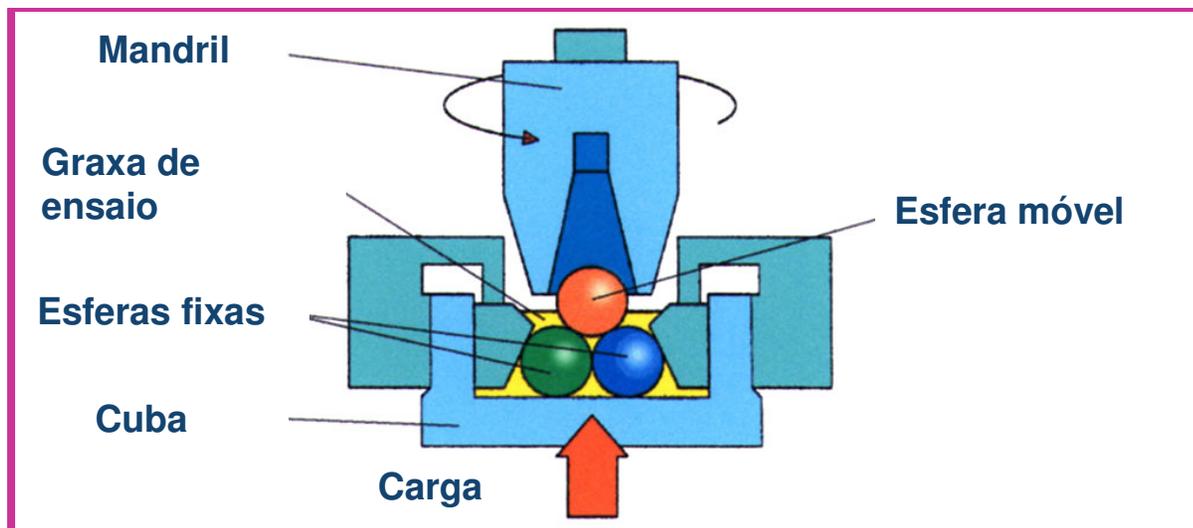
9- Graxas – Propriedade de extrema-pressão



TOTAL

Máquina quatro esferas – Carga de solda

DIN 51350-4
ASTM D2596



Princípio :

- Velocidade de rotação do mandril :

ASTM \approx 1700 RPM - DIN \approx 1400 RPM

- Aumento da carga aplicada pelos mancais até a solda

- Duração dos mancais :

ASTM : 10 s / DIN : 60 s

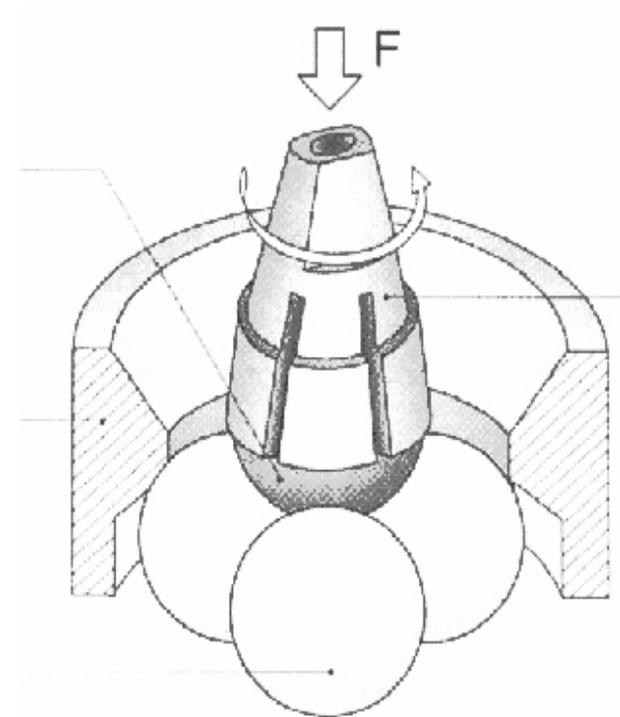


Resultados :

Bom nível EP : carga de solda \geq 250 daN

Muito bom nível EP : carga de solda \geq 400 daN

9- Graxas Teste Four Ball (VKA = Vier-Kugel-Apparat)



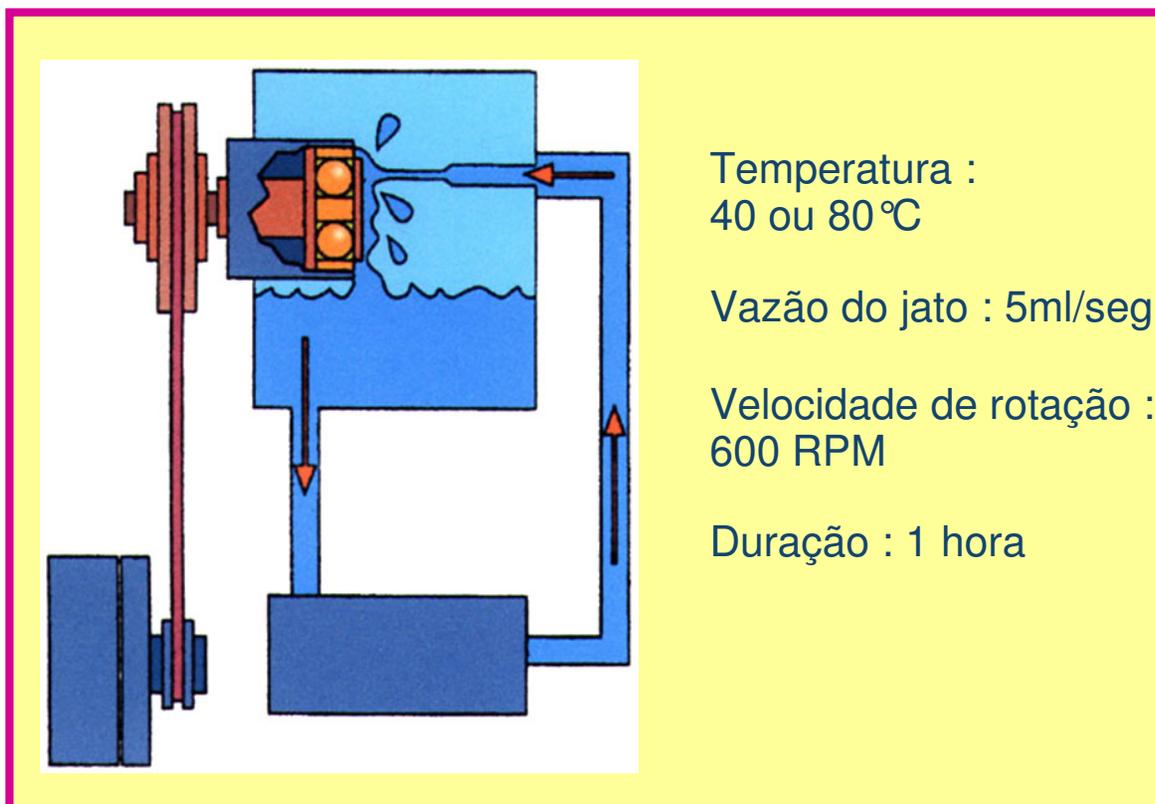
9- Graxas – Resistência à água (WWO)



TOTAL

PRINCÍPIO

Um rolamento com graxa é submetido à ação de um jato d'água dentro de condições normalizadas



RESULTADOS

Mede-se a porcentagem de graxa arrastada pela água.

O ensaio de encharcamento de água pode servir de referência para se **estimar a degradação do desempenho de uma graxa em presença de água.**

ASTM D 1264
Water Wash Out test

9- Graxas – Adesividade (WSO)



TOTAL

Ensaio de pulverização de água (WSO)

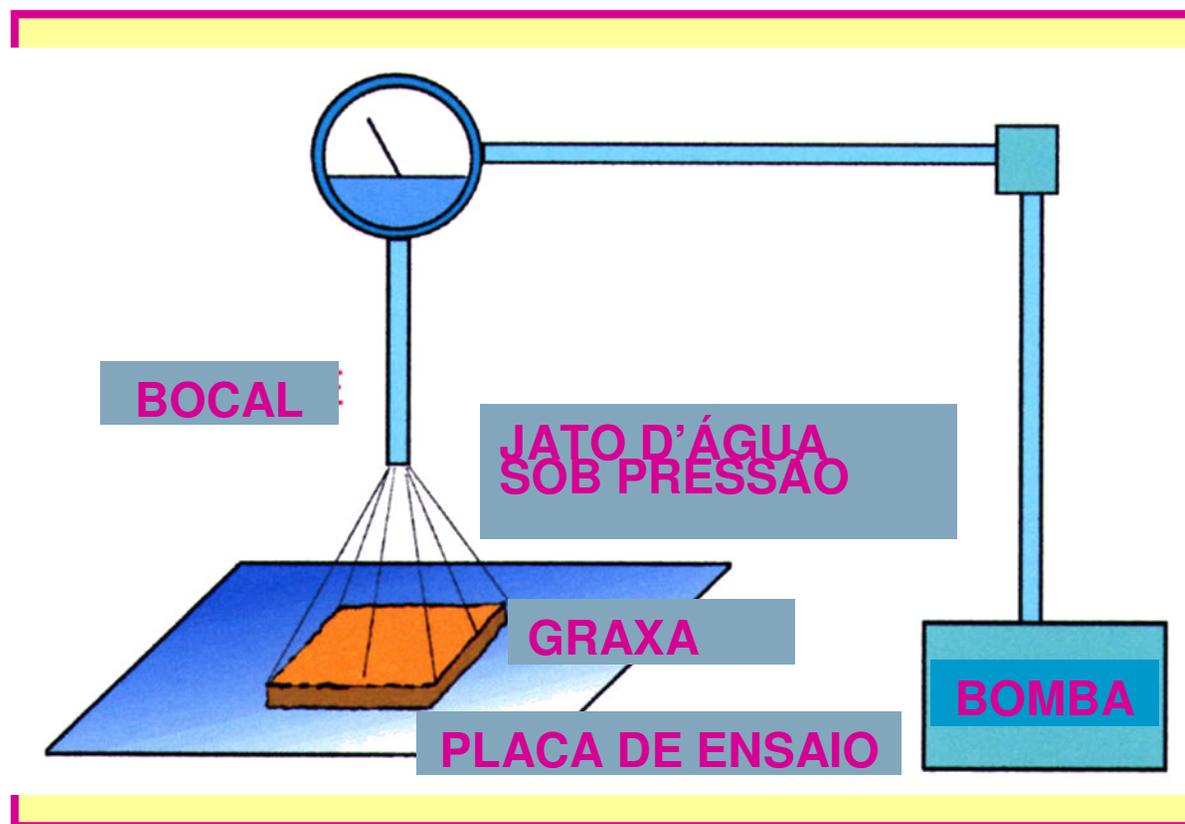
ASTM D 4049

PRINCÍPIO

A graxa, aplicada em fina camada sobre uma placa metálica, é submetida a um jato d'água pulverizada sob uma pressão de 276 KPa (2,8 bars) a uma temperatura de 38°C durante 5 minutos.

Pesa-se a graxa restante.

O resultado é expresso em % de perda de graxa.



O teste WSO pode servir de referência para caracterizar a adesividade de uma graxa

9- Graxas / Compatibilidade



	Lítio	Cálcio	Lítio Cálcio	Complexo de lítio	Complexo de cálcio	Sulfonato Complexo de cálcio	Complexo de alumínio	Poliuréia	Bentone	Sódio
Lítio										
Cálcio										
Lítio Cálcio										
Complexo de lítio										
Complexo de cálcio										
Sulfonato Complexo de cálcio										
Complexo de alumínio										
Poliuréia										
Bentone										
Sódio										

	COMPATIBLE
	COMPATIBLE IN CERTAIN PROPORTIONS
	INCOMPATIBLE



Nos casos de aplicações críticas, deve-se assegurar a compatibilidade dos produtos antes de aplicar a nova graxa : a mistura com a graxa em uso pode rapidamente deteriorar certas propriedades da nova graxa.

9-Sabão de Lítio



Indicado até 120 °C

Resistente à água até 80 / 90 °C

Boa resistência ao trabalho



9-Sabão Complexo de Lítio



Indicado até 150 °C

Boa resistência à água

Bom comportamento à baixa temperatura

Difícil de produzir



9-Sabão Complexo de Alumínio



Indicado até 160 °C

Bombeável

Boas propriedades adesivas

Apropriado para lubrificantes de Grau Alimentício



Pode ser decomposto por água quente após um longo período de tempo
Estabilidade ao trabalho não é tão boa ⇒ se torna macio

9-Sabão Complexo de Bário



Indicado até 150 °C

Resistente à água e ao vapor

Resistente às soluções alcalinas e de ácido fraco

Excelente proteção contra corrosão

Elevada capacidade sustentadora de carga



Difícil de produzir / grandes quantidade de sabão são necessárias
Problemas de toxicologia em alguns Países

9-Sabão Complexo de Cálcio



Indicado até 150 °C

Resistente à água e ao vapor

Boa proteção contra corrosão

Excelente capacidade sustentadora de carga

Bombeável

Indicado para uso em lubrificantes rapidamente biodegradáveis



Pode endurecer a temperaturas elevadas

Tendência a endurecer durante estocagem

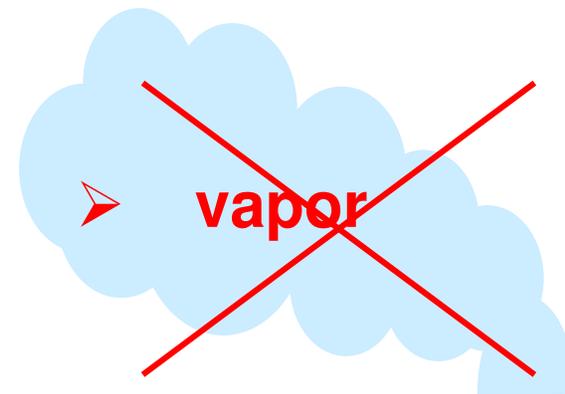
9-Sabão Complexo de Sódio



- Resistente até 160/180 °C**
- Resistente à água até 90 °C**
- Baixa separação de óleo**
- Boas propriedades adesivas**
- Boa proteção contra corrosão**



Não resiste ao vapor



9-Espessantes Inorgânicos



Estes incluem substâncias orgânicas e inorgânicas as quais, graças à superfície porosa, retêm o óleo base.

Os principais espessantes a base de não sabão, usados na fabricação das graxas são:

**Argilas (bentonita)
Sílica-gel
Poliuréia
Materiais sintéticos (PTFE)**

9-Bentonita



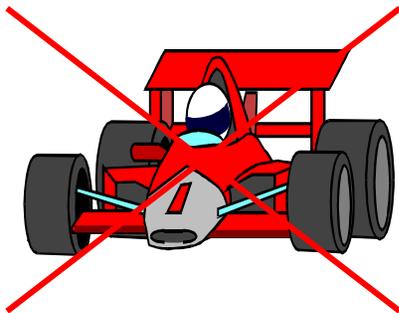
Indicado até 160 °C

Também indicado para uso em baixas temperaturas

Boa resistência à água, ácidos e soluções alcalinas

Pode ser usado em lubrificantes de Grau Alimentício

Não resistente ao trabalho



9-Poliuréia



Indicado até 180 / 200 °C

Resistente à água e ao vapor

Boa bombeabilidade

Apropriado para os lubrificantes rapidamente biodegradáveis

9-PTFE



Indicado até 260 °C

Afinidade com óleos fluorados (óleos PFPE)

Quimicamente inerte

Bom poder lubrificante

Boas propriedades para lubrificação de emergência



Elevada quantidade de espessante é necessária

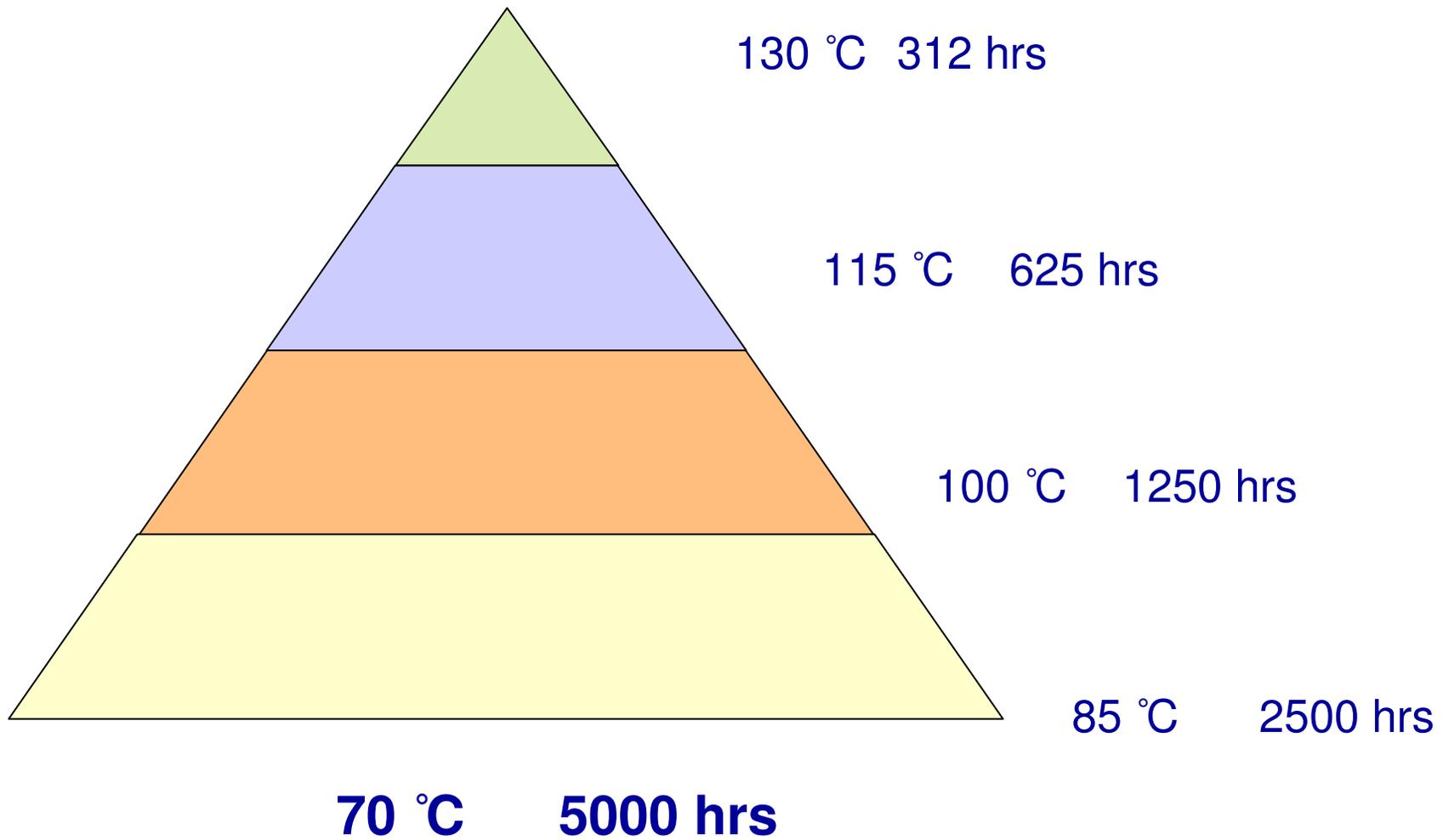
Não indicado para médias e altas velocidades

9-Lubrificação de Rolamentos

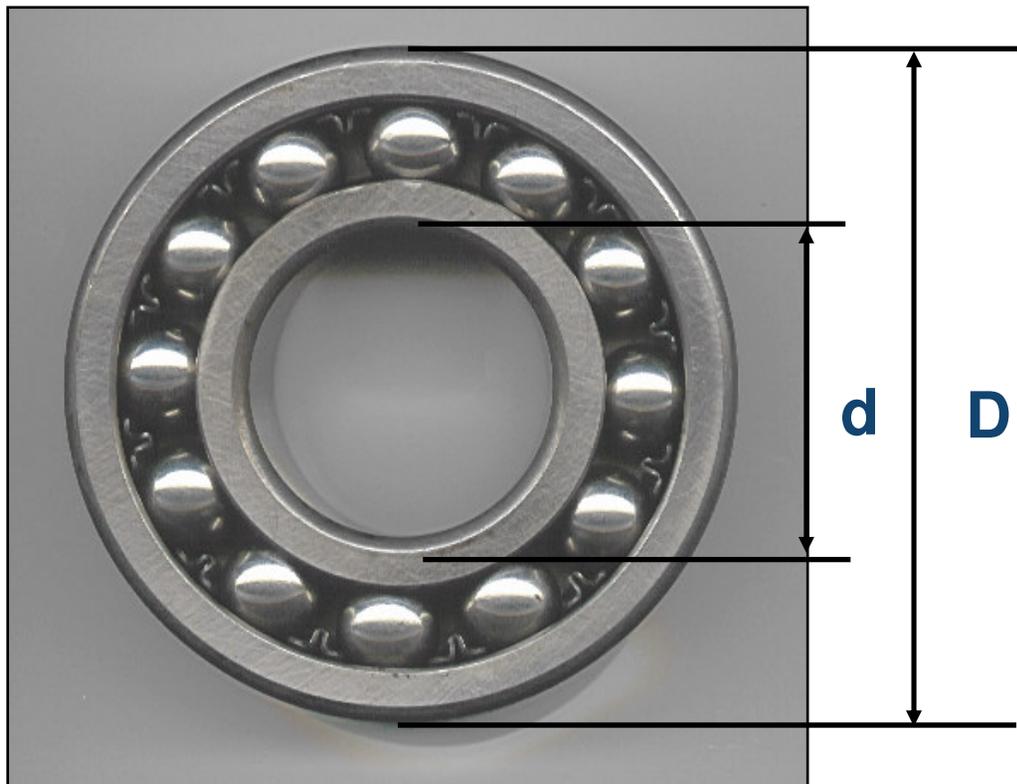


Quantidade de Lubrificação Inicial
Quantidade e Período de Relubrificação
Período de Troca

9-Regra K-15



9-Determinação do Fator de Velocidade $n \cdot d_m$ para lubrificação com graxa



d = diâmetro interno (mm)

D = diâmetro externo (mm)

n = veloc. rolamento (rpm)

$$\frac{d + D}{2} \times n$$

= Fator Velocidade ($n \cdot d_m$)

9-Qual a quantidade de Graxa a ser aplicada?



A quantidade correta de graxa é extremamente importante para garantir uma completa cobertura de todas as superfícies em contato. **Lubrificação em excesso é tão prejudicial quanto uma lubrificação insuficiente. Quantidade excessiva de graxa poderá causar geração de calor bem como aumento de torque!**

**Quanto menor a temperatura de operação,
maior é a vida útil do rolamento / graxa**

Método

- Determinar o espaço livre aproximado do rolamento
- Calcular o fator de velocidade $n \cdot d_m$ do rolamento
- Lubrificar o rolamento com a quantidade correta de graxa (**veja abaixo**)
- Utilizar um procedimento de amaciamento para rolamentos submetidos a médias e altas velocidades

Baixa Velocidade

**Para $n \cdot d_m < 200.000$
preencher 90 - 100%
do espaço livre**

Média Velocidade

**Para $n \cdot d_m$ 300.000 - 500.000
preencher 30%
do espaço livre**

Alta Velocidade

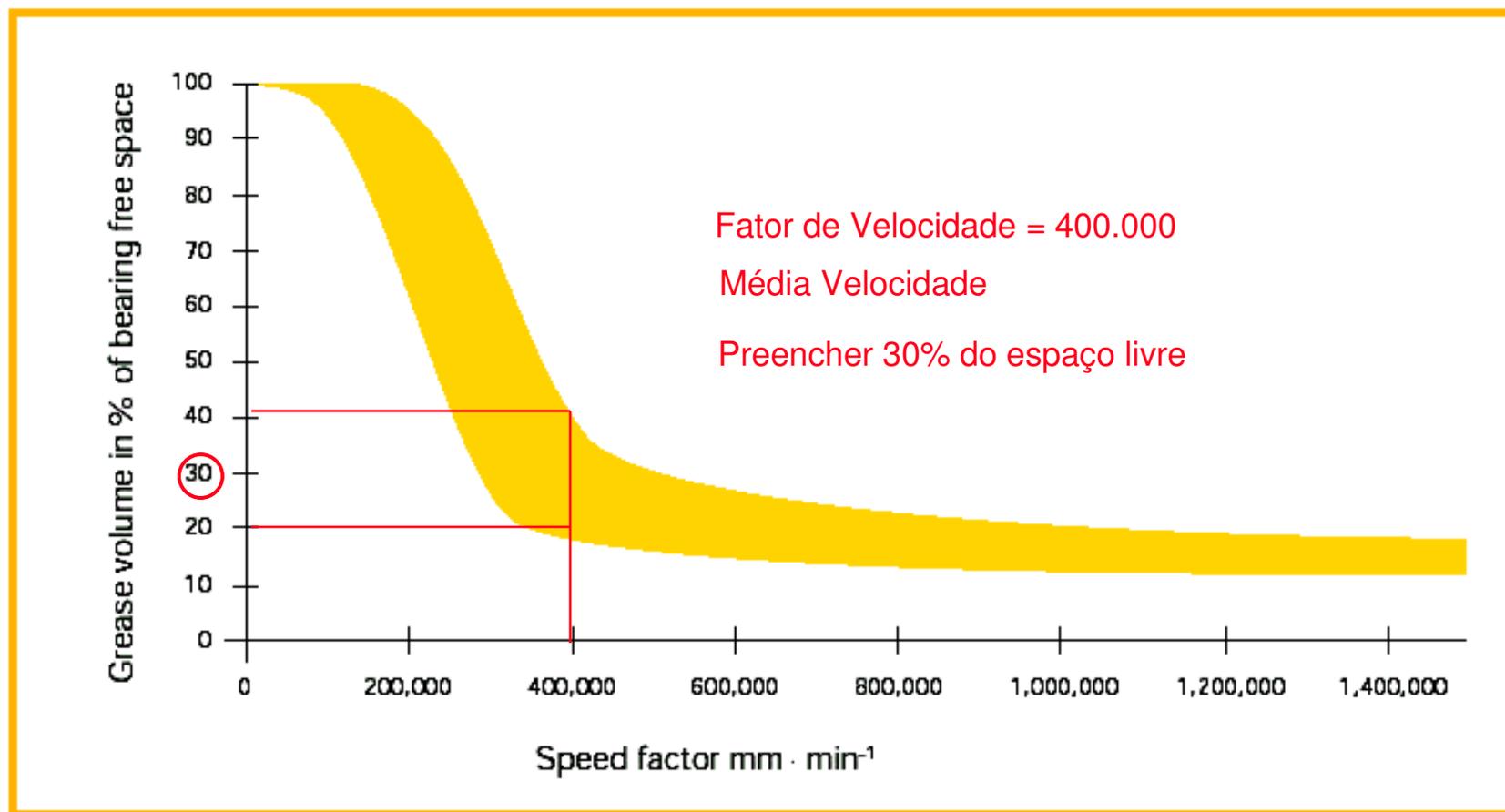
**Para $n \cdot d_m > 600.000$
preencher 15%
do espaço livre**

9-Qual a quantidade de Graxa a ser aplicada?



TOTAL

Quantidade de Lubrificação Inicial



9-Qual a quantidade de Graxa a ser aplicada?



TOTAL

Quantidade de Lubrificação Inicial

Espaço Livre do Rolamento

$$V = \frac{\pi}{4} \times B \times (D^2 - d^2) \times 10^{-9} - \frac{G}{7800} = m^3$$

$(m^3 \times 10^6 = cm^3)$

V = 100 % do Espaço Livre do rolamento

Verificar Fator de Velocidade = % preenchimento



9-Viscosidade do óleo base e seu efeito no limite de velocidade das graxas



Tipo de Graxa	Viscosidade do Óleo Base mm² / s à 40 ° C	Limite de Velocidade n. d_m
Mineral / Lítio MoS₂	1000 ... 1500	50.000
Mineral / Complexo Lítio	400 ... 500	200.000
Mineral / Complexo Lítio	150 ... 200	400.000
Éster / Poliuréia	70 ... 100	700.000
Éster / Complexo Cálcio	15 ... 32	1.600.000
Éster / Poliuréia	15 ... 30	2.000.000

9-Período de Relubrificação e de Troca



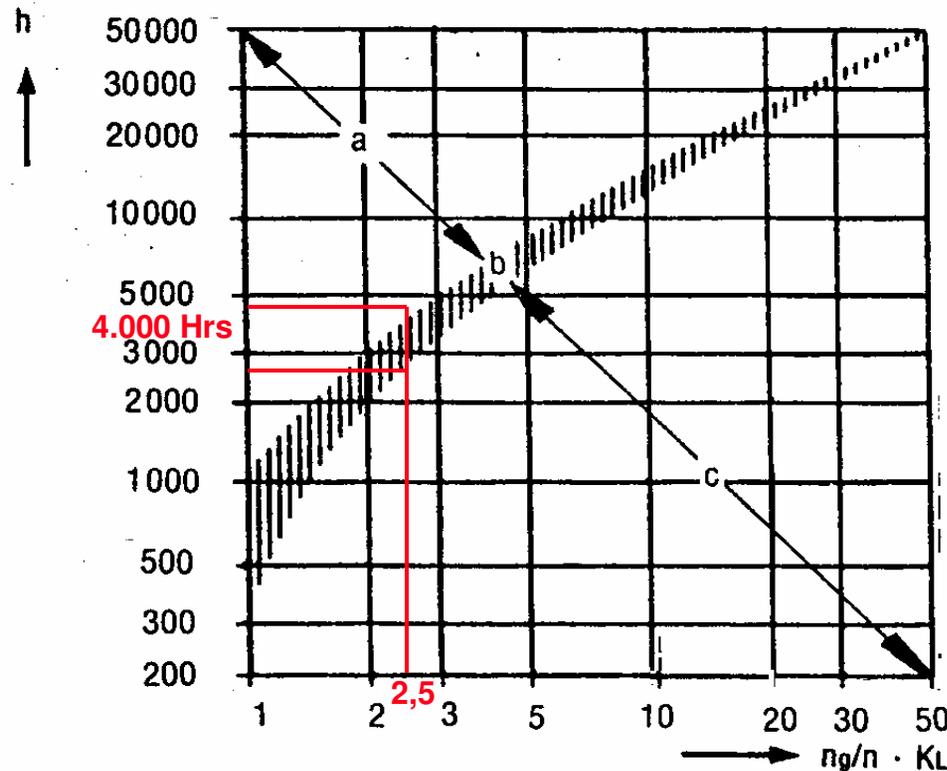
Ábaco para uma Graxa de óleo mineral com sabão de lítio à uma temperatura de serviço de 70°C.

Regiões:

a - Zona de incremento da probabilidade de falha;

b - Período para troca de graxa;

c - Zona para Relubrificação



KL	
1,8	
1,4	
1,0	
1,0	
0,8	
0,6	

n = Rotação por minuto - RPM
ng = limite de rotação à graxa (ver catálogo)
KL = Fator de Correção do rolamento

9-Fatores que afetam o Período de Troca da Graxa



Temperatura de serviço	=>	regra dos 15 °C
Velocidade	=>	fator Velocidade, K_v
Tipo de rolamento	=>	fator Rolamento, K_f
Ambiente (poeira, umidade, ...)	=>	fator Ambiental, f_1
Incidência de choques, vibração e oscilação	=>	fator Movimento, f_2
Cargas elevadas	=>	fator Carga, f_3
Fluxo de ar	=>	fator, f_4
Efeito da centrifugação, eixos verticais	=>	fator, f_5
Rotação do anel externo	=>	fator, f_6



CONSULTAR TABELA DE FATORES

9-Fórmula para Cálculo Teórico do Período de Troca da Graxa



$$F_{10Tq} = F_{10T} \times K_v \times (K_{ftest} / K_f) \times f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5 \times f_6 \text{ [h]}$$

F_{10T} = Período Teórico (Teste de Laboratório)

F_{10Tq} = Período Real

9-Quantidade de Relubrificação



Quantidade de graxa na relubrificação m_1 (relubrificação semanal ou anual)

$$\underline{m_1 = D \times B \times Y \text{ [g]}} \quad Y = 0.002 \text{ (semana), } 0.003 \text{ (mês), } 0.004 \text{ (ano)}$$

Quantidade de graxa na relubrificação m_2 (intervalo de relubrificação extremamente curto)

$$\underline{m_2 = (0.5...20) \times V \text{ [kg/h]}}$$

Quantidade de graxa na relubrificação m_3 (antes de colocar em operação após vários anos de paralisação)

$$\underline{m_3 = D \times B \times 0.01 \text{ [g]}}$$

V = espaço livre do rolamento $\sim \pi/4 \times B (D^2-d^2) \times 10^{-9} - G/7800 \text{ [m}^3\text{]}$

d = diâmetro interno do rolamento [mm]

D = diâmetro externo do rolamento [mm]

B = largura do rolamento [mm]

G = peso do rolamento [kg]

9-Erosão por Corrente Elétrica Anel Externo Rolamento Esfera



Motor elétrico

Causa da falha:

Erosão elétrica da pista devido à passagem de corrente elétrica na zona de contato. Uso de graxa que induziu a uma excessiva resistência elétrica.

9-Corrosão Induzida

Rolamentos de Rolos Cilíndricos (NU)



**Bomba de Fosfato,
extremidade motriz**

Causa da falha:

Ingresso de água e de solução contendo fosfato no mancal, resultando na emulsificação e lavagem da graxa. As superfícies em contato sofreram severa corrosão levando à prematuras falhas mecânicas do rolamento.

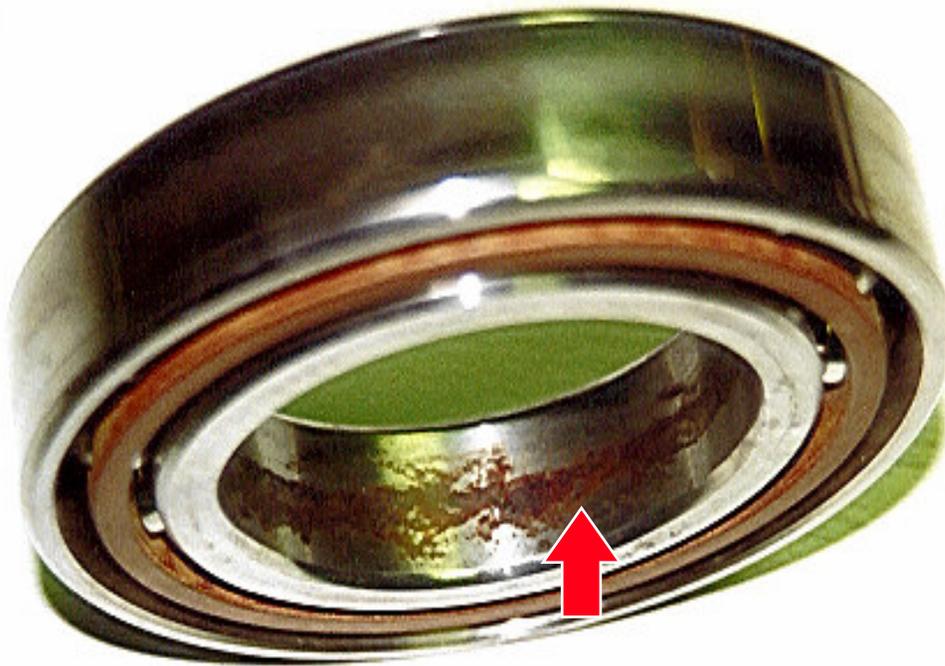
9-Corrosão de Atrito Contato Angular - Anel Interno



Fuso de Máquina-ferramenta Causas das falhas:

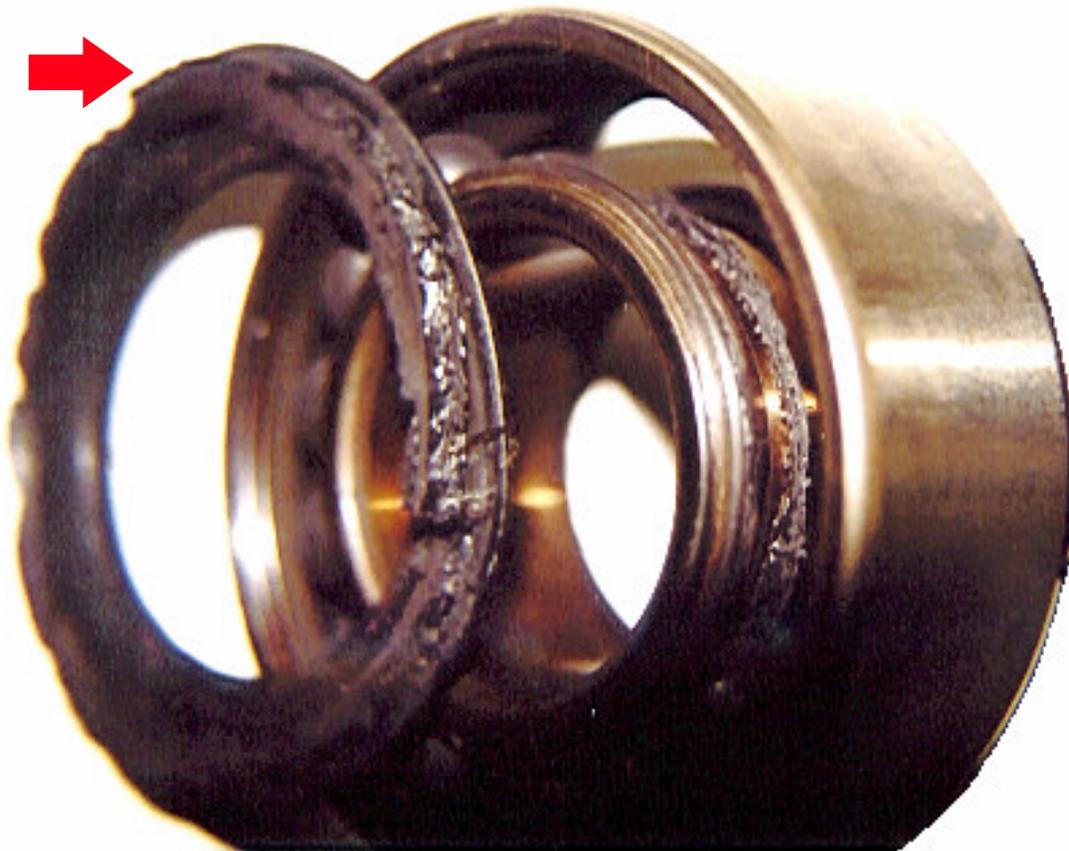
Marcas da corrosão de atrito claramente visíveis entre o anel interno e o alojamento do eixo. Nestes pontos, partículas de coloração avermelhada são facilmente soltas. A corrosão de atrito ocorre devido à:

- Folgas
- Vibração
- Pequenas oscilações
- Efeito de deslizamento



9-Falhas de Lubrificação

Rolamento de Esfera - Dupla Carreira 2RS1



Causa da falha:

Decomposição térmica da graxa original (prevista para vida útil).

Perda do óleo base da graxa através da ação combinada de evaporação e decomposição térmica resultando em uma lubrificação insuficiente.

Isto resulta em falhas na gaiola e travamento prematuro do rolamento.

9-Falhas de Lubrificação Transportador Aéreo



Rolamento do Transportador Aéreo

Causa da falha:

Decomposição térmica do lubrificante após 1 mês de operação em uma estufa de pintura a 250 °C.

Decomposição do lubrificante provocando o deslizamento do rolamento devido ao travamento mecânico das esferas.

O hidrocarboneto para “temperatura elevada” do lubrificante foi considerado inadequado para as condições de processo.

9- Graxas



TOTAL

Gama	Tipo de sabão	Altas temperaturas	Resistência a pulverização de água (WSO)	Manutenção das propriedades em presença d'água (WWO)
Multis B / EP B	Lítio (hidroxiestearato)	++	++	+
Merkan	Cálcio (hidroxiestearato)	-	++	+++
Multis	Lítio / Cálcio	++	++	++
Multis Complex	Complexo de lítio	+++	++ (+)	+
Axa	Complexo de cálcio	++	++ (+)	++(+)
Copal	Complexo de alumínio	+++	+++	++
Ceran	Sulfonato de complexo de cálcio	+++	++ (+)	+++
Altis	Poliuréia	+++	++	++
Caloris	Bentone	+++	-	++
Statermic	Fluorada	> +++	+	-
Fusis	Sódio	-	+	-

9- Graxas / Múltiplas aplicações



TOTAL	Óleo básico Viscos. 40 °C mm ² /s (cSt)	APLICAÇÕES
<i>Graxas de múltiplas aplicações – sabão de lítio/cálcio</i>		
MULTIS 2 & 3	120	Lubrificação geral de aplicações sem aplicação de carga e sob condições normais. Temperatura de funcionamento de -20 à +120 °C. MULTIS 2 : ISO L-XBCEA 2 & DIN 51502 K2K-25 MULTIS 3 : ISO L-XBCEA 3 & DIN 51502 K3K-20
<i>Graxas de múltiplas aplicações - extrema-pressão – sabão de lítio/cálcio</i>		
MULTIS EP 1, 2 & 3	150	Aplicações industriais c/ carga & aplicações possíveis em transporte, agricultura & construção civil (mancais rolamentos de rodas, cardans, chassis ...). Temperatura de funcionamento de -25 à +120 °C . MULTIS EP 1 : ISO L-XBCEB 1 & DIN 51502 KP1K-25 / MULTIS EP 2 : ISO L-XBCEB 2 & DIN 51502 KP2K-25 / MULTIS EP 3 : ISO L-XBCEB 3 & DIN 51502 KP3K-20.
MULTIS MS 2	150	Aplicações com carga submetidas a choques ou vibrações nas áreas de transporte, agricultura & constr. civil. Température de fonctionnement -25 à +130 °C. Graisse à additivation solide au bisulfure de molybdène (MoS2). ISO 6743-9 L-XBCEB 2 / DIN 51502 MPF2K-25
MULTIS EP 0 MULTIS EP 00	185 150	Aplicações industriais com carga para sistemas de lubrificação centralizada. Temperatura de funcionamento de -25 à +120 °C. MULTIS EP 00 : ISO L-XCBEB 00 & DIN 51502 GP00G-30 / MULTIS EP 0 : ISO L-XBCEB 0 & DIN 51502 MP0K-25.
MULTIS ZS 000	42	Aplicações com sistemas de lubrificação centralizada (chassis de caminhões, veículos for a de estrada ...). Temperatura de funcionamento de -45 à +120 °C. ISO L-XECFB 000 & DIN 51502 MP00/000K-45. Homologações : Mercedes Benz & MAN.
<i>Graxas de múltiplas aplicações - extrema-pressão - altas temperaturas – sabão de complexo de lítio</i>		
MULTIS COMPLEX EP 2	120	Aplicações com carga e com temperatura de funcionamento elevada não possibilitando a utilização de graxas de lítio clássicas. Temperatura de funcionamento de -20 à +160 °C. ISO L-XBEHB 2 & DIN 51502 KP2P-20
<i>Graxas de múltiplas aplicações - extrema-pressão - altas temperaturas – sabão de complexo de lítio/ cálcio</i>		
MULTIPLIX EP 2	340	Aplicações com carga e com temperatura de funcionamento elevada não possibilitando a utilização de graxas de lítio clássicas.. Temperatura de funcionamento de -20 à +160 °C. ISO L-XBEHB 2 & DIN 51502 KP2P-20

9- Graxas / Especialidades



TOTAL

TOTAL		Grau NLGI	Óleo básico Viscosidade @40°C mm ² /s (ou cSt)	APLICAÇÕES
ALTA GAMA				
Gamme ALTIS	Graxas com sabão de poliuréia para aplicações em altas temperaturas e regimes elevados de viscosidade. Carga normal à moderada & baixo nível de contaminação com água. Temperaturas de funcionamento de -25 à +160°C (ALTIS SH2 : -40°C à +180°C).			
ALTIS EM 2		2	110	Rolamentos de motores e de geradores eléctricos, ventiladores ou bombas. Baixas cargas. Lubrificação permanente <i>ISO L-XBEHB 2 & DIN 51502 KP2R-25.</i>
ALTIS MV 2		2	160	Rolamentos de motores e de geradores eléctricos, ventiladores ou bombas. Altas cargas. Lubrificação permanente <i>ISO L-XBECB 2 & DIN 51502 KP2P-25.</i>
ALTIS SH2		2	84	Rolamentos de motores e de geradores eléctricos, ventiladores ou bombas. Altas/baixas cargas Lubrificação permanente Graxa sintética . Produto para indústria de papel. <i>ISO L-XDFHB 2 & DIN 51502 KHCP2R-40.</i>
Gamme CERAN	Graxas de extrema-pressão com sabão de sulfonato de complexo de cálcio para aplicações com cargas em altas temperaturas em meio extremamente úmido ; velocidades de rotação moderadas. Temperaturas de funcionamento de -25 à +180°C.			
CERAN WR 1 & 2		1 & 2	180	Graxas multi-usos (velocidades de rotação moderadas). Lubrificação de aplicações industriais em meio úmido (marina, off-shore ...). <i>CERAN WR 1 : ISO L-XBFIB 1/ DIN 51502 KP1R-25. CERAN WR 2 : ISO L-XBFIB 2/ DIN 51502 KP2R-25.</i>
CERAN AD		0	325	Cabos, correntes e engrenagens abertas de indústria pesada e equipamentos portuários. <i>ISO L-XBDIB 0 & DIN 51502 OGP0N-25.</i>
CERAN HV		1/2	422	Rolamentos submetidos a cargas extremas na indústria siderúrgica. <i>ISO L-XBFHB 1/2 & DIN 51502 KP1/2R-25</i>
CERAN HVA		2	422	Rolamentos submetidos a cargas extremas na indústria siderúrgica. (maior resistência a corrosão estática & a oxidação) <i>ISO L-XBFHB 2 & DIN 51502 KP2R-25</i>
CERAN PM	CERAN PM -	1/2	325	Rolamentos submetidos a c. extremas de partes secas e úmidas de ind. de papel. Boa resistência a corrosão estática & à oxidação. (Baixas temperaturas : CERAN LT) <i>ISO L-XBFIB 1/2 & DIN 51502 KP1/2R-25</i>
CERAN GEP	CERAN EPG -	0	695	Redutores e transmissões industriais de britadores e coroas de fornos de cimenteiras . Graxa com aditivação sólida (grafite & MoS ₂). <i>ISO L-XBFHB 0 & DIN 51502 OGPFO-25.</i>

9- Graxas / Especialidades



TOTAL

TOTAL	Sabão	NLGI	Óleo básico Viscosidade @40 °C mm ² /s	APLICAÇÕES
ESPECIALIDADES				
CALORIS 23 CALORIS MS 23	Bentone	2/3	500	Aplicações severas com baixas velocidades & altas temperaturas . Temperaturas de operação entre -15°C e +160°C. CALORIS MS 23: graxa com aditivos sólidos (choques & vibrações).
COPAL GEP 0	Complexo de Alumínio	0	750	Engrenagens abertas com movimentações cilíndricas simples & duplo pinhão. Aplicações em cimenteiras & indústrias pesadas.Graxa com lubrificantes sólidos(grafite & MoS2). Temperaturas de operação de -20°C a +150°C . ISO L-XBDHB 0 & DIN 51502 OGPFO-N-20.
STATERMIC XHT	Fluorada	2	147	Normalmente aplicada em indústria pesadas e submetida a temperaturas muito altas (temperaturas de pico até 270°C). Temperaturas de operação entre 25°C a +250°C.ISO L-XBGDB2 & DIN 51502 KFKP2U-25.
SPECIS CU	Bentone & cobre	1/2	154	Graxa anti-engripante. Utilizada em componentes de difícil manuseio/operação (corrosão & oxidação). Cobre: boas propriedades em contatos elétricos. ISO L-XAFBB 1/2 & DIN 51502 MPF1/2R-10.
MARSON SY 00 MARSON SY 000	Lítio	00 000	142 90	Lubrificação de engrenagens fechadas & sem-fim. Graxas sintéticas. Temperaturas de operação entre -35°C a +130°C.
FUSIS	Sódio	>6	-	Graxa de bloco. Temperaturas de operação de 0°C a 180°C. ISO L-XACBA6
BIOMULTIS SEP 2	Lítio / Cálcio	2	55	Graxa biodegradável EP de múltiplas aplicações. Temperaturas de operação entre - 40°C e +150°C. ISO L-XDDEB2 & DIN 51502 KPE2N-40
CONTATOS ALIMENTARES ACIDENTAIS				
AXA GR 1	Complexo de Cálcio	1	150	Graxa branca para o contato acidental com alimentos . Atende a especificação USDA H-1 . Lubrificação das prensas usadas na manufatura de alimento animal e nos moinhos de açúcar. Boa resistência a água . Temperaturas de operação de -20°C a +150°C.
LUBRIPLATE FGL	Complexo de Alumínio	00 a 2	425	Graxas para contato alimentar fortuito . Atende a especificação USDA H-1 . Temperaturas de operação entre -10°C e +150°C. Óleos básicos minerais.
LUBRIPLATE SFL	Complexo de Alumínio	00 /1/ 2	39 219	Graxas para contato alimentar fortuito . Atende a especificação USDA H-1 . Temperaturas de operação entre -50°C to +150°C. Óleos básicos sintéticos.
KEYSTONE NEVASTANE HT/AW	Complexo de Alumínio	0 a 2	94	Graxas para contato alimentar fortuito . Atende a especificação USDA H-1 . Temperaturas de operação entre -20°C to +150°C. Óleos básicos minerais.

10- Fluidos de arrefecimento / gama SUPRA



TOTAL

A gama "SUPRA" : antifreeze & coolants com tecnologia de inibidores orgânicos

		Mono Etileno Glicol (MEG)		Mono Propileno Glicol (MPG) nível "grau alimentício"
proteção antifreeze		Padrão	Co-geração	Standard
Antifreeze (puro concentrado, sem água)	depende da % de água	GLACELF SUPRA	GLACELF <u>CHP</u> SUPRA	GLACELF <u>MPG</u> SUPRA
Coolants (pronto para o uso)	- 7°C		COOLELF <u>CHP</u> SUPRA	
	- 26°C	COOLELF SUPRA		COOLELF <u>MPG</u> SUPRA
	- 37°C	COOLELF SUPRA GF NP		



Contate o especialista em "Power generation" de sua filial

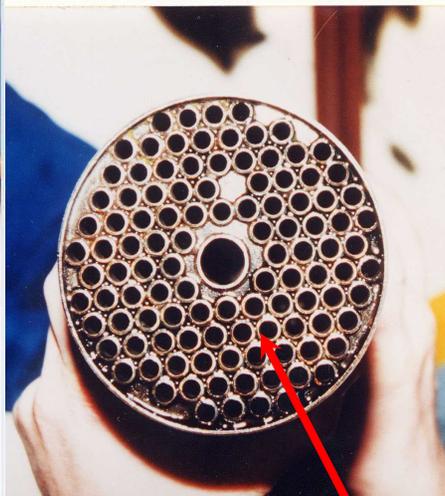
10- Tecnologia :



TOTAL

Estado dos tubos do trocador de calor após 18 meses

Estado da camisa após 400 h –teste de choque térmico



*Com tecnologia convencional
Aditivos inorgânicos*

com COOLELF SUPRA

*Com tecnologia convencional
Aditivos inorgânicos*

11- Especialidades



APLICAÇÃO	TOTAL	Comentários
ÓLEOS BRANCOS	FINAVESTAN	Óleos brancos medicinal que atendem a especificação FDA 21 CFR 172-878 & de CFR 178-3620(a). Viscosidade de 7 a 100 cSt @40°C.
ÓLEOS BRANCOS	LYRAN	Óleos brancos técnicos que atendem a especificação do FDA 21 CFR 178-3620(b) (óleos de processos). Viscosidade de 7 a 70 cSt @40°C.
ÓLEOS BRANCOS	EMETAN	Gel de petróleo (medicinal ou técnico)
ÓLEOS VEGETAIS	FINATUROL	Óleos vegetais para a indústria de alimentos. (ajuda no processo alimentício)
ÓLEOS DE TRANSFORMADOR	ISOVOLTINE II	transformadores, disjuntores, contatos...
ÓLEOS DE PROCESSO	TORILIS	De ISO VG 15 a 500.
ÓLEOS DESMOLDANTES	MOLDOL & BIOMOLDOL	Biomoldol: líquidos biodegradáveis de liberação do molde
FERRAMENTAS PNEUMÁTICAS	PNEUMA	Óleos minerais ou sintéticos para perfuratrizes

12- Usinagem / máquinas-ferramenta



TOTAL

APLICAÇÃO	CLASSIFICAÇÕES				Produtos TOTAL
	ISO/TR 3498	NFE 60200	DIN 51502	Cincinnati	
Lubrificação com perda	AN 68 AN 220	AN 68 AN 220	AN 68 AN 220		DROSER MS 68 DROSER MS 220
Cargas normais	CKB 32 CKB 68 CKB 100 CKB 150	CB 32 CB 68 CB 100 CB 150	CL 32 CL 68 CL 100 CL 150		DROSER MS 32 DROSER MS 68 DROSER MS 100 DROSER MS 150
Cargas altas	CKC 100 CKC 150 CKC 220 CKC 320 CKC 460	CC 100 CC 150 CC 220 CC 320 CC 460	CLP 100 CLP 150 CLP 220 CLP 320 CLP 460		CARTER EP 100 CARTER EP 150 CARTER EP 220 CARTER EP 320 CARTER EP 460
Eixos & rolamentos	FD 2 FD 5 FD 10 FD 22	FD 2 FD 5 FD 10 FD 22			DROSER MS 2 DROSER MS 5 DROSER MS 10 DROSER MS 22
Eixos , rolamentos e embreagens	FC 2 FC 5 FC 10 FC 22	FC 2 FC 5 FC 10 FC 22 CL 5 CL 10 CL 22		DROSER MS 2 DROSER MS 5 DROSER MS 10 DROSER MS 22
Guias	G 68 G 100 G 150 G 220	G 68 G 100 G 150 G 220	G 68 G 100 G 150 G 220	P 47	DROSER MS 68/DROSER HXE DROSER MS 100 DROSER MS 150 DROSER MS 220
Transmissões hidrostáticas	HL 32 HL 46 HL 68	HL 32 HL 46 HL 68	HL 32 HL 46 HL 68		DROSER MS 32 DROSER MS 46 DROSER MS 68
	HM 15 HM 32 HM 46 HM 68	HM 15 HM 32 HM 46 HM 68 HLP 32 HLP 46 HLP 68		AZOLLA ZS 15 AZOLLA ZS 32 AZOLLA ZS 46 AZOLLA ZS 68
	HV 22 HV 32 HV 46	HV 22 HV 32 HV 46	HLP 22 HLP 32 HLP 46		EQUIVIS ZS 22 EQUIVIS ZS 32 EQUIVIS ZS 46
	HG 32 HG 68	HG 32 HG 68	HLP.CG 32 HLP.CG 68	P 53	DROSER MS 32 DROSER MS 68
Transmissões hidráulicas & guias	HG 32 HG 68	HG 32 HG 68	HLP.CG 32 HLP.CG 68	P 53	DROSER MS 32 DROSER MS 68
Graxas multipurpose	XBCEA 00 XBCEA 0 XBCEA 1 XBCEA 2 XBCEA 3 XM 1 XM 2 XM 3	K00K K0K K1K K2K K3K	K00K K0K K1K K2K K3K	MULTIS EP 00 MULTIS EP 0 MULTIS EP 1 MULTIS EP 2/ MULTIS 2 MULTIS EP 3/ MULTIS 3

12- Usinagem/máquinas-ferramenta



TOTAL

Lubrificantes para máquinas-ferramenta

TOTAL	APLICAÇÕES
DROSERAMS 2 a 220	lubrificantes de múltiplas aplicações para máquinas-ferramenta: guia, eixos, engrenagens e sistemas hidráulicos . Atende ISO HM/HG/FC/FD & CKB/CKC/CKE.
DROSERAHXE 68 & 220	Lubrificantes de múltiplas aplicações para máquinas-ferramenta. Particularmente apropriado às guias revestidas de resina sintética . Atende ISO GB.
CARTEREP 68 a 3000	Óleo de engrenagem de extrema-pressão . Atende ISO CKC/CKD.
AZOLLAZS 10 a 150	Óleos hidráulicos . Atende ISO HM e DIN HLP
EQUIVISZS 15 a 150	Óleos hidráulicos com alto índice de Viscosidade (VI) . Atende ISO HV & DIN HVLP
MULTISEP 00 a 3	Graxas de múltiplas aplicações com aditivo de extrema-pressão .

12- Usinagem / óleos de corte



A escolha certa: óleo de corte integral ou solúvel??

Óleos de corte integral

- Boas propriedades lubrificantes
- Melhor acabamento
- Fácil monitoramento
- Custo de operação :
 - Baixo custo (só completar o nível)
- Aplicação - Exemplos :
 - Perfurar
 - Bater/ rosquear
 - Tornear
 - Fresar

Fluidos solúveis

- Boas propriedades refrigerantes
- Melhor tolerância
- Preço (diluição com água)
- Custo de operação :
 - Manutenção constante (emulsão)
 - Checar a qualidade da emulsão (poluentes)
 - Tratar o fluido usado
- Aplicação - Exemplos :
 - Furar
 - Tornear / rosquear
 - Retificar
 - Serrar



O máquina-ferramenta foi projetada para usar qualquer óleo de corte integral ou qualquer líquido soluúvel, não ambos .

12- Usinagem / fluidos solúveis



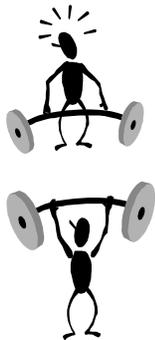
- **Definição :**
 - Macro-emulsão (**aparência leitosa**) : **50 / 60 % de óleo mineral no concentrado**
 - Micro-emulsão (**aparência translúcida**) : **30 / 40 % de óleo mineral no concentrado**
 - Fluidos sintéticos (**produto claro ou incolor**) : **nenhum óleo mineral – somente aditivos com água**
- **Preparação fluida solúvel :**
 - **O óleo deve ser colocado na água e misturado energeticamente**
 - **A concentração fica entre 3 e 6 % verificando as condições da máquina**
- **Monitoramento do fluido solúvel :**
 - **pH**
 - **Concentração**
 - **Contato com óleos de sistemas hidráulicos, guias ...**
 - **Desenvolvimento de micro-organismos**
- **Ferramentas de monitoramento :**

MIXELF, BANDOL, REFRAÔMETRO, TESTE DE BACTÉRIA

12- Usinagem / fluidos solúveis



• MACRO-EMULSÕES	MICRO-EMULSÕES	FLUIDOS SINTÉTICOS
LACTUCA LT 3000 <i>(ex LACTUCA LT 2)</i>		
LACTUCA MS 5000 <i>(ex SARELF AAS)</i>	SPIRIT MS 5000 <i>(ex SPIRIT 442 PLUS)</i>	VULSOL MS 5000 <i>(ex SPIRIT 411)</i>
LACTUCA MS 7000 <i>(ex SPIRIT456 PLUS)</i>	SPIRIT ASI 7000 <i>(ex SPIRIT ASI)</i>	VULSOL MS 7000 <i>(ex LACTUCA UF 150)</i>



- 3000 series
- 5000 series
- 7000 series
- 9000 series



Aumento das exigências da máquina

MS : MultiServiços / ASI : Alumínio

LT : LaTão (bronze)

12- Usinagem / fluidos solúveis



Foco dos produtos :

<i>Spirit MS 5000</i>	Fluido multifuncional. Operações em metais ferrosos & não-ferrosos. Bons resultados em operações variadas inclusive retífica. Cumpre as regulamentações ambientais alemãs.(isentos de cloro).
<i>Spirit ASI 7000</i>	Particularmente desenvolvido para ligas de alumínio & alumínio/silicone . Bons resultados em operações em médio-duros aços. Cumpre as regulamentações ambientais alemãs.(isentos de cloro).
<i>Vulsol MS 5000</i>	Particularmente desenvolvido para operações de retífica em metais ferrosos & não-ferrosos Fulfills the German environmental regulations (chlorine-free, DEA-free).

12- Usinagem / óleos de corte integrais



TOTAL

• Série 3000 : operação não severa

⇒ Produto : **SCILIA MS 3040** (ex Scilia MU 200)

(óleo de corte multifuncional para operações & lubrificação de máquinas-ferramenta. Operações em metais ferrosos & não-ferrosos e aços de média-alta dureza. Produto isento de cloro) **SEVERIDADE**



12- Usinagem / óleos de corte integrais



- **Série 5000 : operações severas**

⇒ Produto : **VALONA ST 5022** (ex Coupe FG 22)

(Operação de corte em metais ferrosos. Isento de cloro)

SEVERIDADE



12- Usinagem / óleos de corte integrais



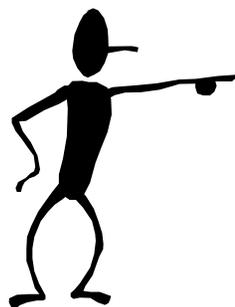
TOTAL

• Série 7000 : operações muito severas

⇒ Produto : **VALONA MS 7023** (ex Coupe EI 23)

(Lubrificante universal para operações muito severas. Operações de metais ferrosos & não-ferrosos (de ligas de cobre até titânio). Isento de cloro)

SEVERIDADE



SEVERIDADE	
Ligas de titânio Aço inoxidável Aço ferramenta Aço duro Liga de Fo.Fo. Aço de médio carbono Aço de baixo carbono Aço rápido Ligas de alumínio Bronze e ligas Cobre e ligas	10
Brochamento Rosqueamento Fresamento Furação Furação profunda Serramento Corte de rosca Moer	
	Afiação / polimento Retífica
	1

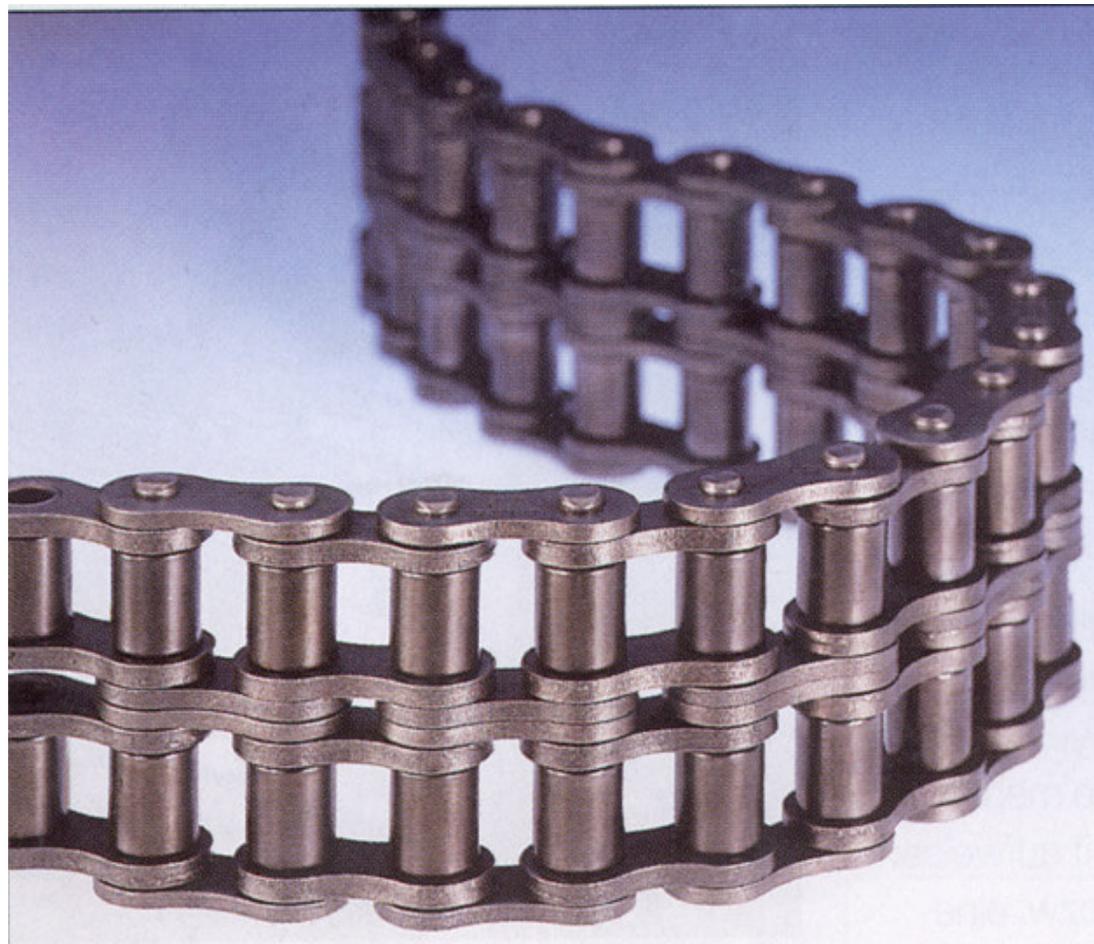
12- Usinagem / Especialidades



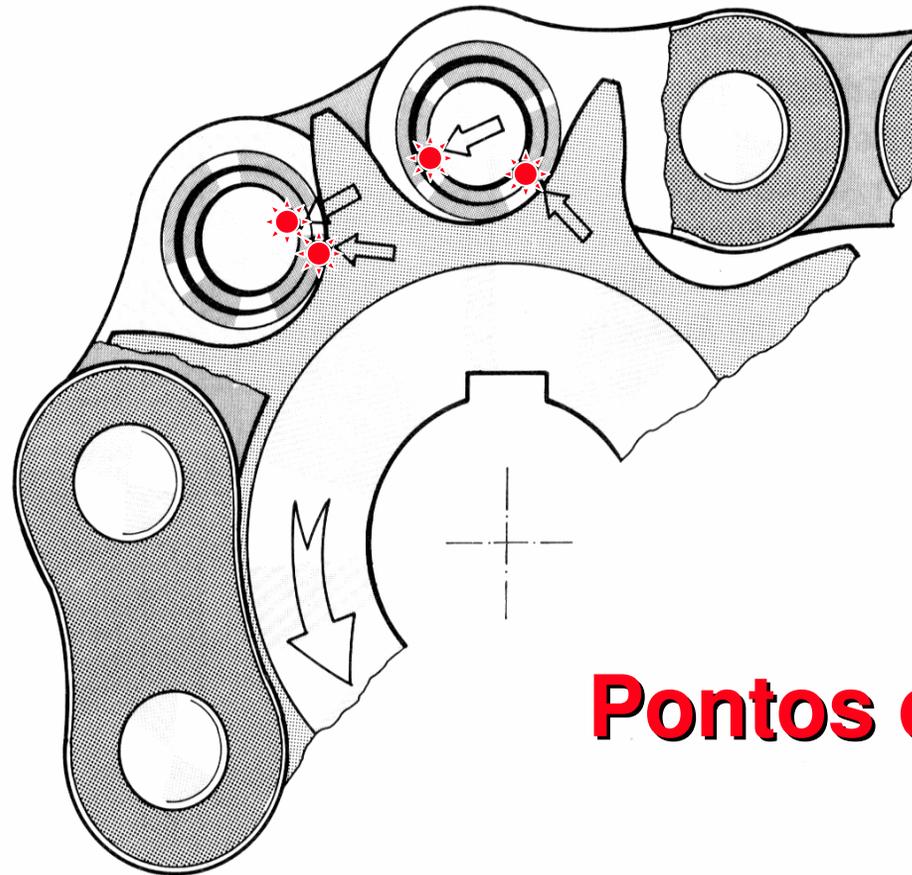
TOTAL

APLICAÇÃO	TOTAL	Comentários
ÓLEOS DE ESTAMPAGEM	MARTOL	produtos isentos de cloro para operações de corte, estampagem, ou repuxo
ÓLEOS DE ELETRO-ESROÇÃO	DIEL	Fluido para operações de desbaste, acabamento & super acabamentos.
ÓLEOS DE LAMINAÇÃO	LUBRILAM	Produtos para laminação à quente de alumínio.
ÓLEOS PROTETIVOS	OSYRIS	Produtos para proteção das superfícies.
ÓLEOS DE TÊMPERA	DRASTA	Produtos têmpera a quente , semi-quente & fria.

13-Corrientes

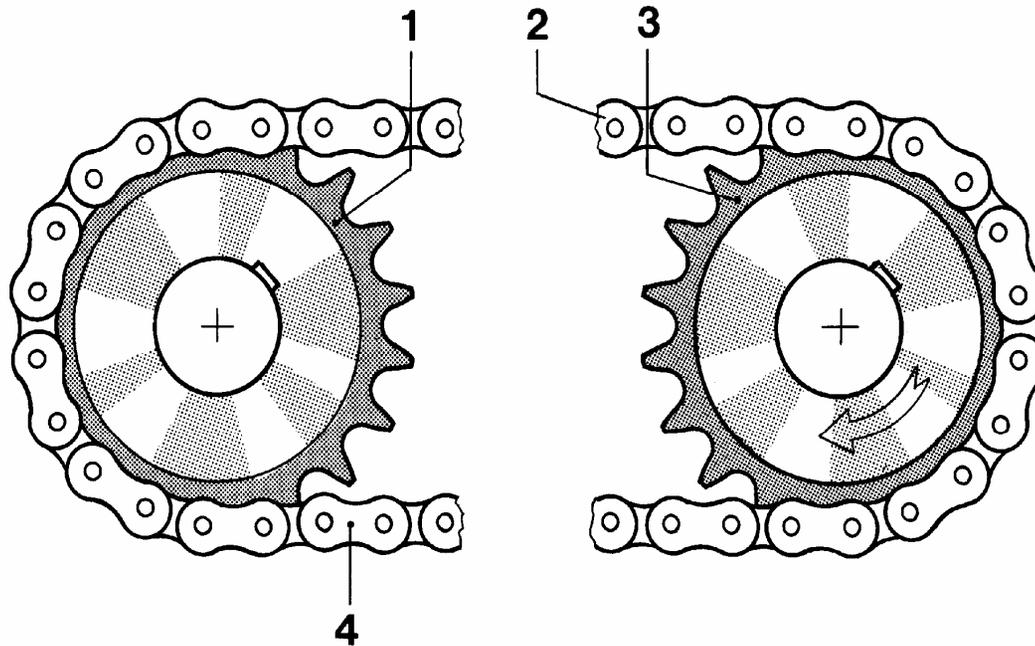


13-Correntes



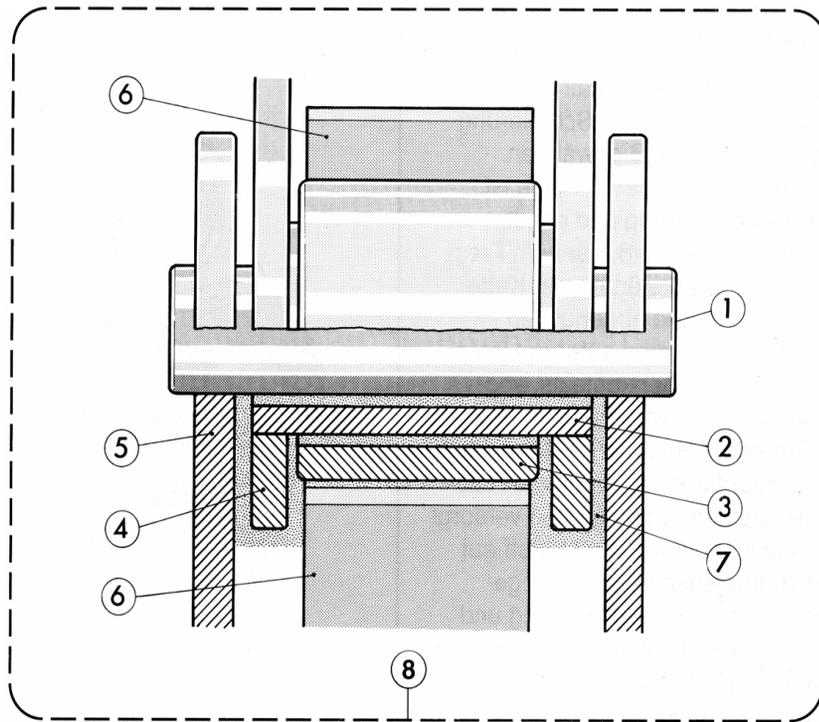
Pontos de Atrito

13-Correntes



- 1 Roda de saída, várias também é usual**
- 2 Rama de carga**
- 3 Roda de acionamento**
- 4 Rama de retorno a zona sem carga**

13-Corrientes

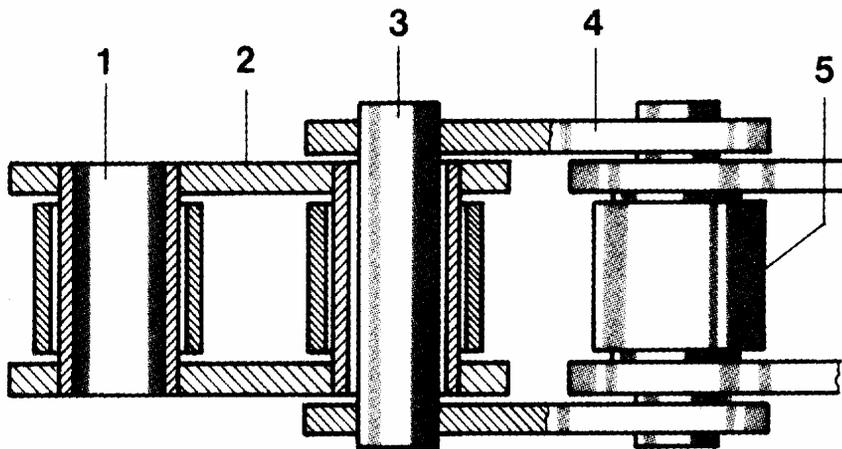


- 1 Chain pin
- 2 Bushing
- 3 Roller
- 4 Inner plate
- 5 Outer plate
- 6 Sprocket tooth
- 7 Intermediate substance
- 8 Ambient medium

Friction points in the link:

- Pin 1 - Bushing 2
- Bushing 2 - Roller 3
- Roller 3 - Inner plate 4
- Inner plate 4 - Outer plate 5
- Roller 3 - Sprocket tooth 6
- Sprocket tooth 6 - Inner plate 4

13-Corrientes



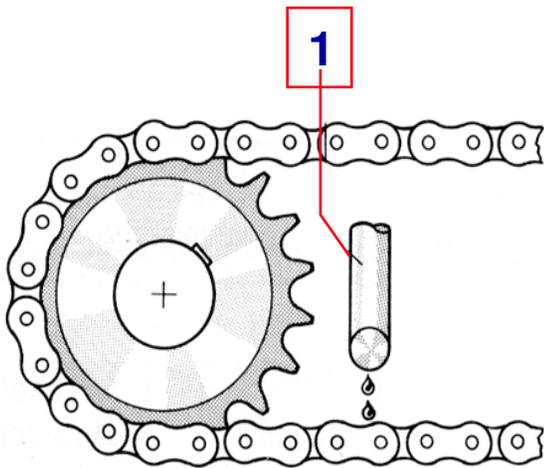
Areas of application

The most widely used type of drive chain, for the automotive industry, camshafts, motorcycles, bicycles, washing machines.

- | | | | |
|---|-------------|---|-------------|
| 1 | Bushing | 4 | Outer plate |
| 2 | Inner plate | 5 | Roller |
| 3 | Pin | | |

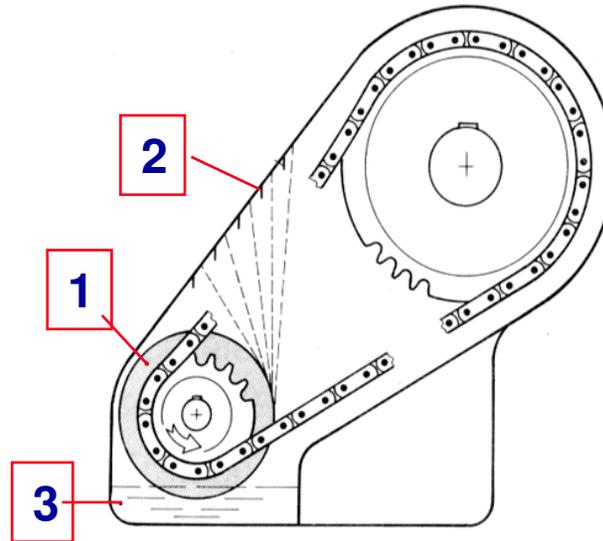
Métodos de Lubrificação Contínua

Drip-feed lubrication



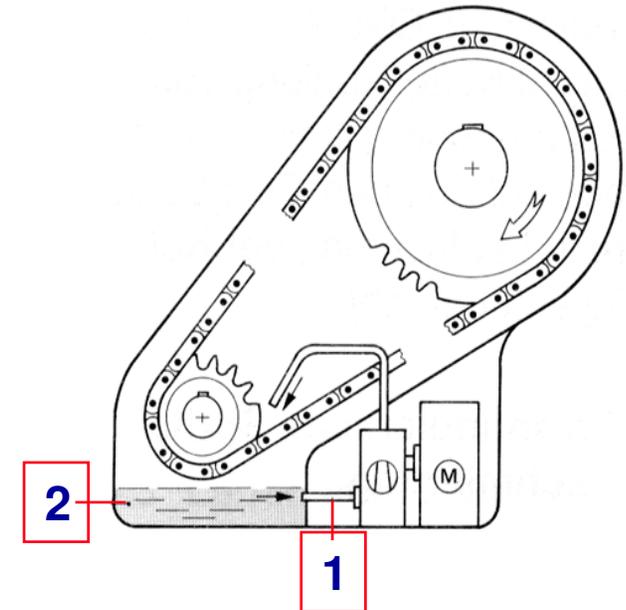
- 1 Drop tube with orifices

Oil-slinger lubrication



- 1 Oil slinger
- 2 Lubricant dripping ledge
- 3 Oil sump

Forced-feed lubrication



- 1 Intake tube
- 2 Oil sump