

17 ° SEMINÁRIO BRASILEIRO AGROINDUSTRIAL “A USINA LUCRATIVA”

MANUTENÇÃO INTERNA COMO ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DE CUSTOS



Refferson de Souza Brandão
26.OUT.2016

MANUTENÇÃO INTERNA COMO ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DE CUSTOS



1	APRESENTAÇÃO
1.1	EMPRESA
1.2	PRODUÇÃO
2	MANUTENÇÃO INTERNA
2.1	CARACTERÍSTICAS
2.2	EQUIPAMENTOS MANTIDOS INTERNAMENTE
3	BENCHMARK
3.1	CUSTO DE MANUTENÇÃO NO BRASIL
3.2	CUSTO DE MANUTENÇÃO EM USINAS
4	CASE
4.1	IDENTIFICAÇÃO
4.2	OBSERVAÇÃO
4.3	ANÁLISE
4.4	PLANO DE AÇÃO
4.5	AÇÃO
4.6	VERIFICAÇÃO
4.7	PADRONIZAÇÃO
4.8	CONCLUSÃO
5	FINALIZAÇÃO
5.1	RESPONSABILIDADE TÉCNICA
5.2	AGRADECIMENTOS

1 APRESENTAÇÃO

1.1 EMPRESA



COMPOSTA POR TRÊS UNIDADES:

- ARIRANHA
- PALESTINA
- SANTA ALBERTINA

1 APRESENTAÇÃO

1.2 PRODUÇÃO



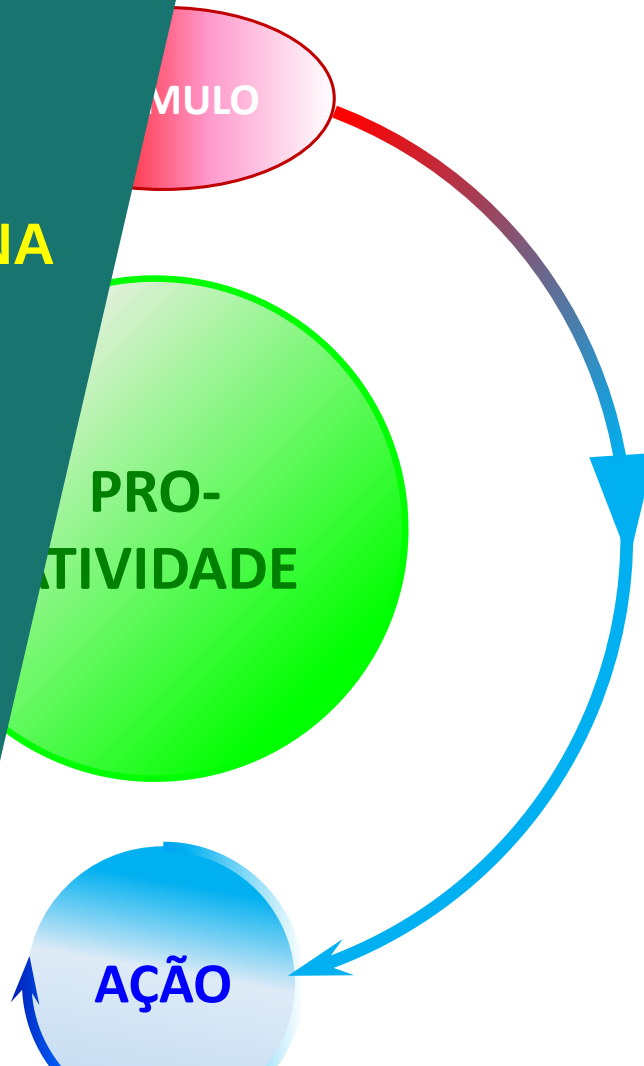
PRODUÇÃO

SAFRA 2016-2017

PRODUÇÃO	UNIDADE	VALOR
MOAGEM	TONELADA	9,5 MM
AÇÚCAR CRISTAL	SACAS	8,2 MM
AÇÚCAR VHP	SACAS	3,2 MM
ANIDRO	LITROS	75,7 MM
HIDRATADO	LITROS	312,4 MM
ENERGIA ELÉTRICA	MWH	0,5 MM

2 MANUTENÇÃO INTERNA

MANUTENÇÃO INTERNA
COMO ESTRATÉGIA
PARA REDUÇÃO
DE CUSTOS



2 MANUTENÇÃO INTERNA

2.1 CARACTERÍSTICAS



1. ALOCA MÃO-DE-OBRA OPERACIONAL EM ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO;
2. DESCENTRALIZADA;
3. SENSO DE REAPROVEITAMENTO DE DESCARTES;
4. MÃO-DE-OBRA COM BAIXA ROTATIVIDADE;
5. MÃO-DE-OBRA MULTIFUNCIONAL;
6. SERVIÇO INTERNO DE CALDEIRARIA PARA FABRICAÇÃO DE PEÇAS;
7. SERVIÇO INTERNO DE USINAGEM E REVESTIMENTO DE EIXO;
8. SERVIÇO INTERNO PREDITIVO (ANÁLISE E BALANCEAMENTO).

2 MANUTENÇÃO INTERNA

2.2 EQUIPAMENTOS MANTIDOS INTERNAMENTE



1. CENTRÍFUGAS DE AÇÚCAR;
2. CENTRÍFUGAS DE ÁLCOOL;
3. REDUTORES DE EIXO PARALELO;
4. REDUTORES PLANETÁRIOS;
5. MOTORES;
6. BOMBAS DE DESLOCAMENTO POSITIVO;
7. BOMBAS CENTRÍFUGAS DE BAIXA E ALTA PRESSÃO;
8. TURBINA A VAPOR;
9. TORRES DE RESFRIAMENTO;
10. SISTEMAS ELÉTRICOS EM GERAL;
11. GERADORES;
12. MOENDAS;
13. OUTROS.

2 MANUTENÇÃO INTERNA

2.3 DESAFIOS



1. LOGÍSTICA INTERNA;
2. COMPREENSÃO E DEFINIÇÃO DE DIVERSOS PADRÕES TÉCNICOS;
3. ORGANIZAÇÃO DE SUPRIMENTOS E ÁREA DE APOIO.

3 BENCHMARK

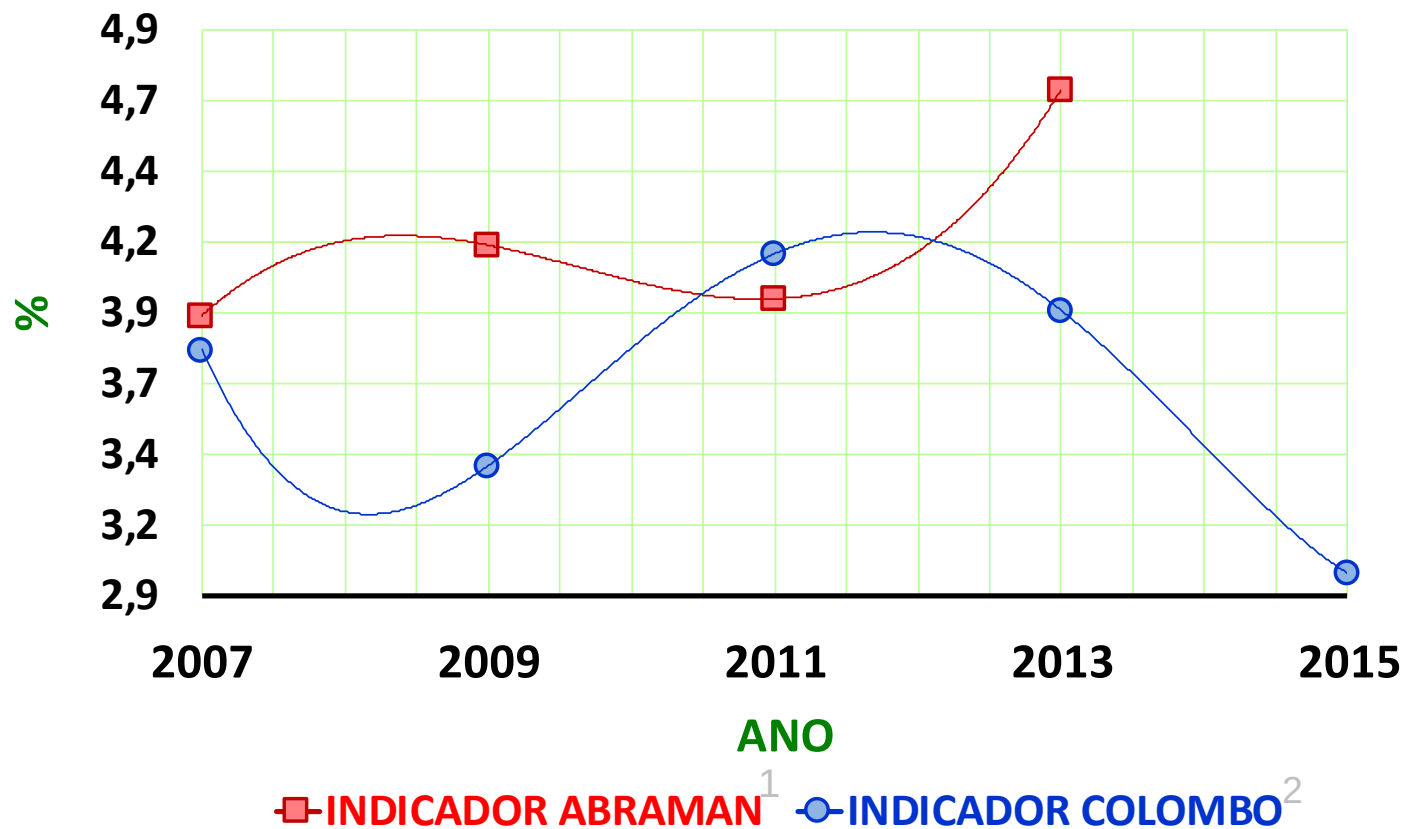
MANUTENÇÃO INTERNA
COMO ESTRATÉGIA
PARA REDUÇÃO
DE CUSTOS



3 BENCHMARK

3.1 CUSTO DE MANUTENÇÃO NO BRASIL

3.1.1 CUSTO DE MANUTENÇÃO POR FATURAMENTO



1. Fonte: Documento Nacional de Manutenção 2013

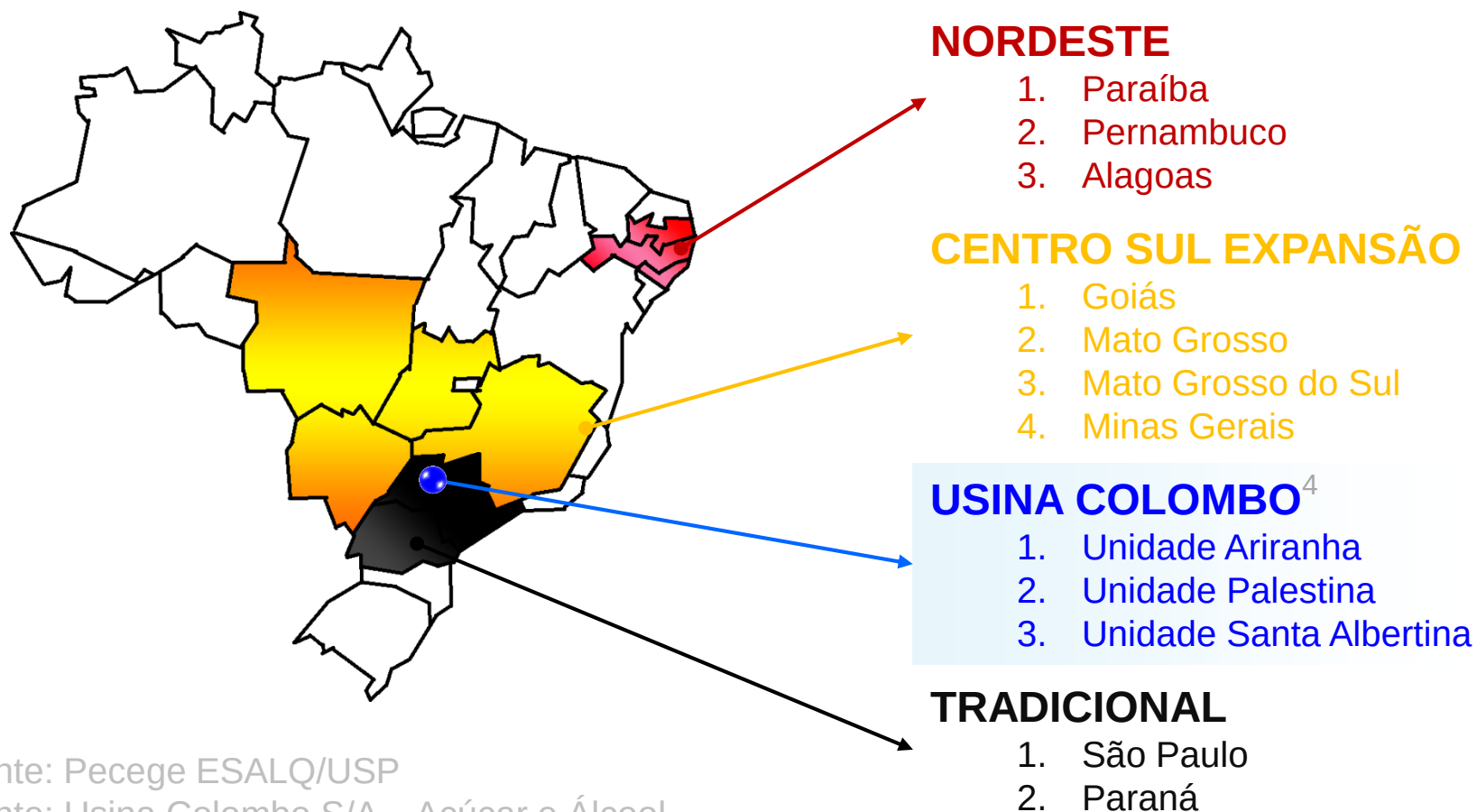
2. Fonte: Usina Colombo S/A – Açúcar e Alcool

3 BENCHMARK

3.2 CUSTO DE MANUTENÇÃO EM USINAS³

3.2.1 REGIÕES COMPARADAS

(R\$/Tonelada de cana)



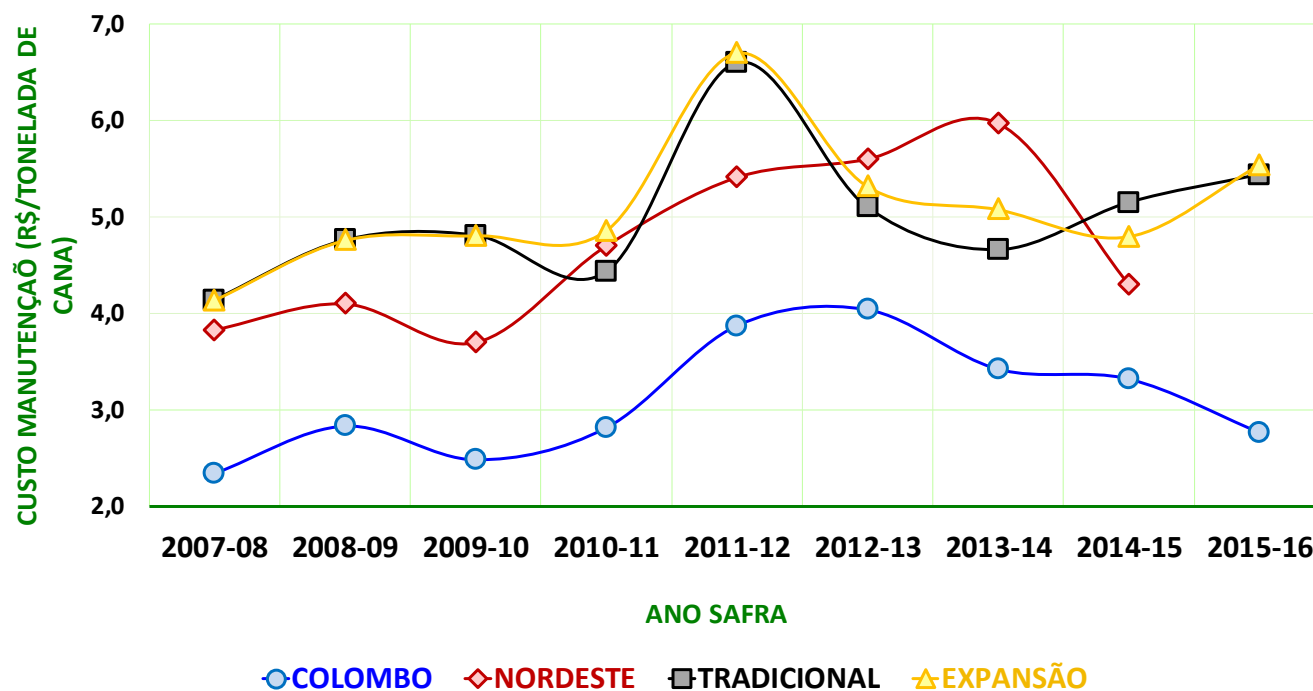
3. Fonte: Pecege ESALQ/USP

4. Fonte: Usina Colombo S/A – Açúcar e Alcool

3 BENCHMARK

3.2 CUSTO DE MANUTENÇÃO EM USINAS

3.2.2 CUSTO MÉDIO DE MANUTENÇÃO



3 BENCHMARK

3.2 CUSTO DE MANUTENÇÃO EM USINAS

3.2.3 GANHOS REFERENTES À MELHOR REGIÃO

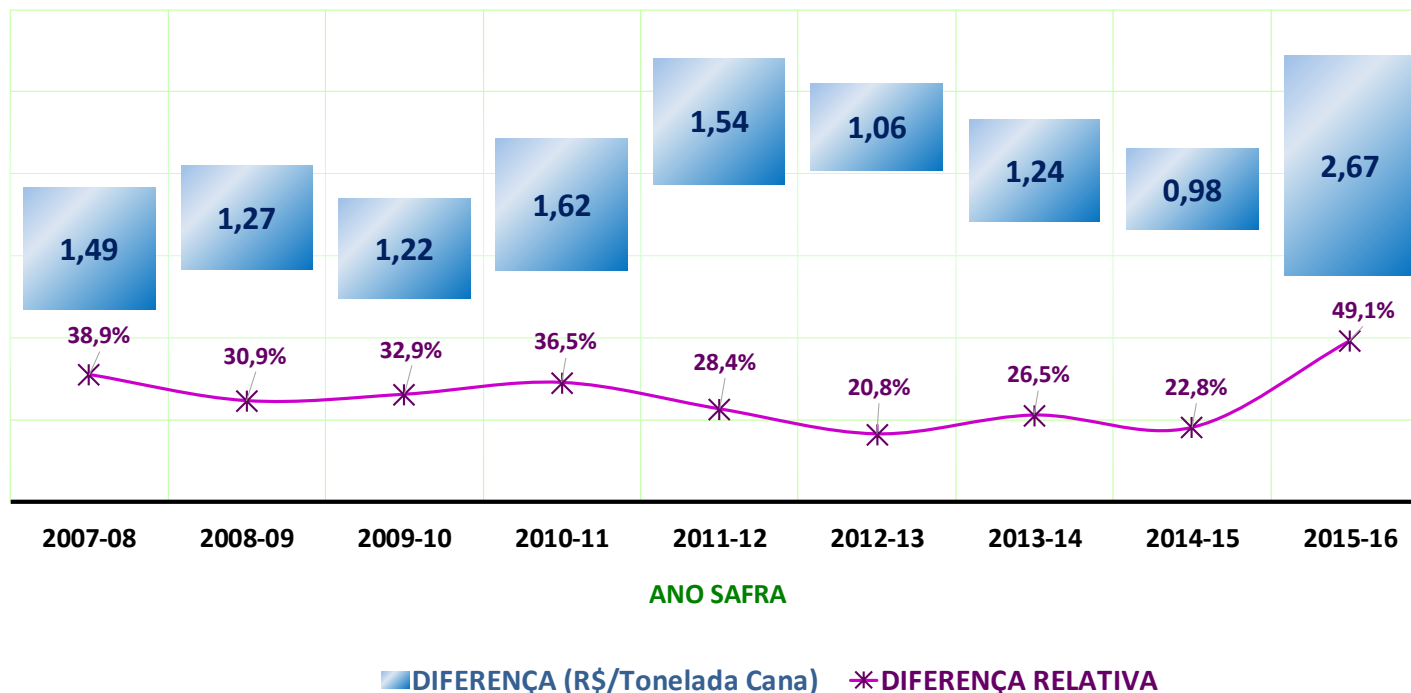
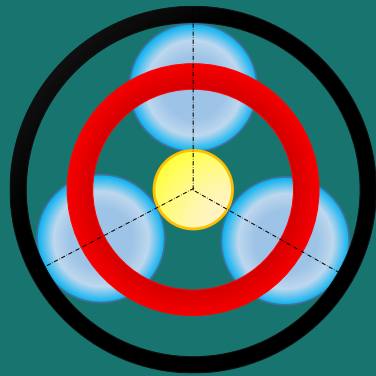


GRÁFICO REPRESENTA A DIFERENÇA ENTRE MELHOR CUSTO MÉDIO DE MANUTENÇÃO A CADA ANO-SAFRA COM O CUSTO MÉDIO DA USINA COLOMBO

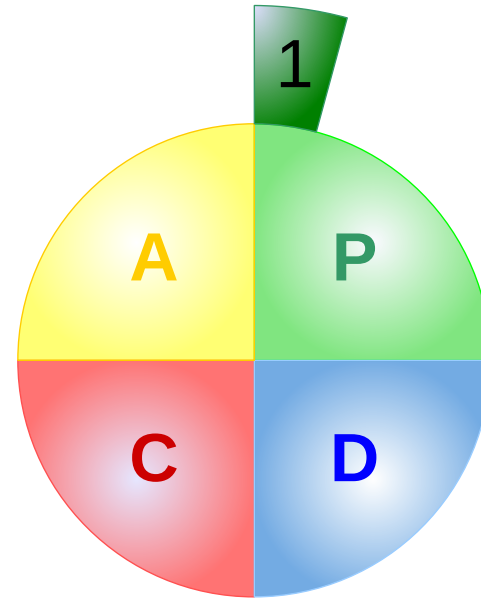
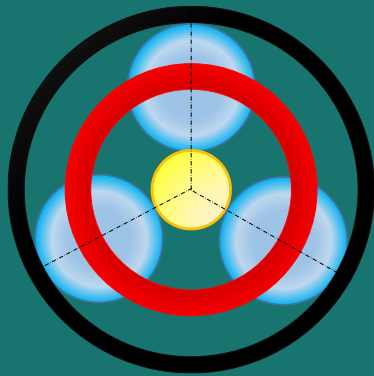
4 CASE

REDUÇÃO DE CUSTOS COM MANUTENÇÃO EM PLANETÁRIOS



4 CASE

REDUÇÃO DE CUSTOS COM MANUTENÇÃO EM PLANETÁRIOS



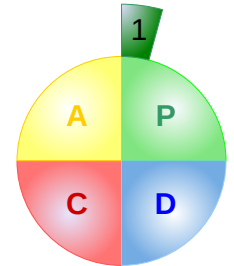
IDENTIFICAÇÃO

4 CASE

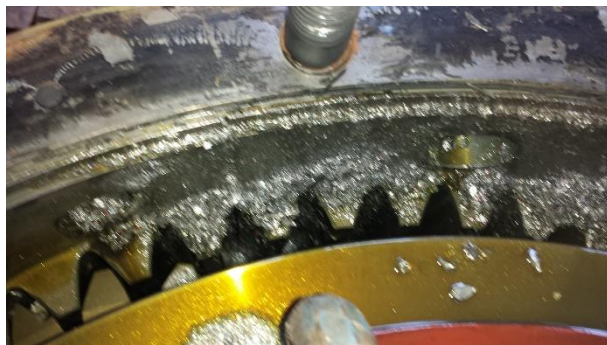
4.1 IDENTIFICAÇÃO

4.1.1 PROBLEMA

**QUEBRA DE REDUTORES PLANETÁRIOS SEM QUE
HOUVESSE INDICADORES DE FALHA, PROJETANDO
UM AUMENTO RELEVANTE NOS CUSTOS DE
MANUTENÇÃO.**



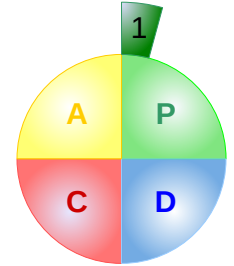
IDENTIFICAÇÃO



4 CASE

4.1 IDENTIFICAÇÃO

4.1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO



IDENTIFICAÇÃO

- AUMENTO DA CONFIABILIDADE;
- DESENVOLVIMENTO INTERNO DE MANUTENÇÃO DE PLANETÁRIOS.

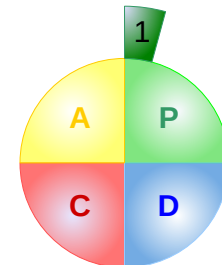


**REDUÇÃO DE CUSTOS
COM REDUTORES PLANETÁRIOS**

4 CASE

4.1 IDENTIFICAÇÃO

4.1.3 GRUPO DE TRABALHO

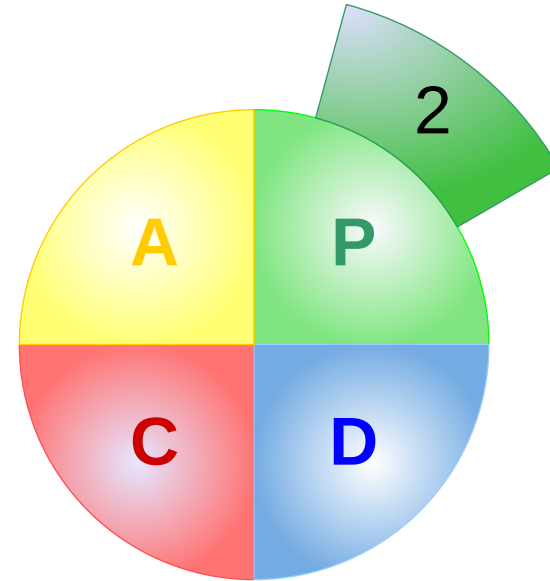
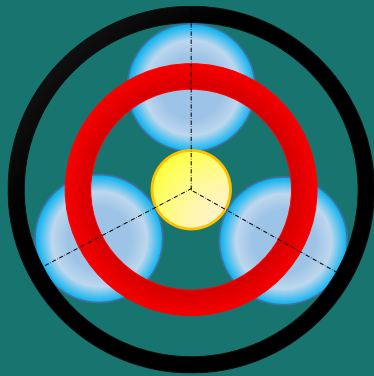


IDENTIFICAÇÃO

INTEGRANTES	FUNÇÃO	RESPONSABILIDADE NO GRUPO
	COORDENADOR	ENGENHARIA APLICADA
	SUPERVISOR	SUPERVISOR DE MONTAGEM E AGENTE DE MELHORIAS
	TÉCNICO	AJUSTAGEM MECÂNICA
	ANALISTA DE VIBRAÇÃO	ACOMPANHAMENTO DE RESULTADOS
	ANALISTA DE VIBRAÇÃO	ACOMPANHAMENTO DE RESULTADOS

4 CASE

REDUÇÃO DE CUSTOS COM MANUTENÇÃO EM PLANETÁRIOS

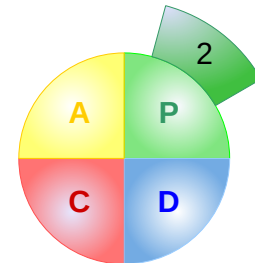


OBSERVAÇÃO

4 CASE

4.2 OBSERVAÇÃO

4.2.1 CARACTERÍSTICAS DE FALHA



OBSERVAÇÃO



ÁREA DE
CARREGAMENTO

ÁREA
DESCARREGADA

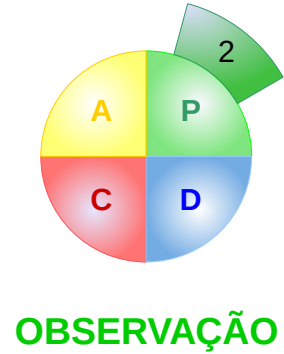
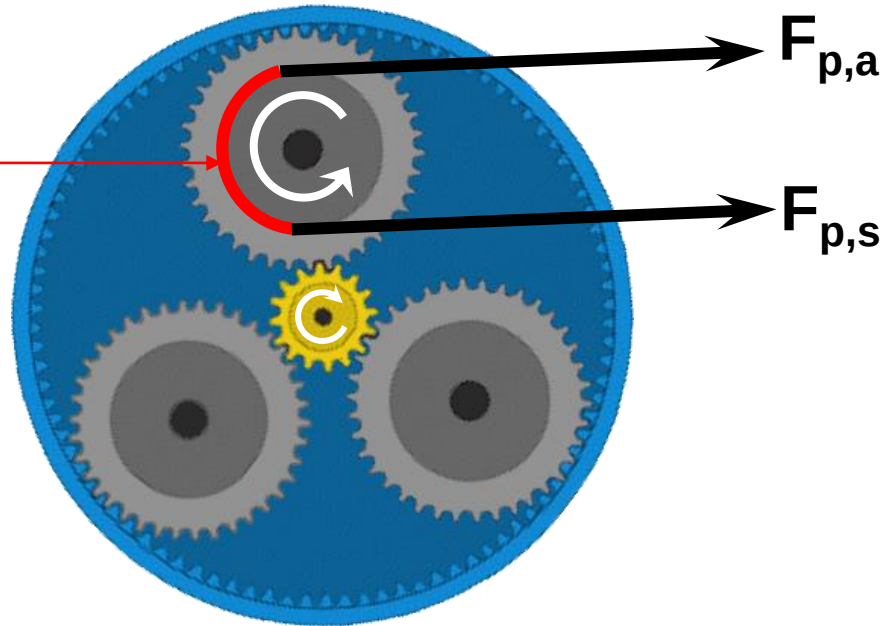
4 CASE

4.2 OBSERVAÇÃO

4.2.2 AÇÃO DO CARREGAMENTO



REGIÃO
AFETADA



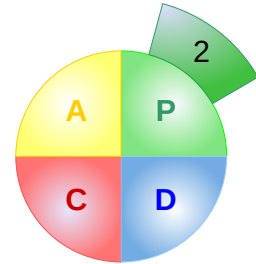
- $F_{p,a}$ - Força no Planeta devido ao Anel (Engrenagem Anel)
 $F_{p,s}$ - Força no Planeta devido ao Sol (Engrenagem Sol)

* Desenho fora de escala

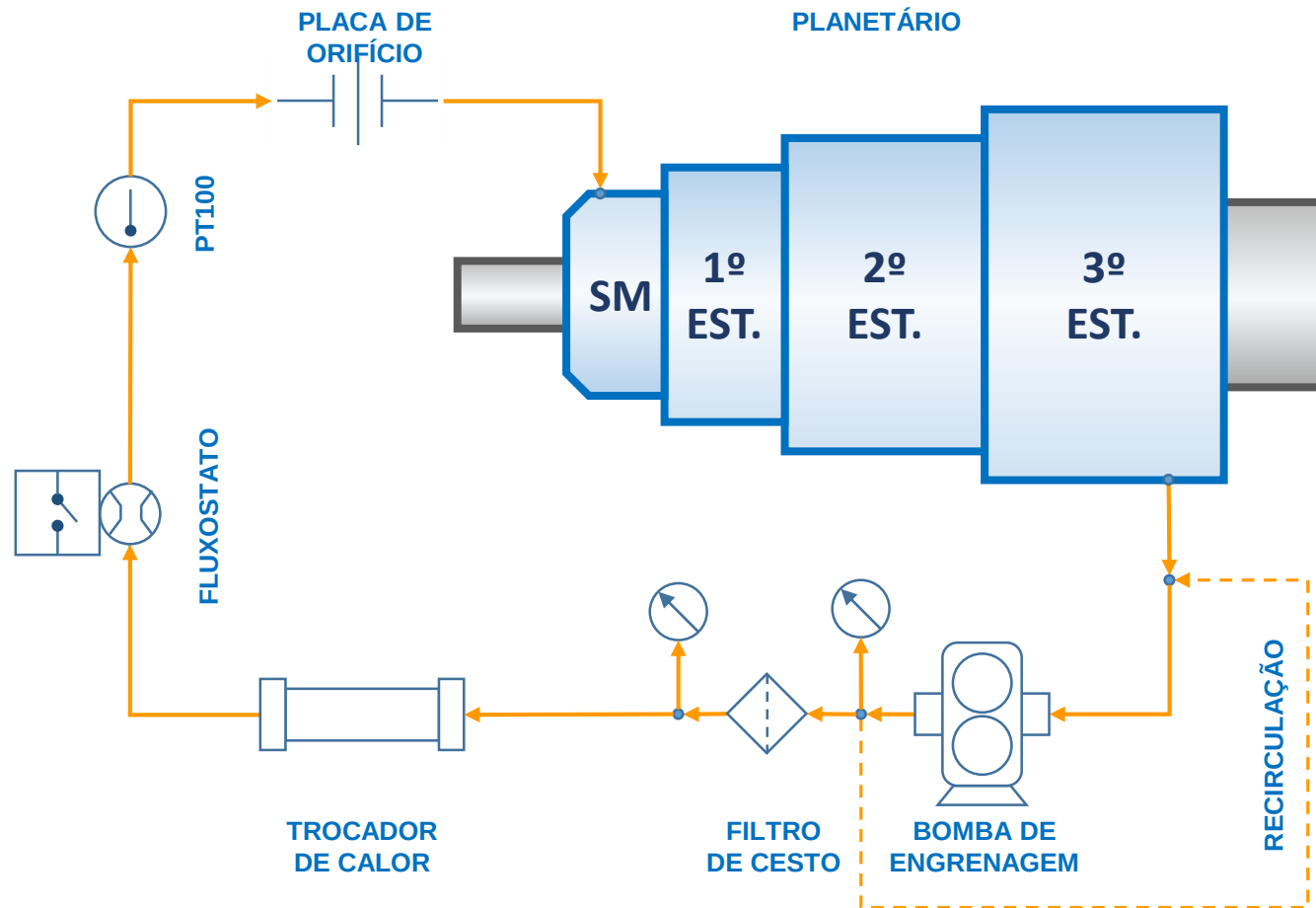
4 CASE

4.2 OBSERVAÇÃO

4.2.3 SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO – SITUAÇÃO INICIAL



OBSERVAÇÃO

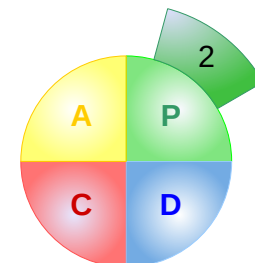


SM → SUPORTE DE MANCAL
EST → ESTÁGIO

4 CASE

4.2 OBSERVAÇÃO

4.2.3 DESCRIÇÃO DETALHADA DO FENÔMENO



OBSERVAÇÃO

5W+1H

O que é?
(What)

QUEBRA PREMATURA DE REDUTORES PLANETÁRIOS

Onde Ocorre?
(Where)

INSTALADOS NOS TERNOS DE MOAGEM DAS USINAS DO GRUPO COLOMBO.

Quando?
(When)

OBSERVARAM-SE AS PRIMEIRAS OCORRÊNCIAS NA SAFRA DE 2013.

Depende do
Operador?
(Who)

NUM PRIMEIRO MOMENTO, ACREDITOU-SE QUE O FENÔMENO ERA INDEPENDENTE DO OPERADOR.

Qual frequência?
(Which)

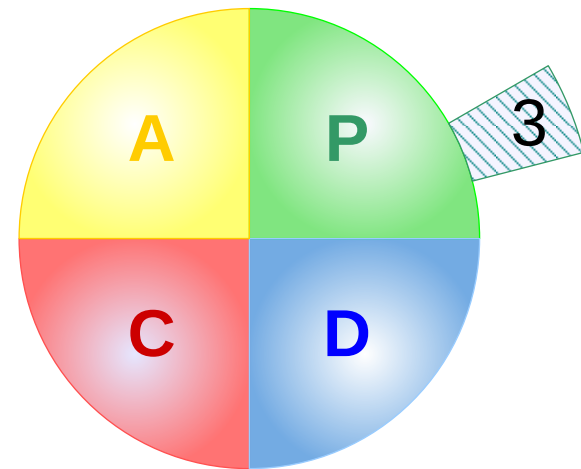
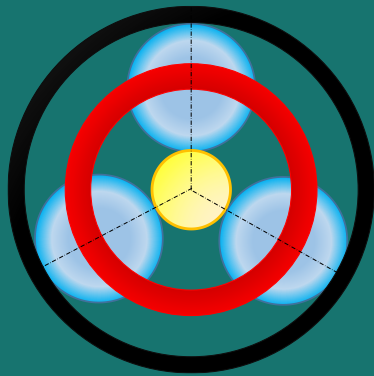
HOUE 4 QUEBRAS NO ANO E DIVERSOS REDUTORES FORAM TROCADOS, EMERGENCIALMENTE, PARA EVITAR DANOS MAIORES.

Como?
(How)

OBSERVOU-SE UMA GRANDE FORMAÇÃO DE PARTICULADOS METÁLICOS QUE SE DESENVOLVIAM RAPIDAMENTE. ACREDITA-SE QUE OS METAIS INICIALMENTE OBSERVADOS ERAM ORIUNDOS DOS ROLAMENTOS DESSES PLANETÁRIOS.

4 CASE

REDUÇÃO DE CUSTOS COM MANUTENÇÃO EM PLANETÁRIOS



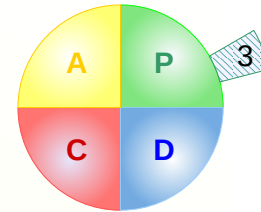
ANÁLISE

4 CASE

4.3 ANÁLISE

4.3.1 HIPÓTESES PROVÁVEIS

1. ROLAMENTO SUBDIMENSIONADO;
2. ROLAMENTO DE MÁ QUALIDADE;
3. EQUIPAMENTO SUBDIMENSIONADO;
4. LUBRIFICAÇÃO DEFICIENTE;
5. BAIXA DUREZA DOS ROLAMENTOS;
6. BAIXA DUREZA DOS ENGRENAMENTOS;
7. FILTRAGEM INADEQUADA;
8. ERRO OPERACIONAL;
9. BUCHA DE BAGAÇO
10. FALHA NA PROTEÇÃO;
11. AJUSTAGEM INADEQUADA DA MOENDA;
12. INTERFERÊNCIA EXCESSIVA DOS ROLAMENTOS;
13. PARÂMETROS DE TEMPERATURA INCORRETOS.

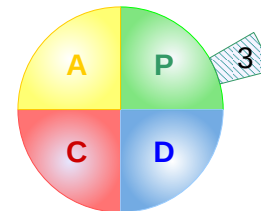


ANÁLISE

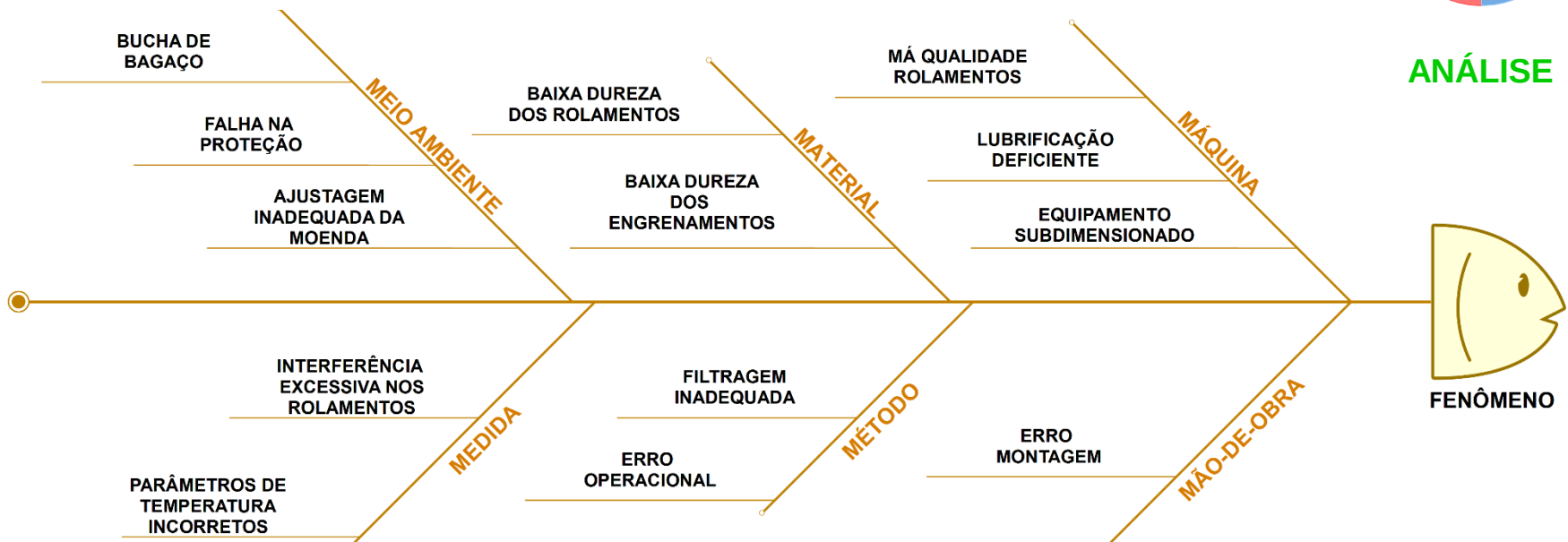
4 CASE

4.3 ANÁLISE

4.3.2 DIAGRAMA DE HISHIKAWA



ANÁLISE

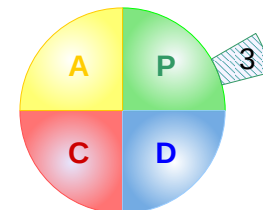


Aplicação do Hishikawa para garantir uma análise sistêmica do processo

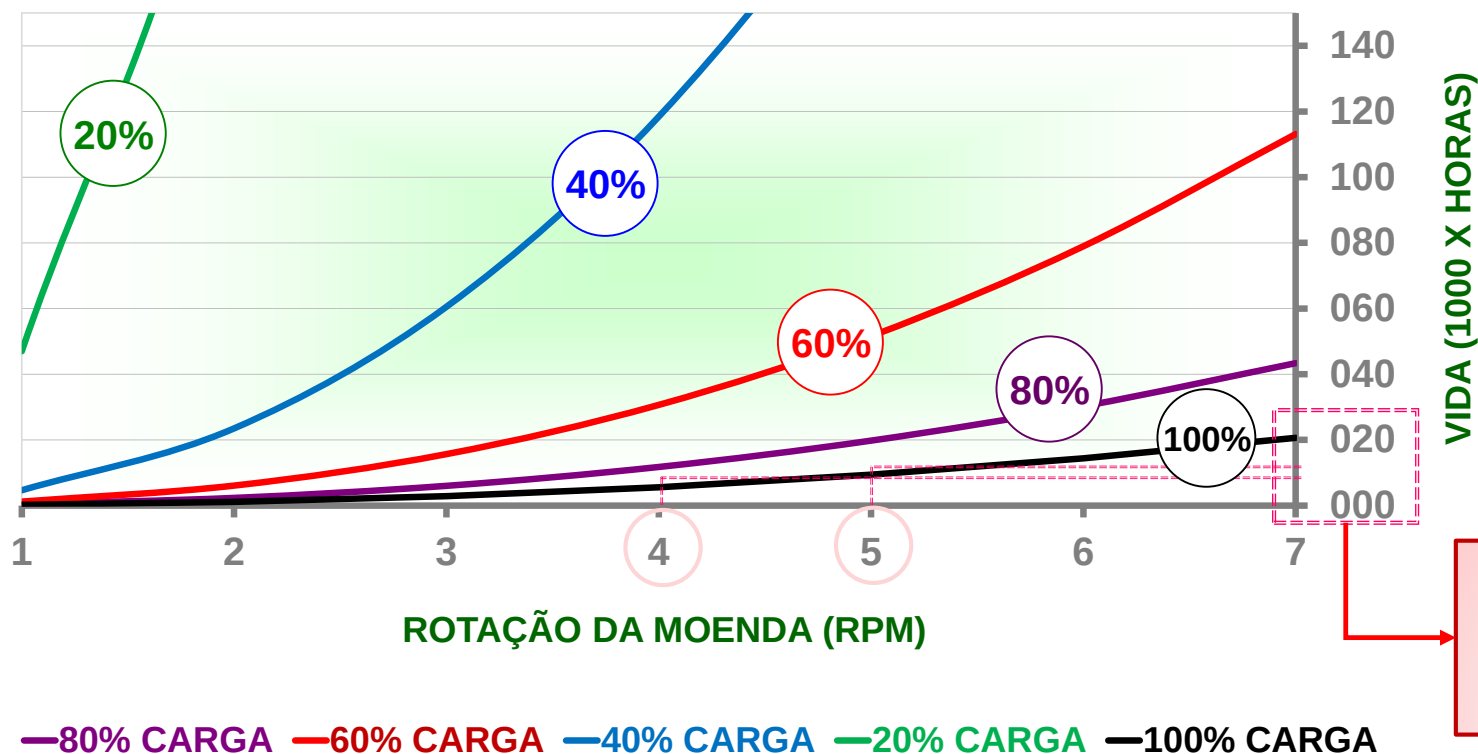
4 CASE

4.3 ANÁLISE

4.3.3 INFLUÊNCIA DA CARGA NA VIDA DO ROLAMENTO



ANÁLISE

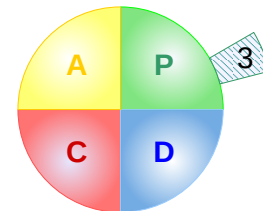


* ROLAMENTOS DOS PLANETAS DO 3º ESTÁGIO

4 CASE

4.3 ANÁLISE

4.3.4 VISCOSIDADE REQUERIDA – MÉTODO KAPPA



ANÁLISE

$$K = \frac{\text{Viscosidade Operacional}}{\text{Viscosidade de Referência}}$$

$\kappa = Kappa$

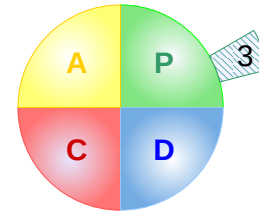
INDICATIVO

Capacidade de formação do filme lubrificante;
Proximidade da viscosidade operacional com a de referência.

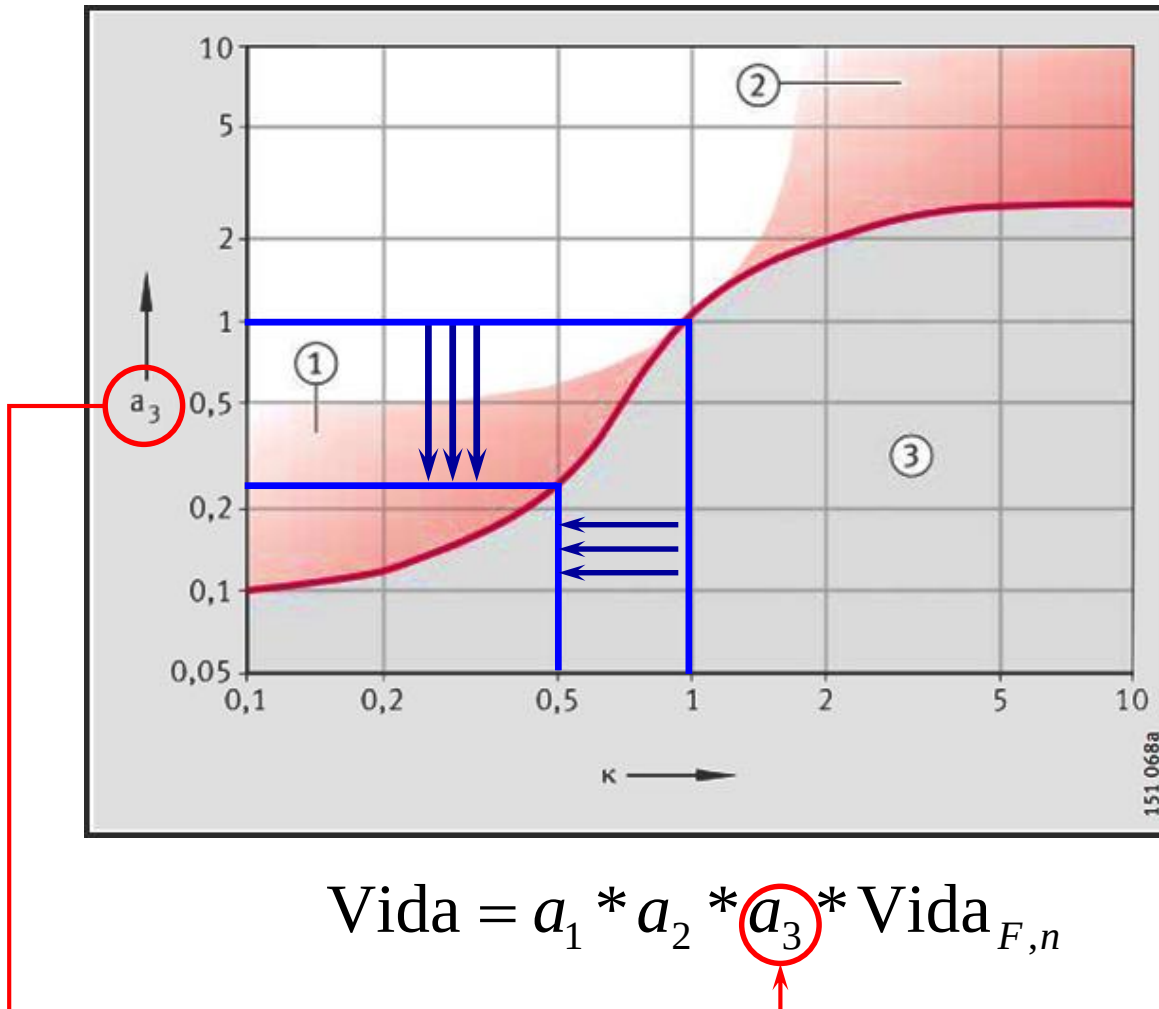
4 CASE

4.3 ANÁLISE

4.3.5 AÇÃO DA VISCOSIDADE NA VIDA ROLAMENTO



ANÁLISE

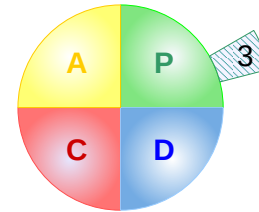


5. Fonte: FAG Rolamentos

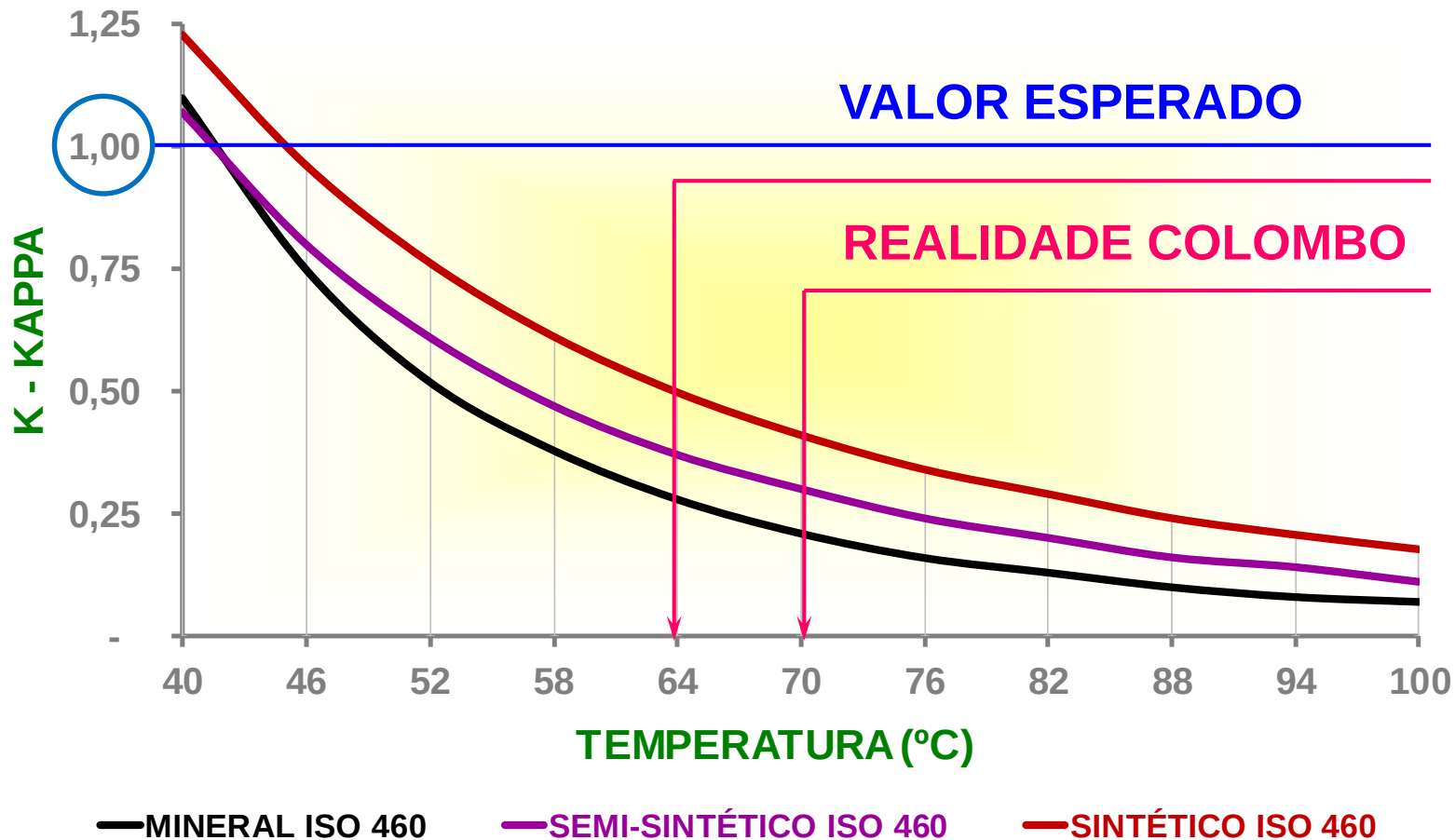
4 CASE

4.3 ANÁLISE

4.3.6 KAPPA EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA



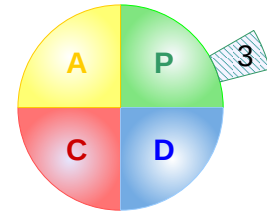
ANÁLISE



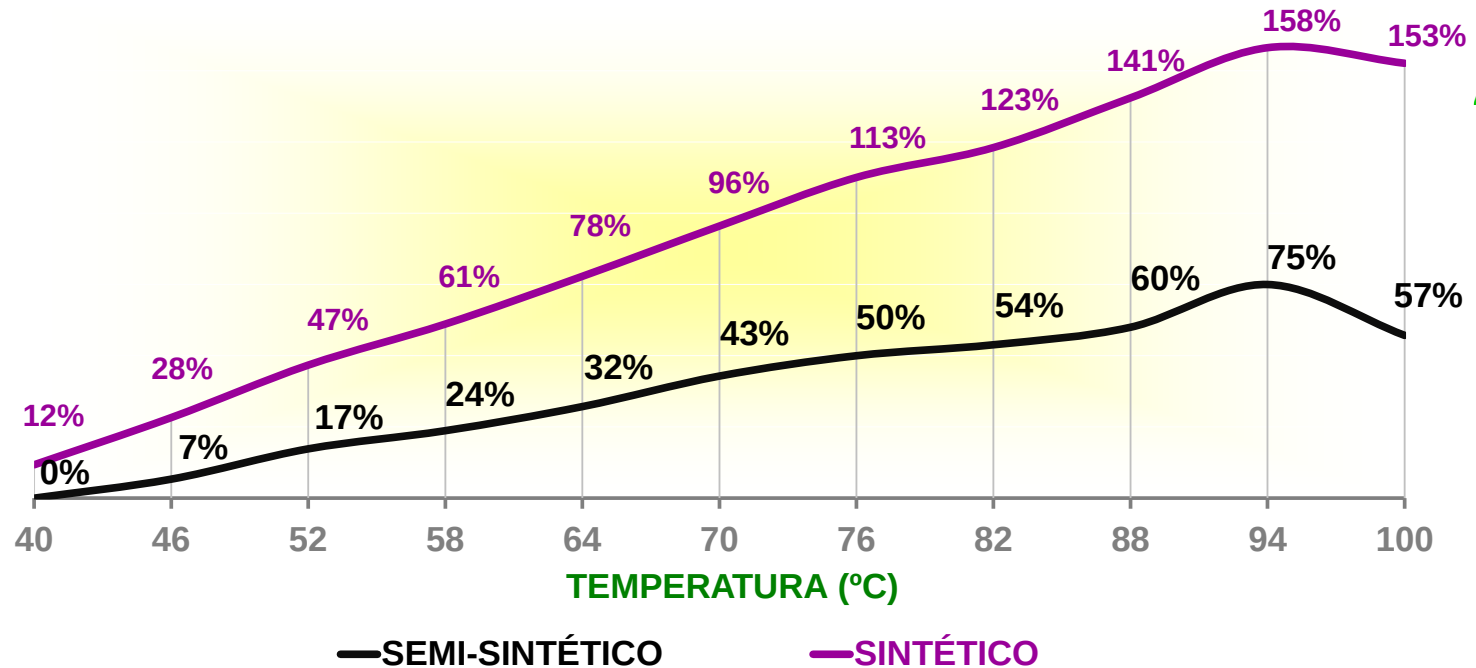
4 CASE

4.3 ANÁLISE

4.3.7 GANHO DE KAPPA COM ALTERAÇÃO DO ÓLEO



ANÁLISE



**GANHO DE KAPPA REFERENTE AO ÓLEO MINERAL.
IMPORTANTE, MAS NÃO SUFICIENTE!**

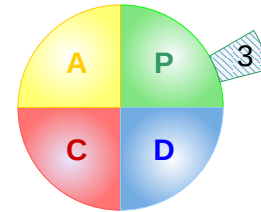


“MODELO DE STRIBECK”

PARÂMETROS PARA ANÁLISE

- λ – Parâmetro de Stribeck
- η – Viscosidade Dinâmica do Lubrificante
- μ – Fator de atrito
- P – Pressão no ponto de contato
- e_f – Espessura do filme lubrificante
- e – Rugosidade
- n – Rotação

$$\lambda = \frac{e_f}{e}$$

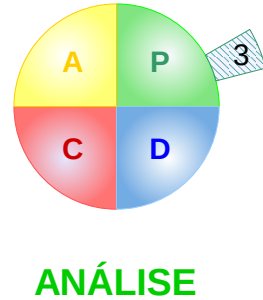
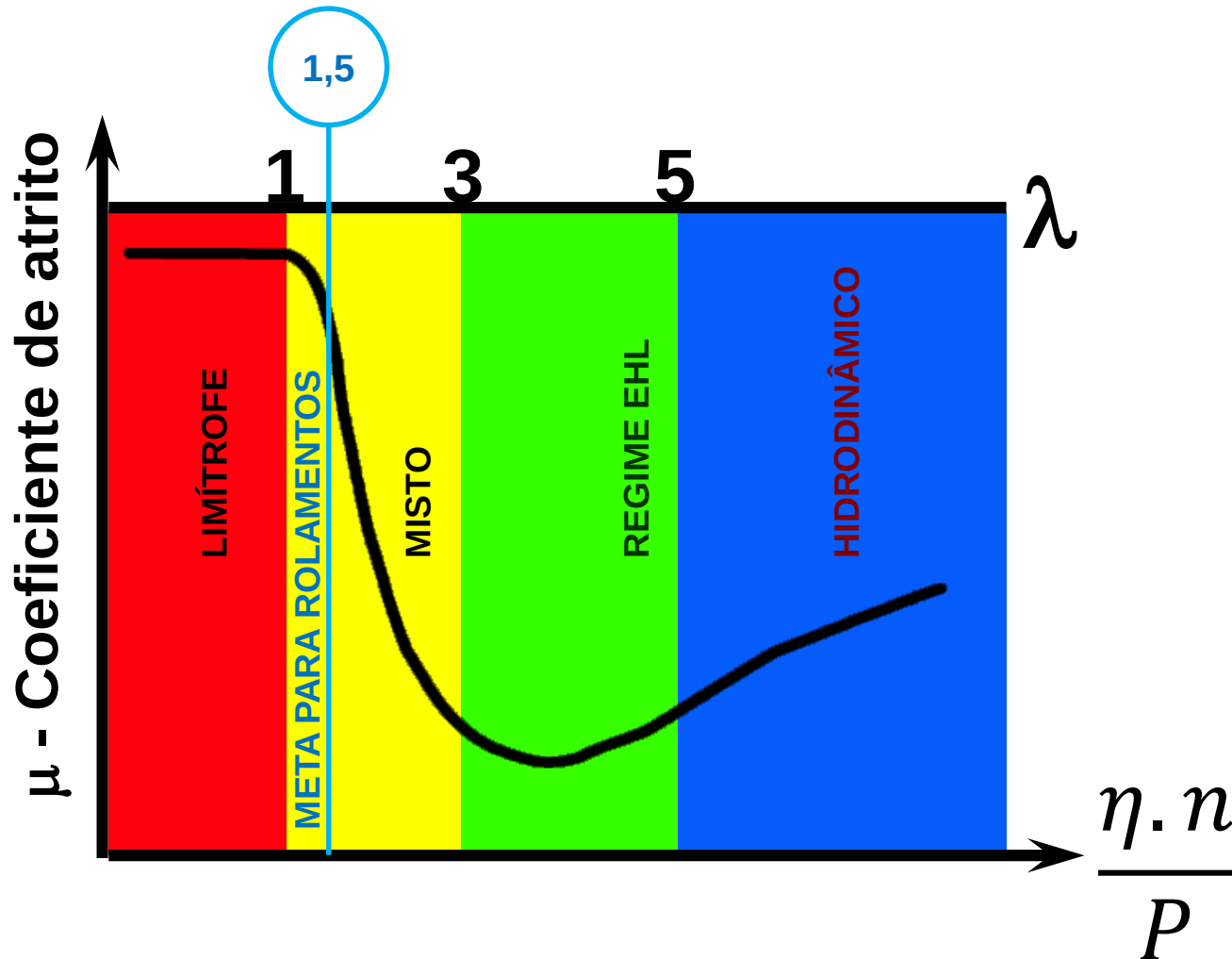


ANÁLISE

4 CASE

4.3 ANÁLISE

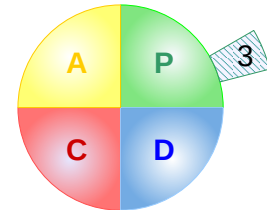
4.3.9 DIAGRAMA CONCEITUAL DE STRIBECK



4 CASE

4.3 ANÁLISE

4.3.10 ANÁLISE ELASTO-HIDRODINÂMICA DO ÓLEO



ANÁLISE

1. ÓLEO MINERAL ISO 460;
2. ÓLEO MINERAL ISO 680;
3. ROTAÇÃO DA MOENDA EM 4,5RPM;
4. POTÊNCIA MÁXIMA DO MOTOR;
5. USO DE ROLAMENTOS NOVOS COM RUGOSIDADE PADRÃO.

CONDIÇÃO 1
Óleo Mineral ISO 460

CONDIÇÃO 2
Óleo Mineral ISO 680

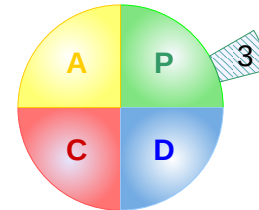
4 CASE

4.3 ANÁLISE

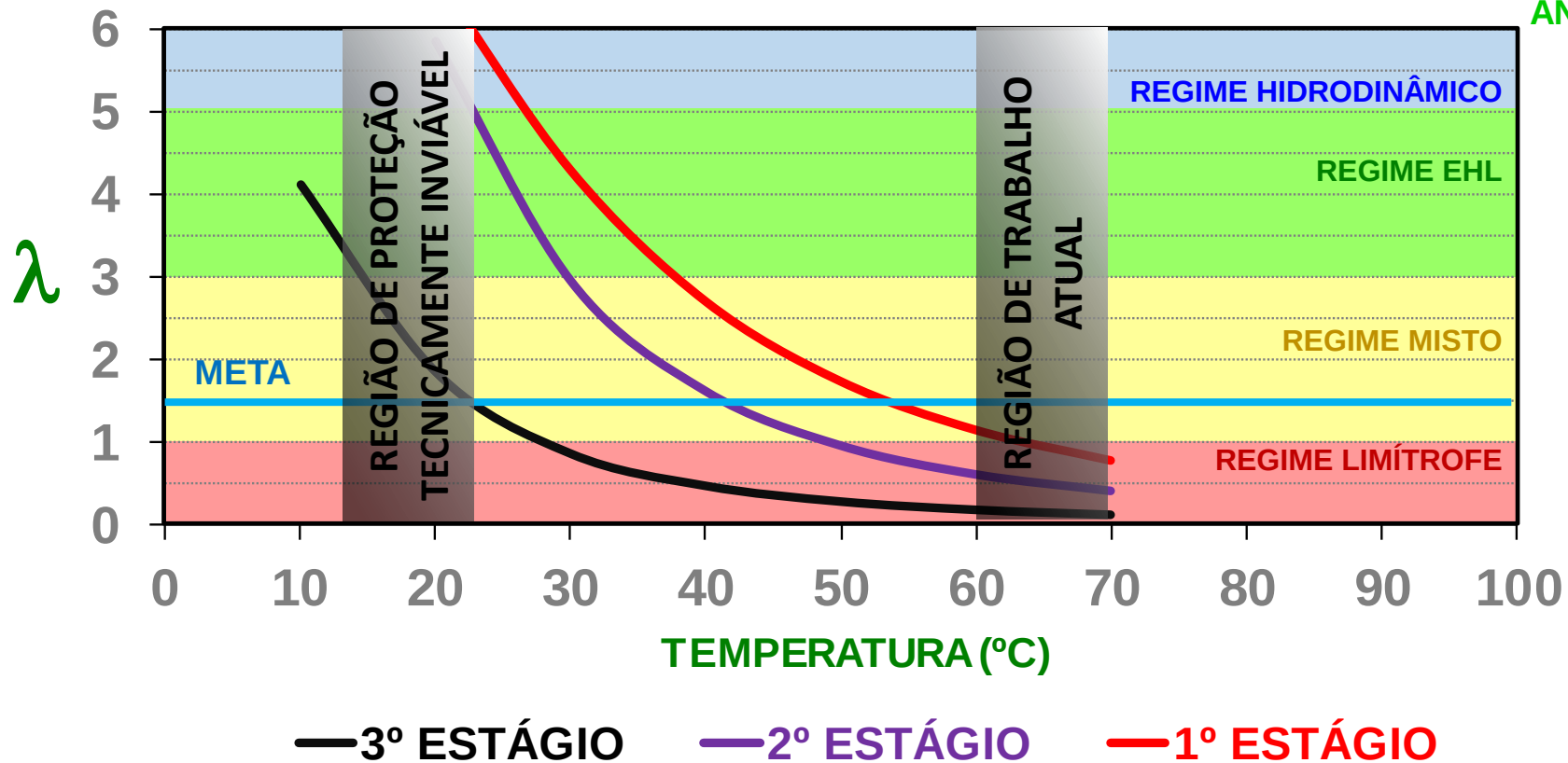
4.3.11 RESULTADO DO EHL PARA ÓLEO ISO 460



CONDIÇÃO 1



ANÁLISE



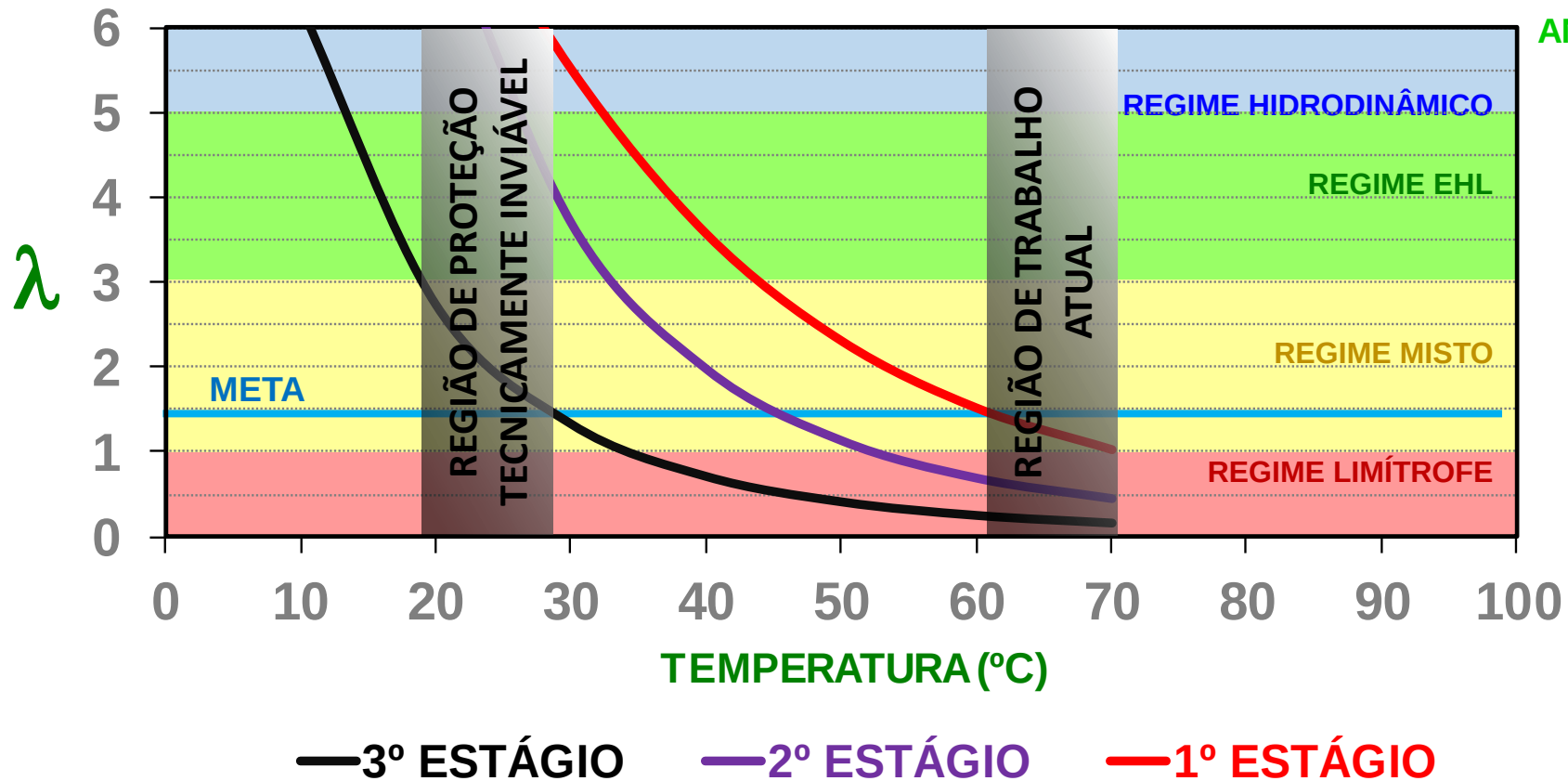
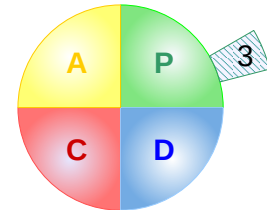
4 CASE

4.3 ANÁLISE

4.3.12 RESULTADO DO EHL PARA ÓLEO ISO 680



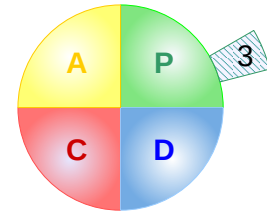
CONDIÇÃO 2



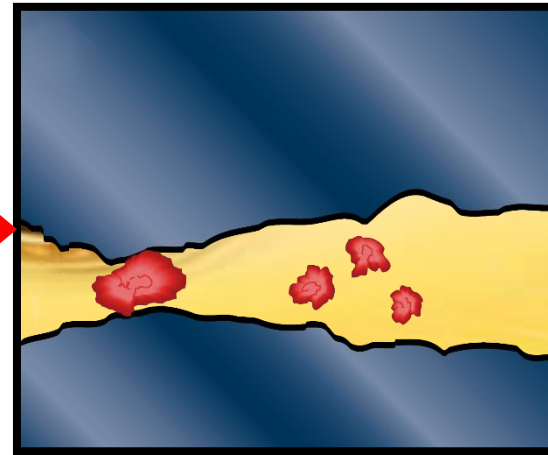
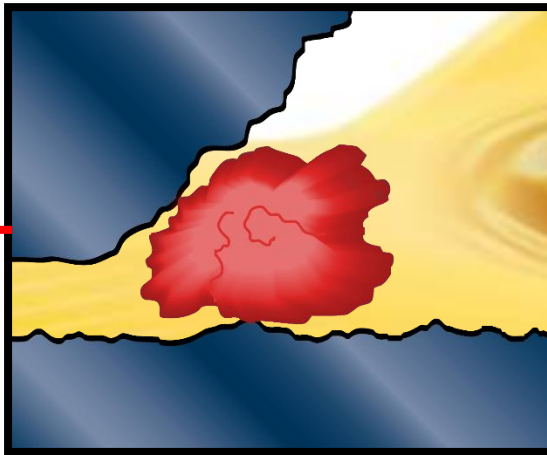
4 CASE

4.3 ANÁLISE

4.3.13 CONSIDERAÇÕES



ANÁLISE

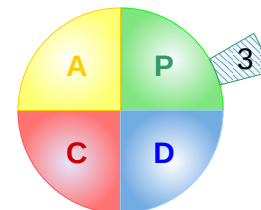


ESTÁGIO	ESPESSURA LUB. (μm)	RUGOSIDADE (μm)
3º	0,061	0,356
	0,164	0,356
		0,356
	0,253	0,356

4 CASE

4.3 ANÁLISE

4.3.14 CONCLUSÃO



ANÁLISE

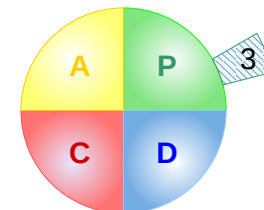
**O ÓLEO MINERAL
NÃO CONSEGUE PROVER LUBRIFICAÇÃO
NECESSÁRIA PARA O REDUTOR PLANETÁRIO
EM ANÁLISE.**



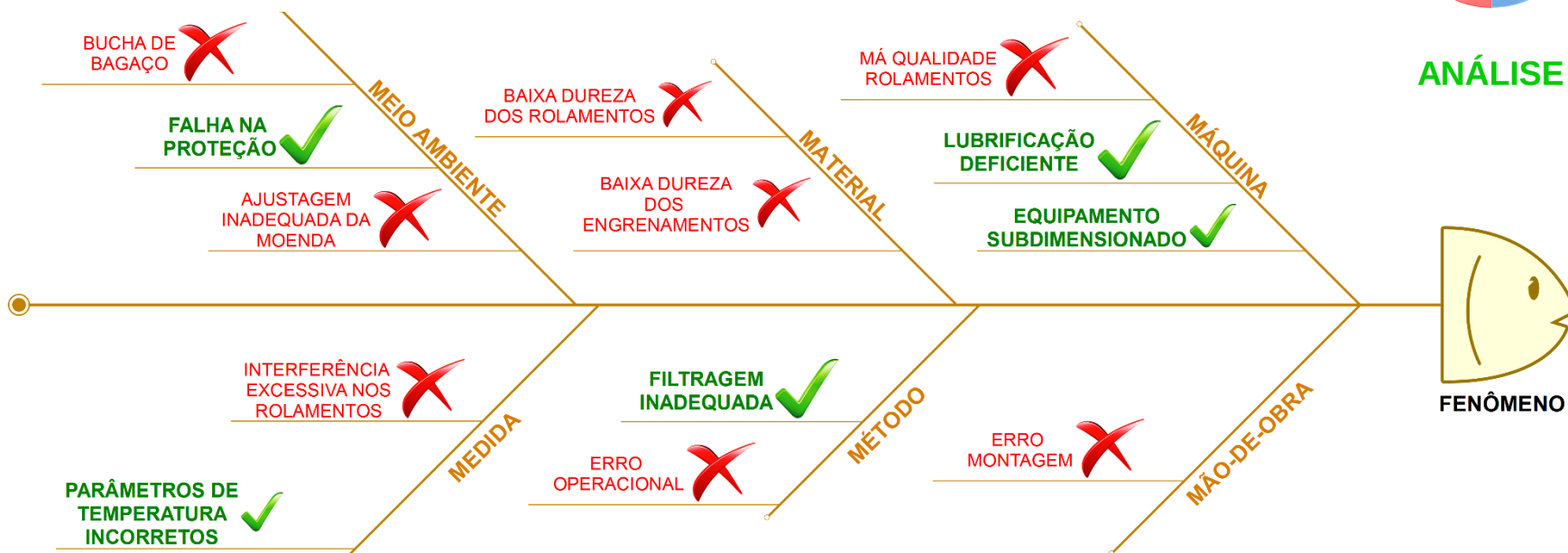
4 CASE

4.3 ANÁLISE

4.3.15 DIAGRAMA DE HISHIKAWA – ANÁLISE SISTÊMICA

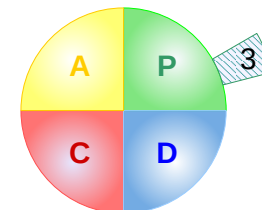
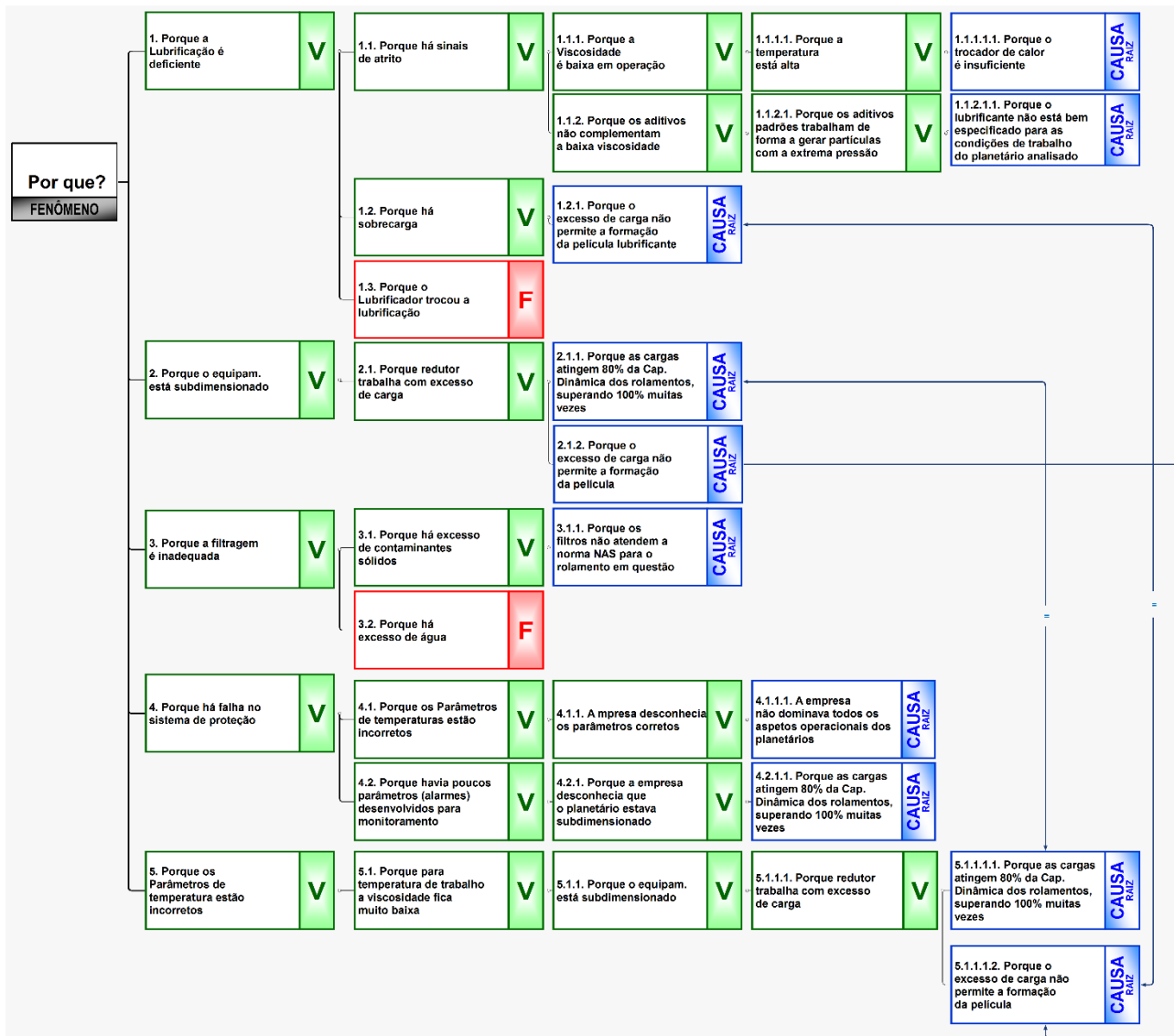


ANÁLISE

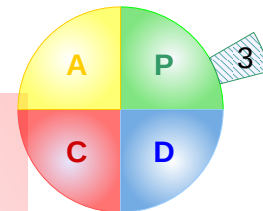


4.3 ANÁLISE

4.3.16 ANÁLISE DOS PORQUÊS



ANÁLISE

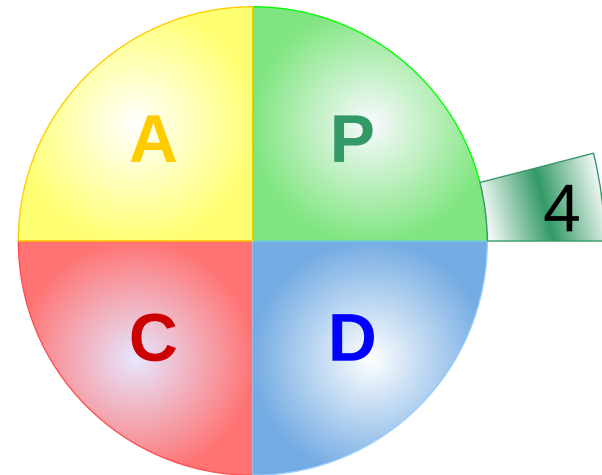
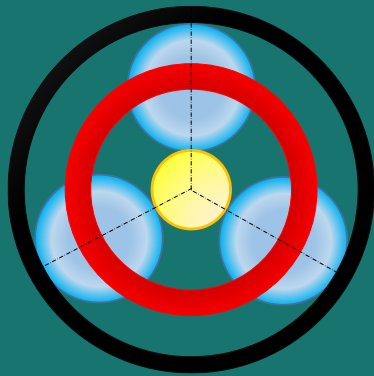


ANÁLISE

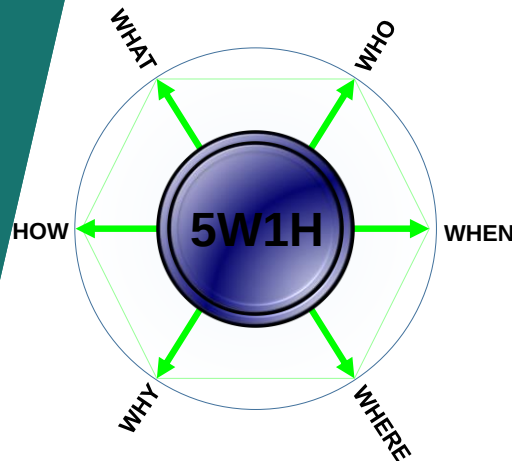
O REDUTOR EM ANÁLISE FALHA EM VIRTUDE DAS ALTAS CARGAS APLICADAS EM OPERAÇÃO AS QUAIS AFETAM O REGIME DE LUBRIFICAÇÃO, O QUE AUMENTA O NÍVEL DE ATRITO METÁLICO INTERNO E ACELERA BRUSCAMENTE O PROCESSO DE DESGASTE DOS ROLAMENTOS. SOMA-SE A ESSE CENÁRIO A NÃO-ADOÇÃO DE UM SISTEMA ADEQUADO DE FILTRAGEM DO LUBRIFICANTE E DE ALARMES INDICADORES DE ALTO TORQUE.

4 CASE

REDUÇÃO DE CUSTOS COM MANUTENÇÃO EM PLANETÁRIOS



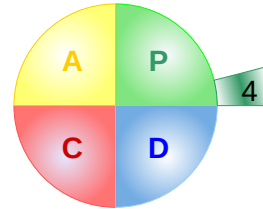
PLANO DE AÇÃO



4 CASE

4.4 PLANO DE AÇÃO

4.4.1 OBJETIVOS REVISADOS



PLANO DE AÇÃO

1. MELHORAR AS CONDIÇÕES DE LUBRIFICAÇÃO;
2. DESENVOLVER MANUTENÇÃO INTERNA DE PLANETÁRIOS.

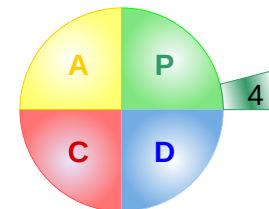


A OTIMIZAÇÃO DA FUNÇÃO LUBRIFICAÇÃO **NÃO COMPENSA A ESPECIFICAÇÃO SUBDIMENSIONADA** DO REDUTOR EM ANÁLISE, PORÉM MINIMIZA O MECANISMO INICIAL DE DESGASTE.

4 CASE

4.4 PLANO DE AÇÃO

4.4.2 PLANO DIRETOR



PLANO DE AÇÃO

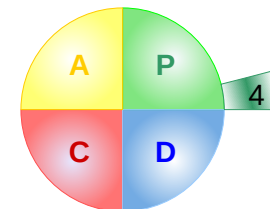
ATIVIDADE	PRAZO	RESPONSÁVEL
DESENVOLVER A APLICAÇÃO COM LUBRIFICAÇÃO ESPECIAL	jan/14	REFFERSON
ANÁLISE DOS TROCADORES DE CALOR	dez/13	REFFERSON
ANÁLISE DO SISTEMA DE FILTRAGEM	dez/13	REFFERSON
ATUALIZAR AS CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO	out/13	TACONE
COMPRA DE FERRAMENTAS	nov/13	TACONE
BUSCA DE REFERÊNCIAS SEGURAS PARA INÍCIO DE AJUSTAGEM DO EQUIPAMENTO	out/13	TACONE
DESENVOLVER INSTALAÇÕES PARA A MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS	nov/13	TACONE

* O PLANO DIRETOR É DETALHADO PARA CADA RESPONSÁVEL COM BASE NOS 5W1H

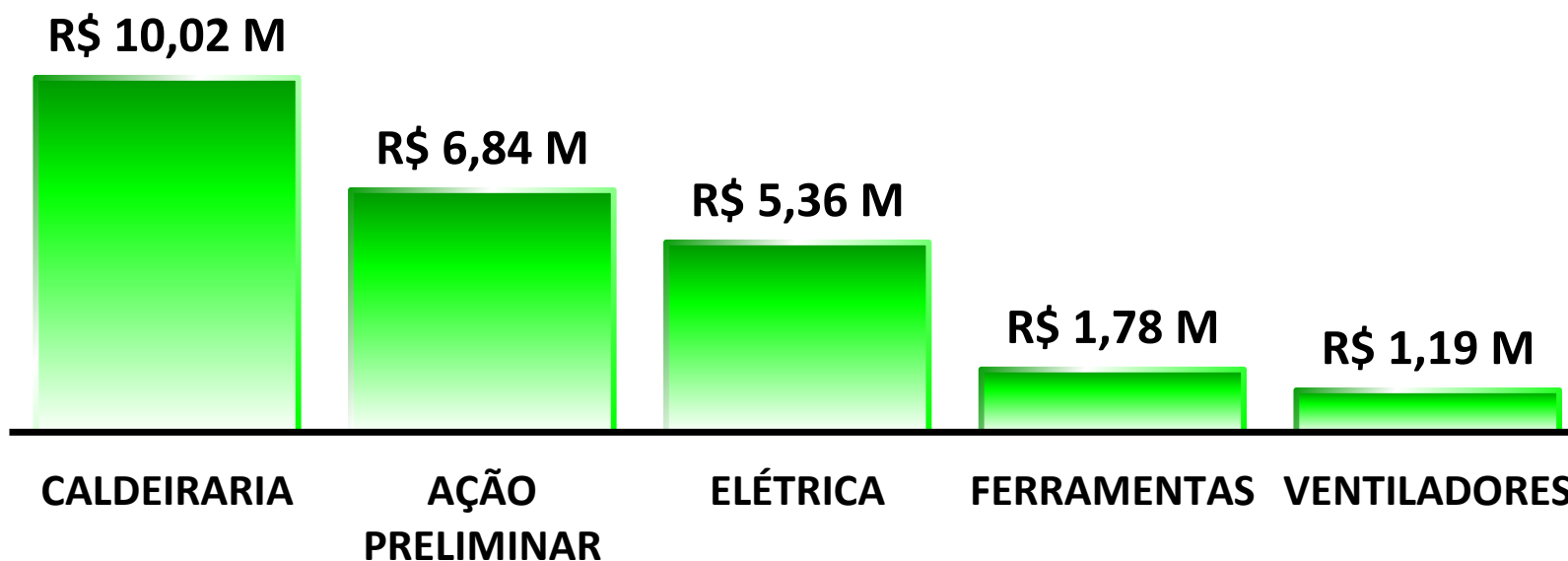
4 CASE

4.4 PLANO DE AÇÃO

4.4.3 INVESTIMENTO INICIAL

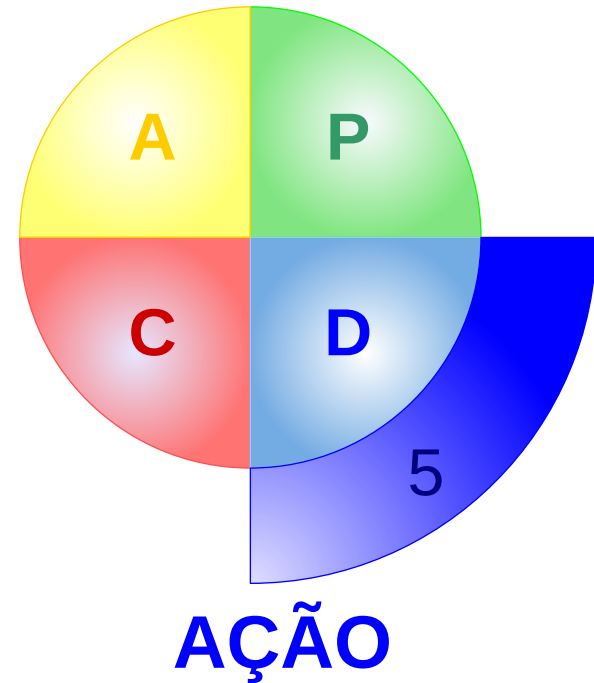
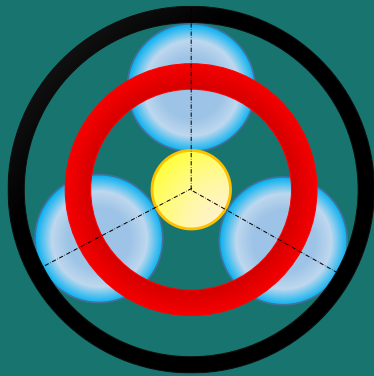


PLANO DE AÇÃO



4 CASE

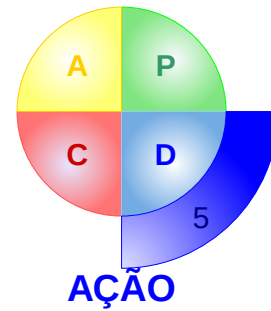
REDUÇÃO DE CUSTOS COM MANUTENÇÃO EM PLANETÁRIOS



4 CASE

4.5 AÇÃO

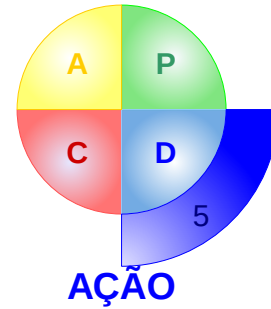
4.5.1 MANUTENÇÃO INTERNA EM PLANETÁRIOS



4 CASE

4.5 AÇÃO

4.5.2 RECUPERAÇÃO DE ÁREA OXIDADA



RECUPERAÇÃO DA CALOTA SUPERIOR DA ENGRENAGEM ANEL
DO 3º ESTÁGIO QUE SOFREU OXIDAÇÃO

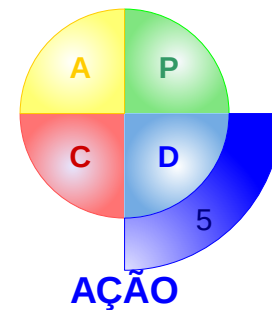
4 CASE

4.5 AÇÃO

4.5.3 DESENVOLVIMENTO DE TROCADOR DE CALOR



TROCADOR DE CALOR COM 19m^2
DE ÁREA DE TROCA



FASE DE TESTE
HIDROSTÁTICO



FASE DO
“FLUSHING”

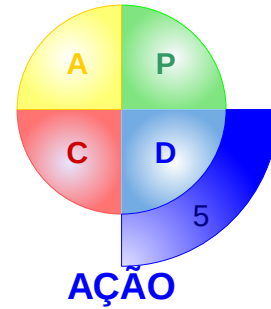
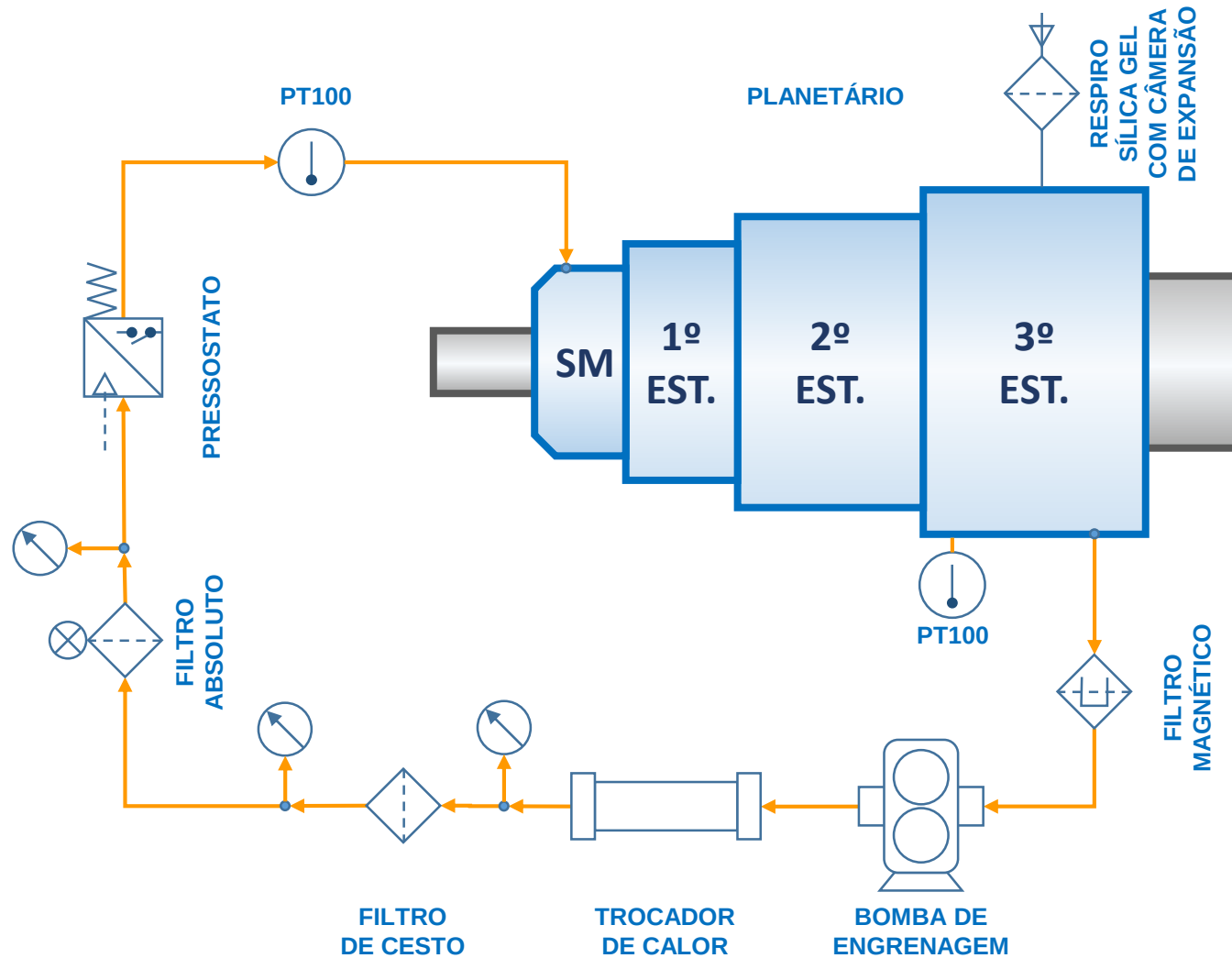


FUNCIONAMENTO EM
PALESTINA

4 CASE

4.5 AÇÃO

4.5.4 SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO - REFORMULADO

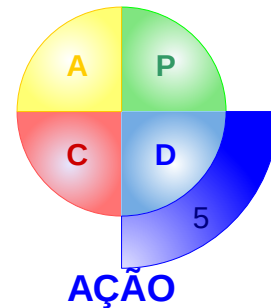


SM → SUPORTE DE MANCAL

4 CASE

4.5 AÇÃO

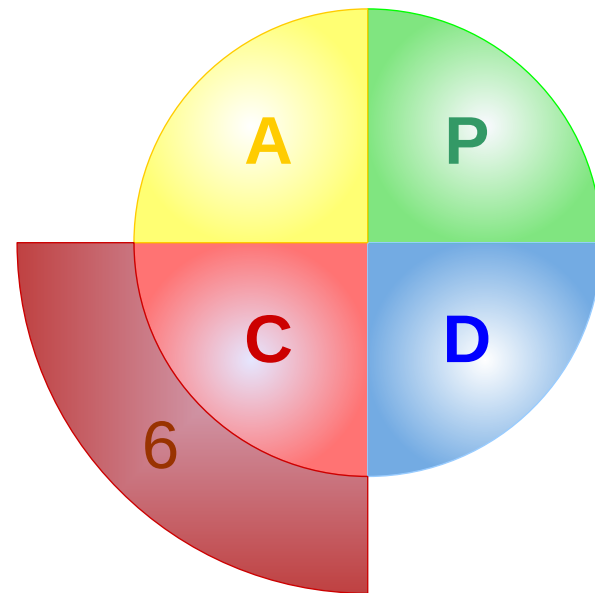
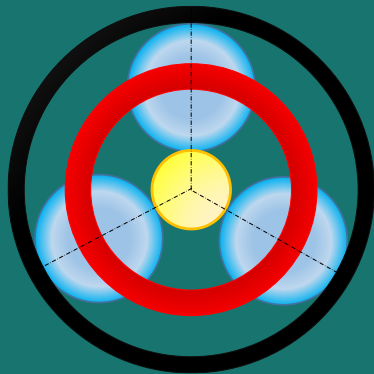
4.5.5 ATIVIDADES DIVERSAS



1. REVISÃO DAS TUBULAÇÕES DO SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO;
2. ADOÇÃO DE FILTROS ABSOLUTOS;
3. ADOÇÃO DE CONDICIONADOR DE METAIS;
4. CHECAGEM E ACERTO DAS ROTAÇÕES PERIFÉRICAS DAS MOENDAS;
5. DESENVOLVIMENTO DE TREINAMENTO PARA OPERADORES;
6. ATENÇÃO ÀS PRESSÕES DO SAFE-SET;
7. REVISÃO COMPLETA DO SISTEMA DE ALARMES;
8. OUTRAS.

4 CASE

REDUÇÃO DE CUSTOS COM MANUTENÇÃO EM PLANETÁRIOS



VERIFICAÇÃO

4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.1 CONFIGURAÇÃO DA LUBRIFICAÇÃO P/ O TESTE

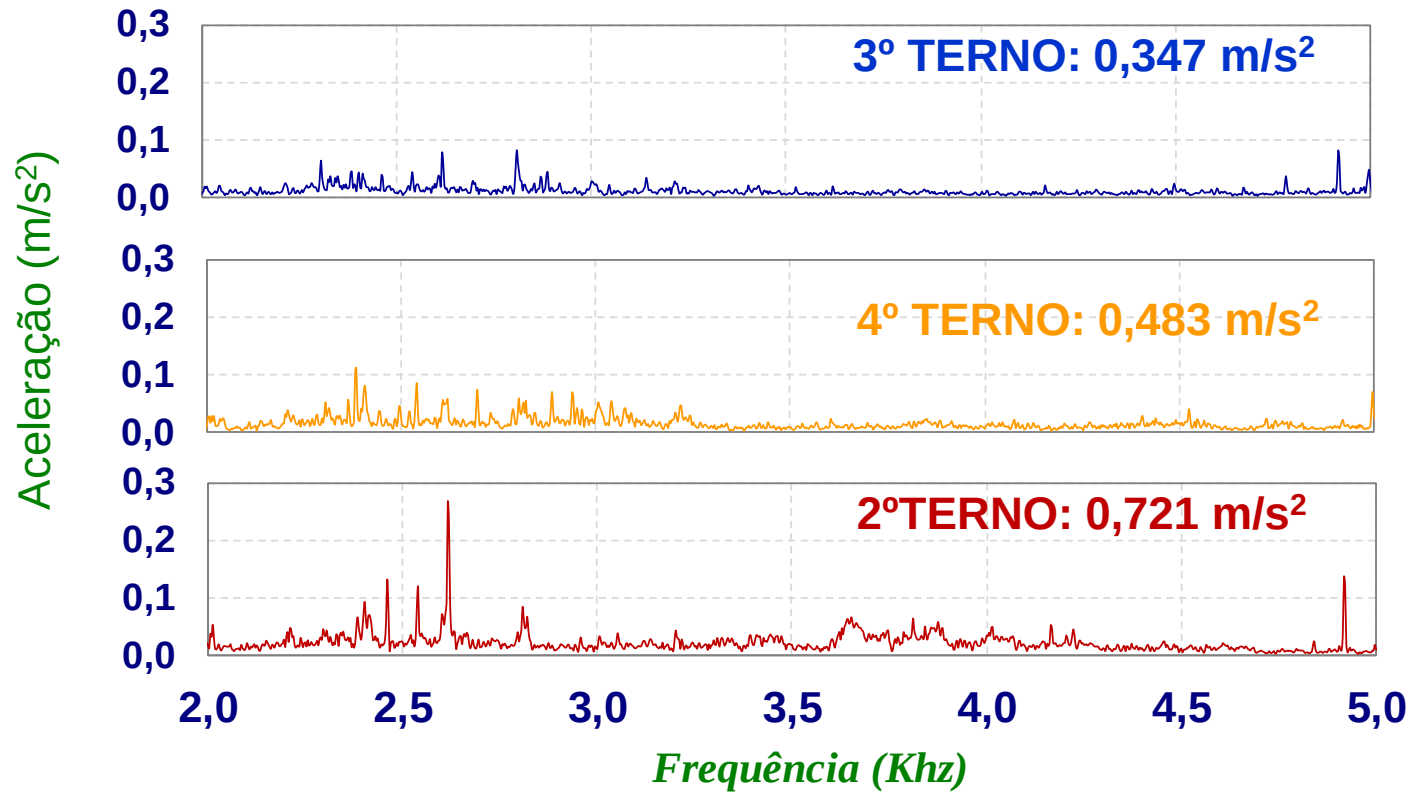


TERNO	POSIÇÃO	LUBRIFICAÇÃO
2º	SAÍDA	ÓLEO MINERAL ISO 220 + CONDICIONADOR DE METAIS
3º	SAÍDA	ÓLEO MINERAL ISO 460
4º	SAÍDA	ÓLEO MINERAL ISO 460

4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.2 ACELERAÇÃO EM VAZIO (SEM MOAGEM)

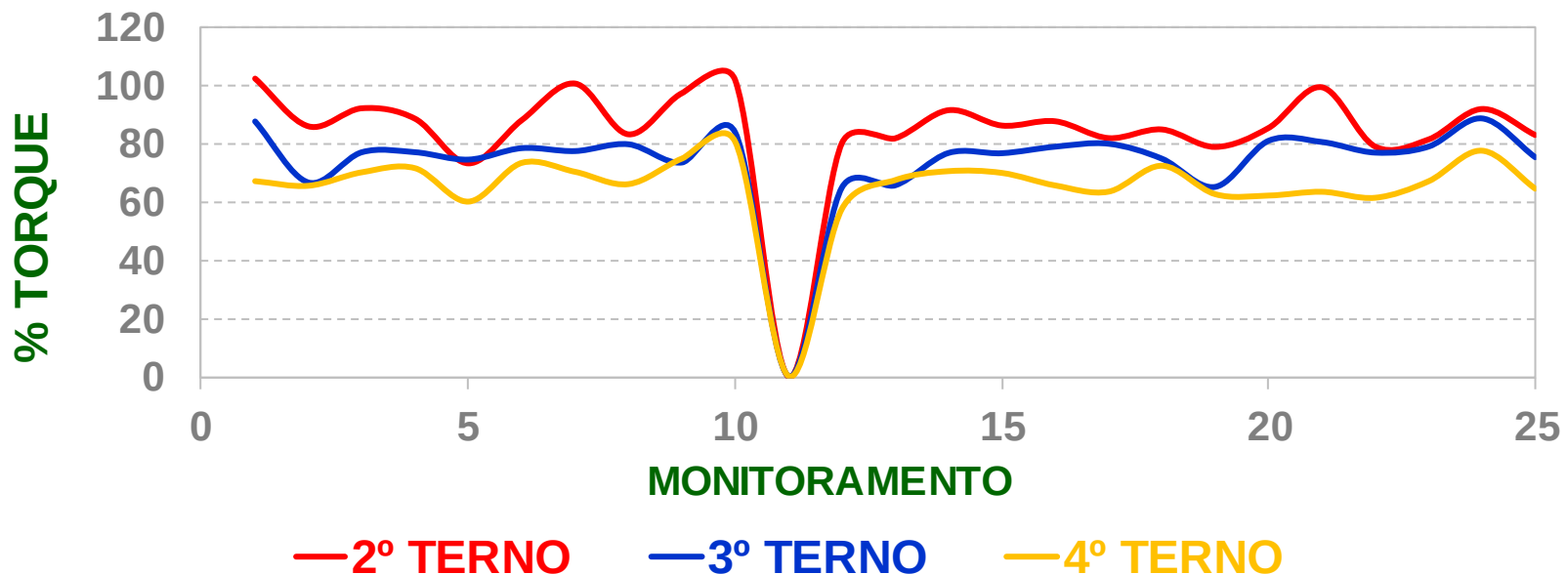


PARÂMETRO REFERENCIAL DE ACELERAÇÃO

4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.3 RELAÇÃO ENTRE TORQUES DOS PLANETÁRIOS



Define um indicativo da relação entre os torques dos três planetários

4 CASE

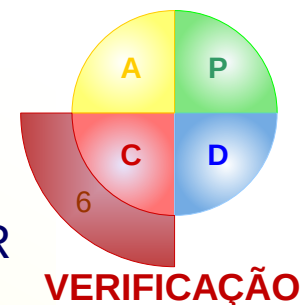
4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.4 AJUSTES CORRETIVOS NO 2º TERNO - SAÍDA



AJUSTES CORRETIVOS SÃO NECESSÁRIOS PARA CONTER O “CRAQUEAMENTO” DO LUBRIFICANTE. SÃO ELES:

1. AUMENTO EM 3% DA QUANTIDADE DE CONDICIONADOR DE METAIS;
2. MUDANÇA DO TROCADOR DE CALOR DE 2,4m² PARA 7,0m² DE ÁREA DE TROCA TÉRMICA.

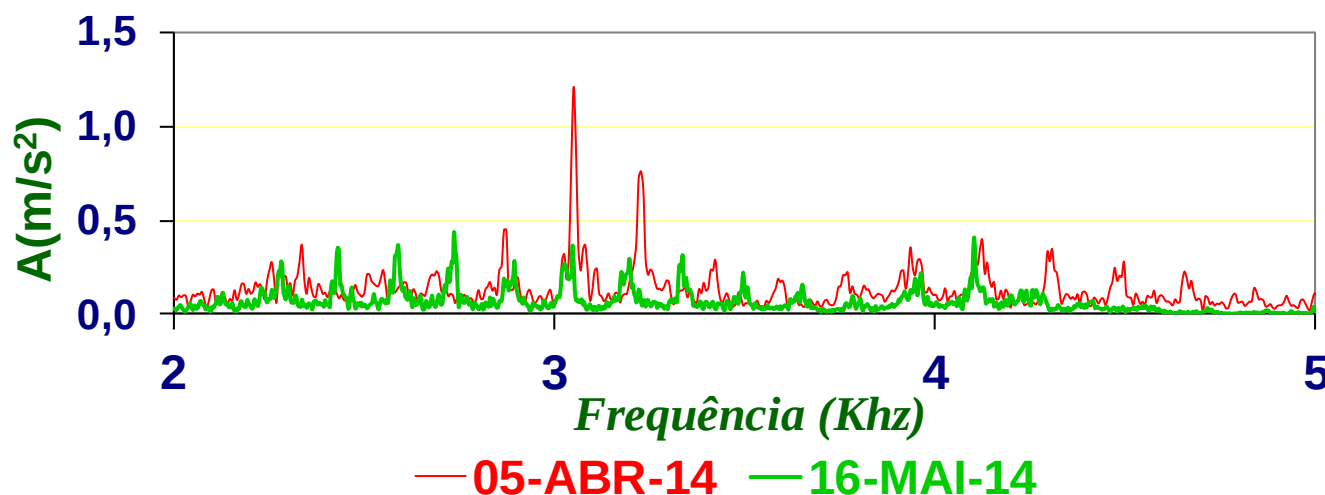
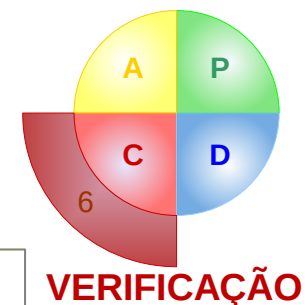


DATA	2º TERNO	% COND. METAIS
04.ABR.14		3%

4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.5 RESULTADO DOS AJUSTES CORRETIVOS



DATA	TORQUE (%)	LUBRIFICAÇÃO	ÁRE TROCA (m^2)	A (m/s^2)
05.abr.14	80	ÓLEO MINERAL ISO 220 + 3% COND. METAIS	2,4	3,81
16.mai.14	91	ÓLEO MINERAL ISO 220 + 6% COND. METAIS	7,0	2,33

4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.6 RESULTADO DOS AJUSTES CORRETIVOS



DE FORMA PRECISA, COMO PREVISTO NA FASE DO PLANEJAMENTO, O AUMENTO DA DOSE DE CONDICIONADOR DE METAIS E O AUMENTO DA ÁREA DE TROCA TÉRMICA DO TROCADOR DE CALOR **REDUZIRAM EM 39% OS NÍVEIS DE ACELERAÇÃO** INTERNA DO PLANETÁRIO.

$$\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{11\% Torque} \end{array} + \begin{array}{c} \downarrow \\ \Delta T = 9^{\circ}\text{C} \end{array} + 6\% \text{ Alfa X } + \begin{array}{c} \downarrow \\ \text{39\% } A(\text{m/s}^2) \end{array}$$

$\text{T.C.} = 9\text{m}^2$

4 CASE

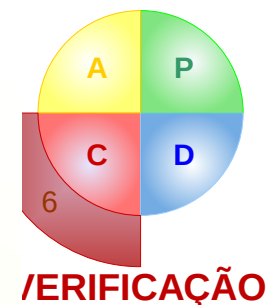
4.6 VERIFICAÇÃO

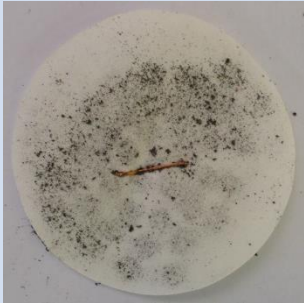
4.6.7 AJUSTES CORRETIVOS NO 3º TERNO - SAÍDA



AJUSTES CORRETIVOS SÃO NECESSÁRIOS PARA CONTER O CRAQUEAMENTO DO ÓLEO. SÃO ELES:

1. AUMENTO EM 3% DA QUANTIDADE DE CONDICIONADOR DE METAIS;
2. MUDANÇA DO TROCADOR DE CALOR DE 2,4m² PARA 9,0m² DE ÁREA DE TROCA TÉRMICA..

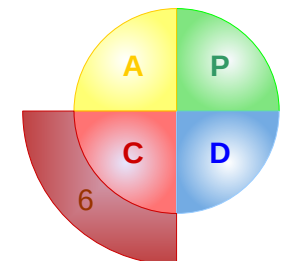


DATA	3º TERNO	% COND. METAIS
04.ABR.14		0%

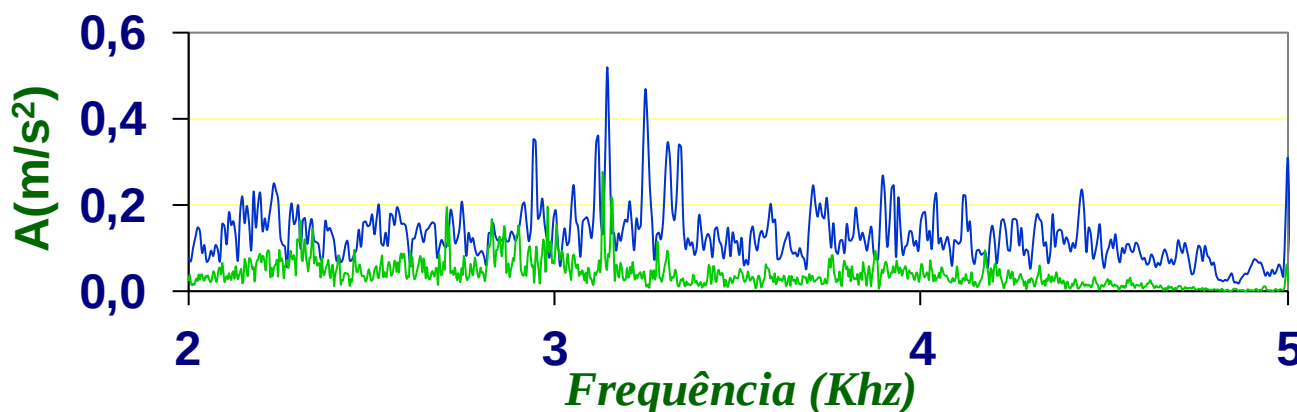
4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.8 RESULTADO DOS AJUSTES CORRETIVOS



VERIFICAÇÃO



— 05-ABR-14 — 16-MAI-14

DATA	TORQUE (%)	LUBRIFICAÇÃO	ÁREA TROCA (m ²)	A (m/s ²)
05.abr.14	60	ÓLEO MINERAL ISO 460	2,4	2,71
16.mai.14	70	ÓLEO MINERAL ISO 460 + 3% COND. METAIS	9,0	1,33

4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.9 RESULTADO DOS AJUSTES CORRETIVOS



DE FORMA PRECISA, COMO PREVISTO NA FASE DO PLANEJAMENTO, O AUMENTO DA DOSE DE CONDICIONADOR DE METAIS E O AUMENTO DA ÁREA DE TROCA TÉRMICA DO TROCADOR DE CALOR **REDUZIRAM EM 51%** **OS NÍVEIS DE ACELERAÇÃO** INTERNA DO PLANETÁRIO.

$$\begin{array}{c} \uparrow \\ \text{10\% Torque} \end{array} + \begin{array}{c} \downarrow \\ \Delta T = 5^{\circ}\text{C} \end{array} + \begin{array}{c} \text{3\% Alfa X} \\ \text{T.C. = 7m}^2 \end{array} + \begin{array}{c} \downarrow \\ \text{51\% A(m/s}^2\text{)} \end{array}$$

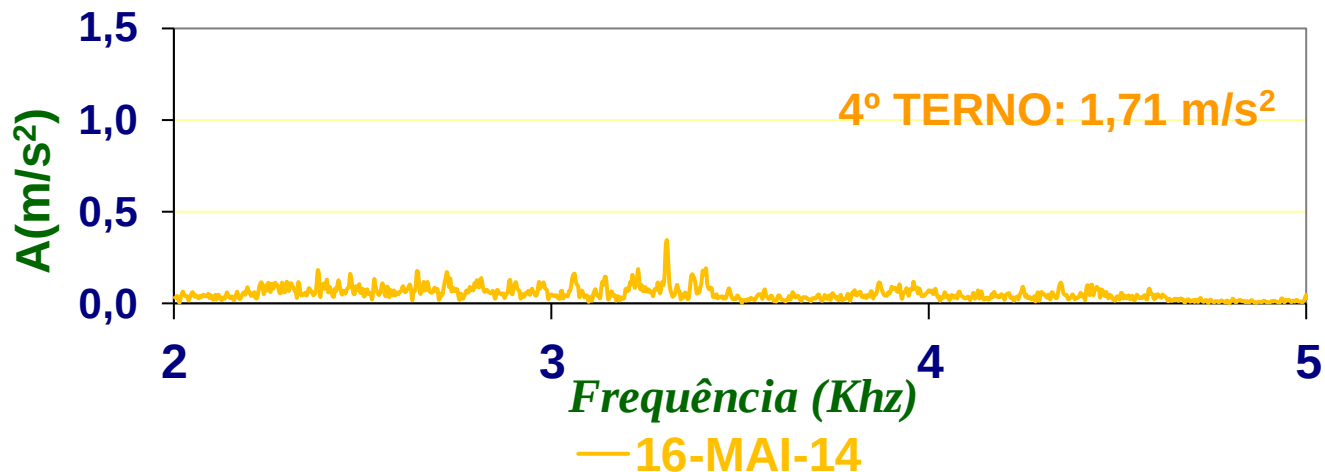
4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.10 TESTES COM LUBRIFICANTE EUTÉTICO



INICIARAM-SE OS TESTES COM UM LUBRIFICANTE EUTÉTICO ISO 460 COM BASE MINERAL NO PLANETÁRIO DO 4º TERNO SAÍDA.

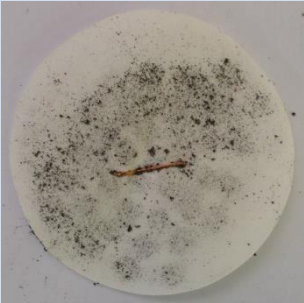
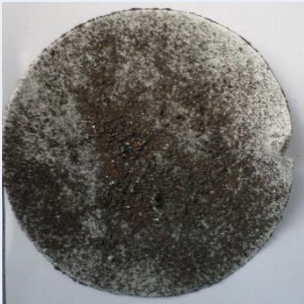
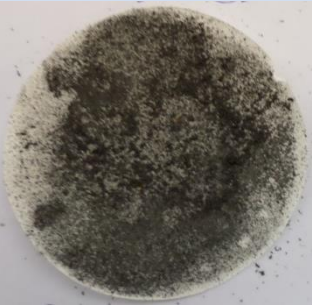


4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.11 PARTICULADOS NO LUBRIFICANTE



DATA	2º TERNO	3º TERNO	% COND. METAIS
04.ABR.14			2º Terno – 3% 3º Terno – 0%
17.ABR.14			2º Terno – 3% 3º Terno – 0%
25.ABR.14			2º Terno – 3% 3º Terno – 0%

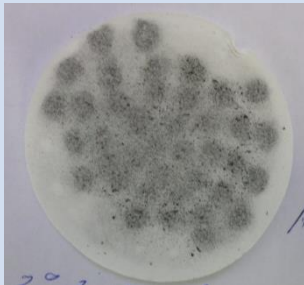
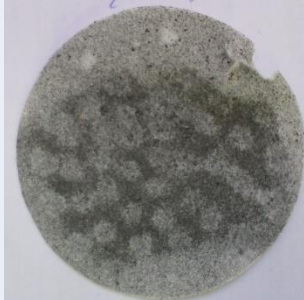
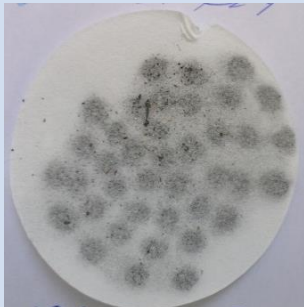


4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.12 PARTICULADOS NO LUBRIFICANTE



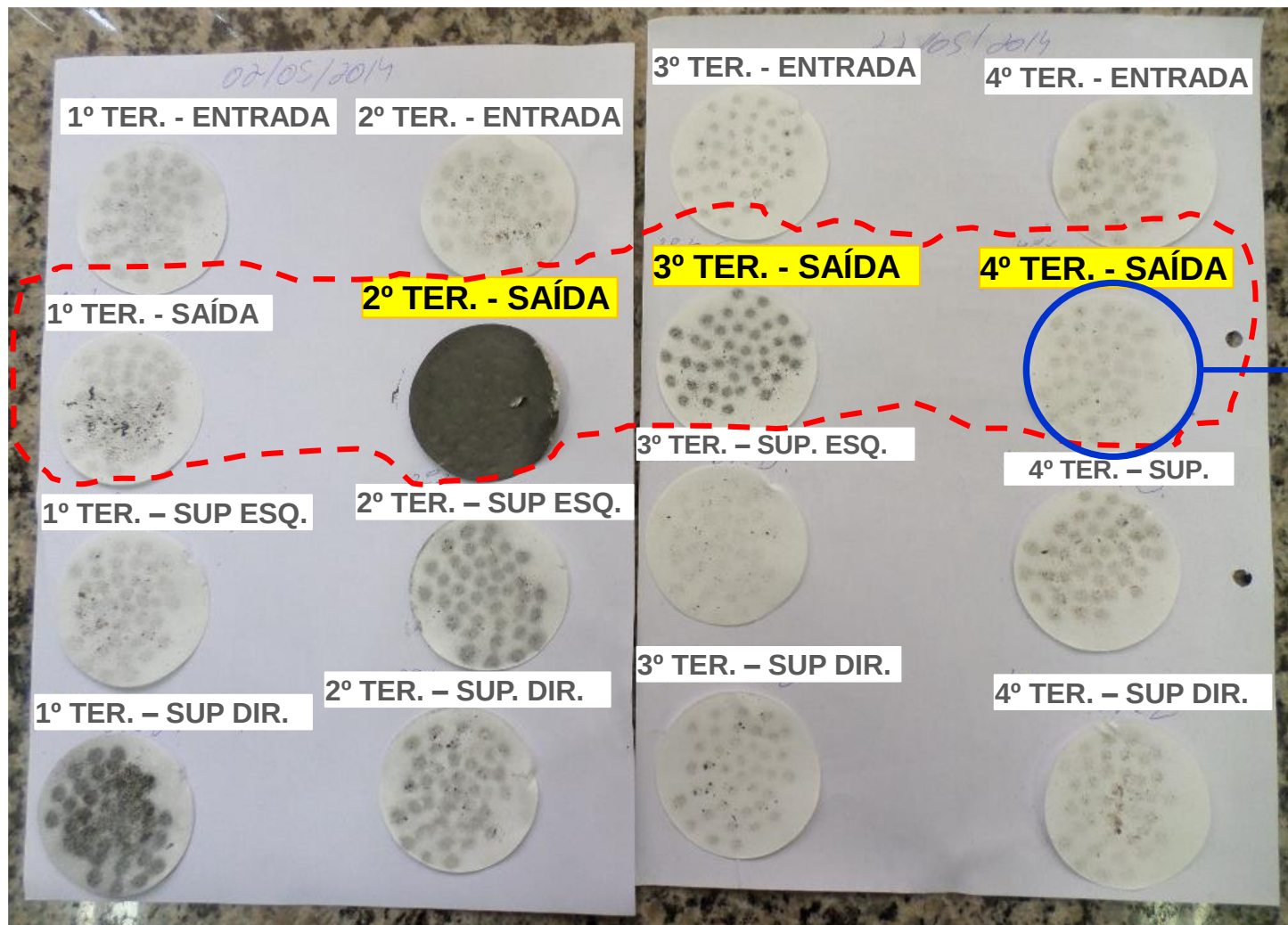
DATA	2º TERNO	3º TERNO	%COND. METAIS
09.MAI.14			2º Terno – 6% 3º Terno – 3%
12.MAI.14			2º Terno – 6% 3º Terno – 3%
16.MAI.14			2º Terno – 6% 3º Terno – 3%

4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.13 PARTICULADOS NO LUBRIFICANTE

02.maio.2014 – Todos Redutores



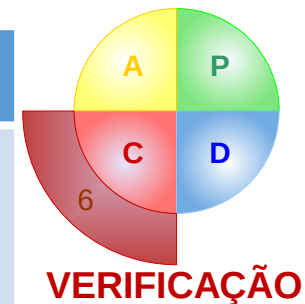
BAIXO NÍVEL DE
OXIDAÇÃO
DO ÓLEO

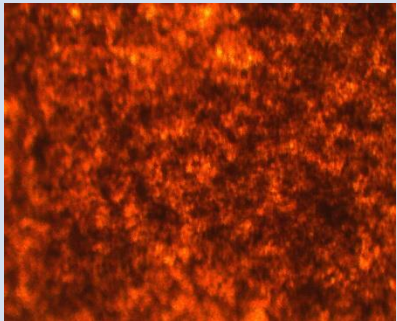
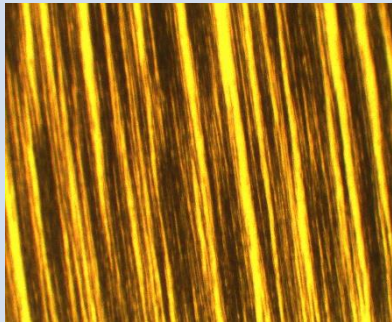
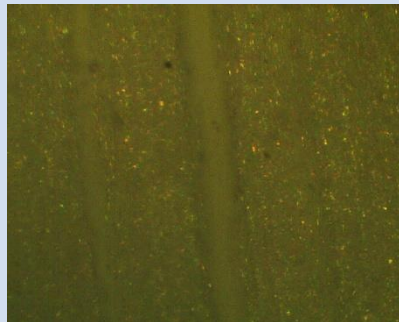
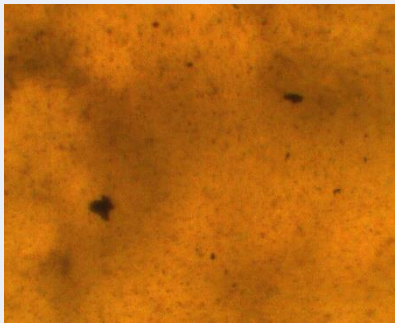
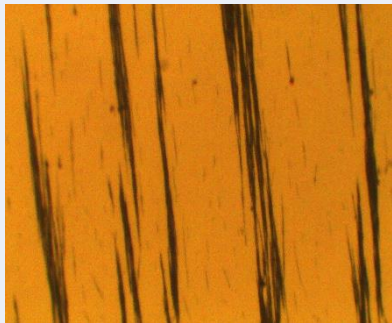
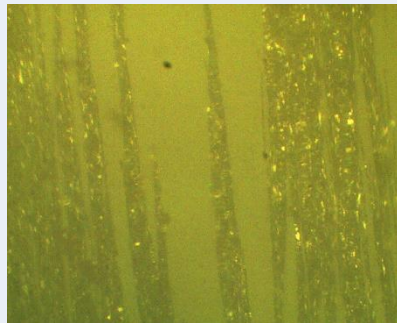
TESTAR A
ADITIVAÇÃO
DESTE
LUBRIFICANTE,
PORÉM COM
BASE SINTÉTICA

4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.14 ANÁLISE LABORATORIAL



TERNO	CONTAGEM 100X	FERROGRAFIA 100X	FERROGRAFIA 400X
2º			
3º			

2º TERNO	NAS	1638	12
	ISO	ISO 4406	23/21/18
3º TERNO	NAS	1638	6
	ISO	ISO 4406	17/15/12

02.mai.2014

4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.15 PARTICULADOS NO LUBRIFICANTE



TERNO	15.0UT.2016	LUBRIFICAÇÃO
1º TER SAÍDA		ÓLEO MINERAL E CONDICIONADOR DE METAIS
2º TER SAÍDA		LUBRIFICAÇÃO EUTÉTICA COM BASE SINTÉTICA

4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.16 PARTICULADOS NO LUBRIFICANTE



TERNO	15.0UT.2016	LUBRIFICAÇÃO
3º TER SAÍDA		LUBRIFICAÇÃO EUTÉTICA BASE SINTÉTICA
4º TER SAÍDA		LUBRIFICAÇÃO EUTÉTICA COM BASE SINTÉTICA

4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.17 TEMPERATURAS DESENVOLVIDAS

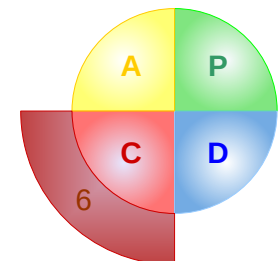


TEMPERATURA DESENVOLVIDA PARA O TROCADOR DE CALOR
FABRICADO PELA EQUIPE INTERNA DE MANUTENÇÃO,
OBJETIVANDO UM TESTE FORA DOS EQUIPAMENTOS PILOTOS.

4 CASE

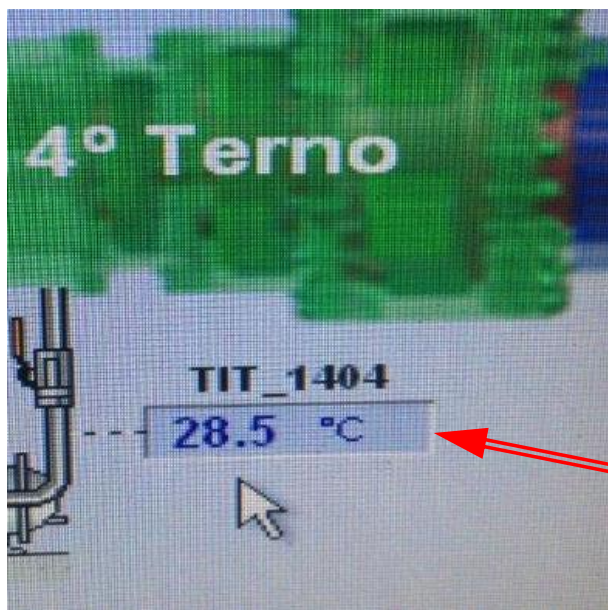
4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.18 TEMPERATURAS PARA O TROCADOR



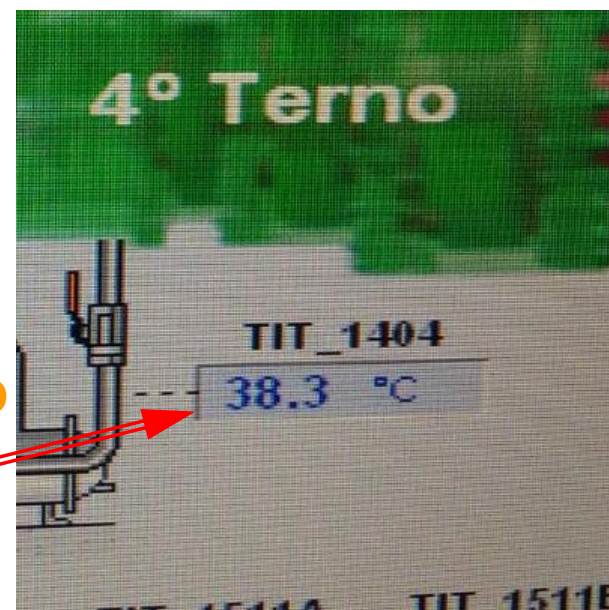
VERIFICAÇÃO

MENOR TEMPERATURA
REGISTRADA



TEMPERATURA
SAÍDA DE ÓLEO
DO PLANETÁRIO

MAIOR TEMPERATURA
REGISTRADA



TEMPERATURA DE SAÍDA DO ÓLEO É MENOR QUE 40°C

4 CASE

4.6 VERIFICAÇÃO

4.6.19 ESCLARECIMENTOS E RECOMENDAÇÕES



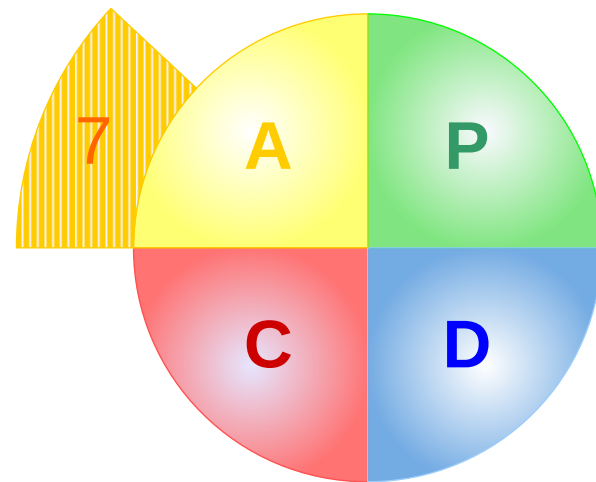
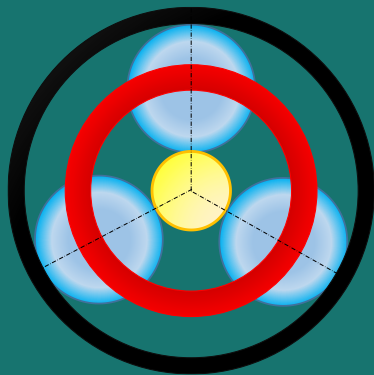
PONTOS MAIS RELEVANTES ABORDADOS SOBRE A LUBRIFICAÇÃO



1. FORMAÇÃO DE “CARVÃO”, SOBRETUDO NO 2º TERNO, DEMOSTRA QUE A BASE MINERAL NÃO SUPORTA OS ESFORÇOS NA ZONA DE CONTATO;
2. A REDUÇÃO DE ACELERAÇÃO SE DEU EM GRANDE PARTE PELA AÇÃO DO CONDICIONADOR DE METAIS;
3. TEMPERATURAS PRÓXIMAS OU ABAIXO DE 40°C É RECOMENDADO;
4. O NÍVEL DE CONTAMINAÇÃO NÃO DEVE SER MAIOR QUE PADRÃO **N.A.S. 2**;
5. É ACONSELHÁVEL USAR **ÓLEO COM BASE SINTÉTICA ISO 460 COM 6% DE CONDICIONADOR DE METAIS** OU **LUBRIFICAÇÃO EUTÉTICA ISO 460 COM BASE SINTÉTICA**;

4 CASE

REDUÇÃO DE CUSTOS COM MANUTENÇÃO EM PLANETÁRIOS



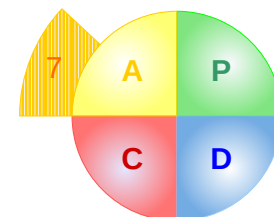
PADRONIZAÇÃO



4 CASE

4.7 PADRONIZAÇÃO

4.7.1 PADRONIZAÇÃO DE ALARMES



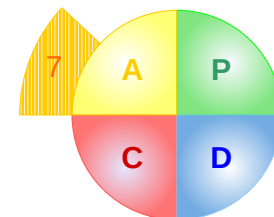
PADRONIZAÇÃO

PARÂMETRO	CONDIÇÃO PARA ALARME
TEMPERATURA DE ENTRADA DE ÓLEO	> 40 °C
TORQUE	≥ 80 %
TEMPERATURA INTERNA DO REDUTOR	> 50 °C
PRESSÃO DIFERENCIAL NO FILTRO ABSOLUTO - ALERTA	≥ 2,5 kg _f /cm ²
PRESSÃO DIFERENCIAL NO FILTRO ABSOLUTO - INDICAÇÃO SATURAÇÃO	≥ 3,5 kg _f /cm ²
PRESSÃO DIFERENCIAL NO FILTRO DE CESTO	≥ 1,0 kg _f /cm ²
PRESSÃO BAIXA NA LINHA DE ÓLEO	≤ 1,5 kg _f /cm ²

4 CASE

4.7 PADRONIZAÇÃO

4.7.2 PADRONIZAÇÃO DE ELEMENTOS DE FILTRAGEM



PADRONIZAÇÃO

FILTRAGEM

PADRONIZAÇÃO DE FILTRO ABSOLUTO MAHLE PI 23025-10

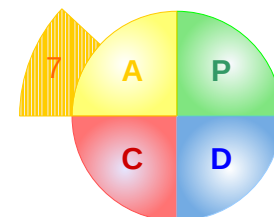
ADOÇÃO DE FILTRAGEM MAGNÉTICA DE 8000 Gauss COMO FILTRAGEM PRELIMINAR

ADOÇÃO DE RESPIRO EM SÍLICA GEL COM CÂMERA DE EXPANSÃO

4 CASE

4.7 PADRONIZAÇÃO

4.7.3 TIPOS DE LUBRIFICANTES A SEREM USADOS



PADRONIZAÇÃO

LUBRIFICANTES

ADOÇÃO DE LUBRIFICANTE EUTÉTICO ISO 460 COM BASE SINTÉTICA NOS PLANETÁRIOS INSTALADOS NOS ROLOS DE SAÍDA.

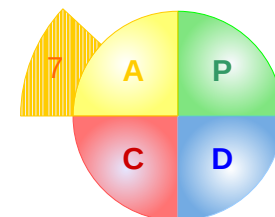
ADOÇÃO DE LUBRIFICANTE ISO 460 COM BASE MINERAL E CONDICIONADOR DE METAIS NOS DEMAIS PLANETÁRIOS.

O USO DE LUBRIFICAÇÃO SINTÉTICA COM CONDICIONADOR DE METAIS TORNOU-SE INVIÁVEL ECONOMICAMENTE.

4 CASE

4.7 PADRONIZAÇÃO

4.7.4 ELABORAÇÃO DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO



PADRONIZAÇÃO



Manutenção

EXEMPLO: PÁGINA 5 DE 18

Nº	STATUS	TAREFAS	ANEXO	CONFORME	Descrição da não conformidade	SUBSTITUIR		Qtidade	Nota Fiscal	Ação tomada
						NOVO	USADO			
040	DES	Sacar eixo do suporte de mancal		sim						
041	DES	Limpeza dos rolamentos 1º Estágio	25	sim						Todos os rolamentos do 1º estágio estão em perfeito estado de conservação e dentro das folgas permitidas
042	I	Conferir Folga		sim						
043	DES	Hibermar rolamentos 1º Estágio		sim						
044	DES	Limpeza dos rolamentos 2º Estágio		sim						Todos os rolamentos do 2º estágio estão em perfeito estado de conservação e dentro das folgas permitidas
045	I	Conferir Folga		sim						
046	DES	Hibermar rolamentos 2º Estágio		sim						
047	DES	Limpeza dos rolamentos 3º Estágio	7, 8, 9, 10, 11 e 12	sim						Todos os rolamentos do 3º estágio estão em perfeito estado de conservação e dentro das folgas permitidas
048	I	Conferir Folga		sim						
049	DES	Hibermar rolamentos 3º Estágio		sim						
050	DES	Limpeza Rolamento de entrada (Suporte Mancal)		sim						
051	I	Conferir Folga		sim						
052	DES	Hibermar Rolamentos de entrada		sim						
053	DES	Limpeza Rolamentos de Saída		sim						
054	I	Conferir folga		sim						
055	DES	Hibermar		sim						
056	DES	Desmontar suporte de mancal		sim						
057	I	Inspecionar retentores de entrada		não	retentores com desgaste	sim		2		Trocou os 2 retentores 90x110x10mm
058	I	Inspecionar bucha INA		não	pequeno desgaste na bucha		sim	1		Virou a bucha para trabalhar do outro lado

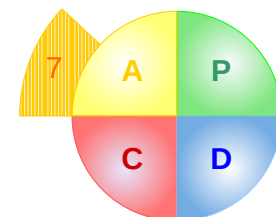
DES: Desmontagem I: Inspeção LIM: Limpeza M: Metrologia MON: Montagem A: Ajuste

Página 5 de 18

4 CASE

4.7 PADRONIZAÇÃO

4.7.5 ELABORAÇÃO DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO



PADRONIZAÇÃO

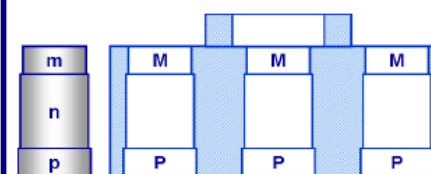
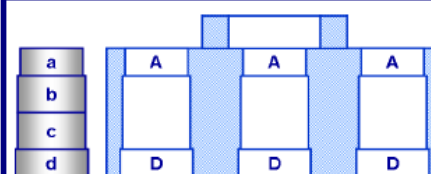


Metrologia

EXEMPLO: PÁGINA 11 DE 18

ANEXOS	PEÇA	Nº Medida	ESTÁGIO	POSIÇÃO	01	02	03	04
01	PINO	001	1º	m	68,020	68,010	68,010	
		002	1º	n	70,000	70,010	70,010	
		003	1º	p	85,030	85,030	85,030	
		004	2º	m	98,020	98,020	98,020	
		005	2º	n	100,010	100,010	100,010	
		006	2º	p	120,030	120,030	120,030	
		007	3º	a	118,030	118,020	118,020	118,020
		008	3º	b	120,010	120,000	120,020	120,020
		009	3º	c	120,010	120,010	120,020	120,020
		010	3º	d	135,030	135,020	135,010	135,020
02	FURO Porta Planeta	011	1º	M	68,000	68,000	68,010	
		012	1º	P	85,000	85,000	85,000	
		013	2º	M	98,000	98,000	98,010	
		014	2º	P	120,000	120,000	119,990	
		015	3º	A	117,980	117,980	117,980	
		016	3º	D	135,020	135,020	135,020	

PINOS E PORTA-PLANETAS



Medidas em [mm]

Página 11 de 18

4 CASE

4.7 PADRONIZAÇÃO

4.7.6 ELABORAÇÃO DE INSTRUÇÃO DE TRABALHO



Fotos

EXEMPLO: PÁGINA 13 DE 18

ANEXO 07



ANEXO 08



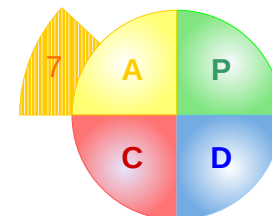
ANEXO 09



ANEXO 10



Página 13 de 18



PADRONIZAÇÃO

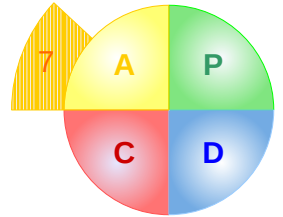
4 CASE

4.7 PADRONIZAÇÃO

4.7.7 TEMAS PARA TREINAMENTOS



TEMAS ABORDADOS NOS TREINAMENTOS



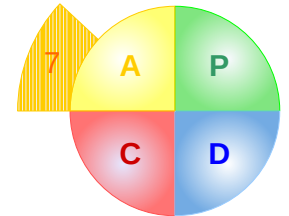
PADRONIZAÇÃO

1. CONDICIONADOR DE METAIS;
2. LUBRIFICAÇÃO EUTÉTICA;
3. REGIMES DE LUBRIFICAÇÃO;
4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO REDUTOR PLANETÁRIO;
5. SINAIS DE ANORMALIDADE OPERACIONAL NO REDUTOR;
6. ALARMES PADRONIZADOS.

4 CASE

4.7 PADRONIZAÇÃO

4.7.8 TURMAS EM TREINAMENTO

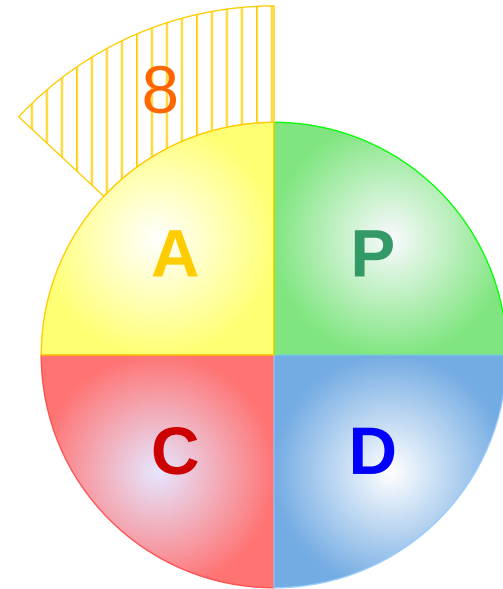
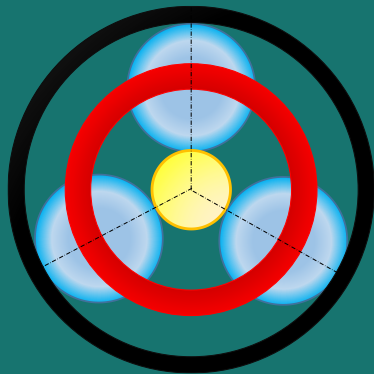


PADRONIZAÇÃO



4 CASE

REDUÇÃO DE CUSTOS COM MANUTENÇÃO EM PLANETÁRIOS



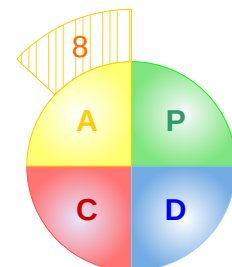
CONCLUSÃO



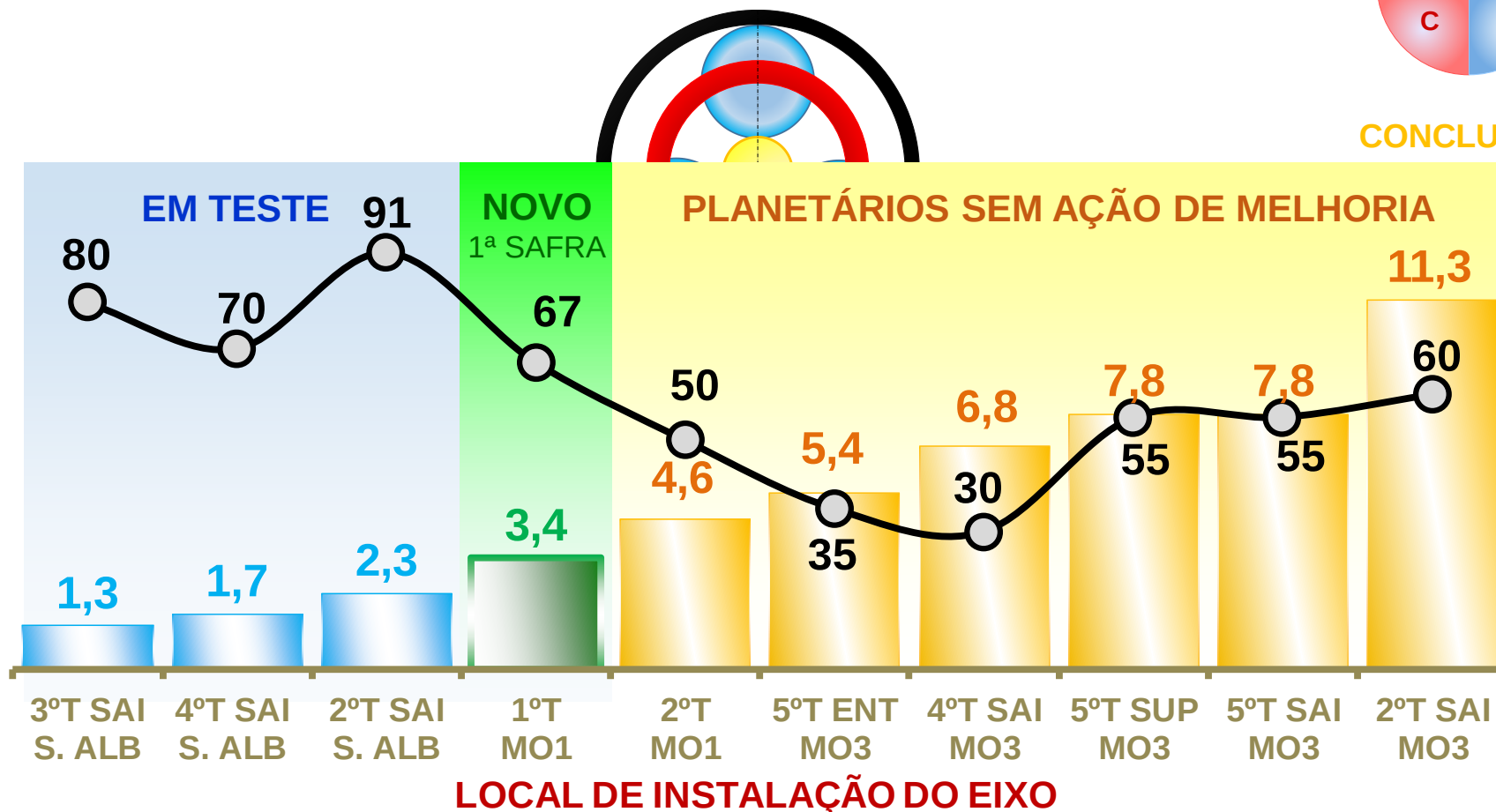
4 CASE

4.8 CONCLUSÃO

4.8.1 RESULTADO TÉCNICO DOS PLANETÁRIOS



CONCLUSÃO



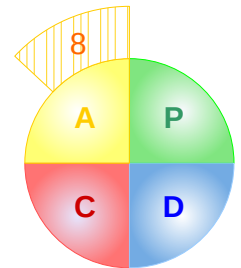
■ ACELERAÇÃO RMS (m/s²)

● % TORQUE DESENVOLVIDO

4 CASE

4.8 CONCLUSÃO

4.8.2 RESULTADO FINANCEIRO



CONCLUSÃO

REDUÇÃO COM SERVIÇOS:
R\$ 2,08 MILHÕES

R\$ 0,84 MILHÕES



MOD. 2

R\$ 0,63 MILHÕES



MOD. 4

R\$ 0,32 MILHÕES



MOD. 3

R\$ 0,29 MILHÕES

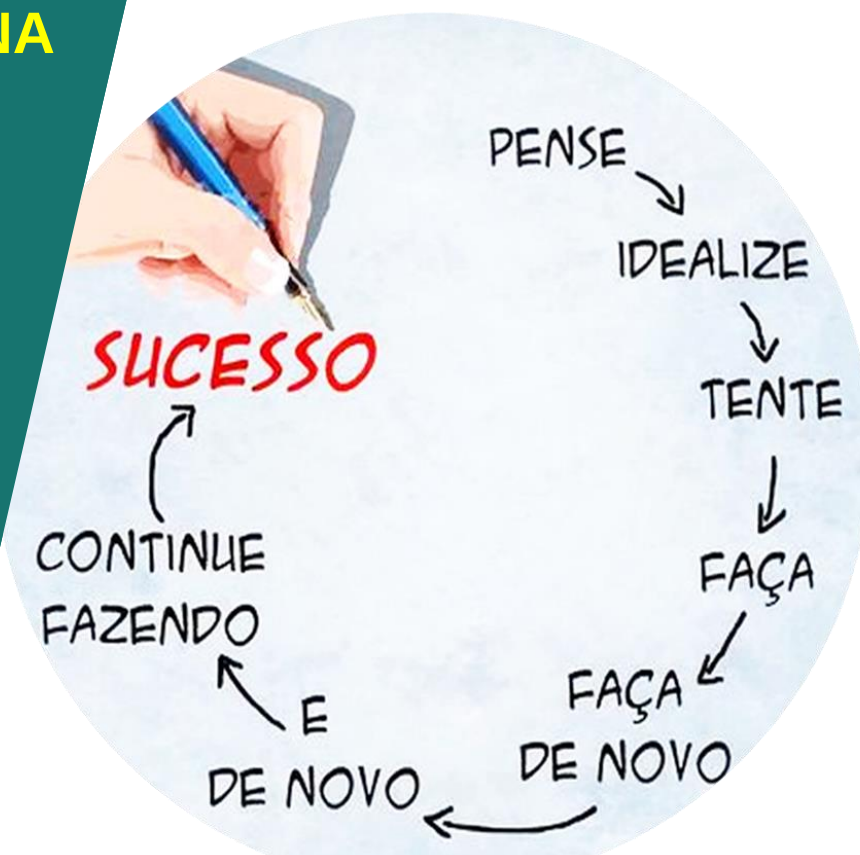


MOD. 1

MODELOS DE PLANETÁRIOS

5 FINALIZAÇÃO

MANUTENÇÃO INTERNA
COMO ESTRATÉGIA
PARA REDUÇÃO
DE CUSTOS

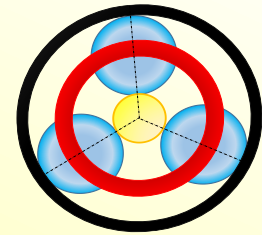


5 FINALIZAÇÃO

5.1 RESPONSABILIDADE TÉCNICA



PARA O TRABALHO, CONSIDERARAM-SE:



1. AS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DA USINA COLOMBO;
2. CARACTERÍSTICAS REAIS DOS REDUTORES INSTALADOS;
3. ADEQUAÇÃO À FILOSOFIA INTERNA DE TRABALHO DA EMPRESA.

O USO INADVERTIDO DESSAS INFORMAÇÕES PARA FINS DE PROMOÇÃO DE MELHORIA EM REDUTORES PLANETÁRIOS É DE TOTAL RESPONSABILIDADE DE SEU EXECUTOR, NÃO CABENDO AO AUTOR DO DESTE TRABALHO, À EQUIPE ENVOLVIDA E TAMPOUCO À USINA COLOMBO RESPONDER TECNICAMENTE PELOS PROCEDIMENTOS EMPREGADOS.

5 FINALIZAÇÃO

5.2 AGRADECIMENTO

5.2.1 QUADRO GERENCIAL DA USINA COLOMBO



SÉRGIO COLOMBO

DIRETOR INDUSTRIAL
COORPORATIVO



FÁBIO ZUFFO

GERENTE INDUSTRIAL
UNIDADE ARIRANHA



HÉLIO PAVANI

GERENTE INDUSTRIAL
UNIDADE PALESTINA E
SANTA ALBERTINA

5 FINALIZAÇÃO

5.2 AGRADECIMENTO

5.2.2 PARCEIROS TÉCNICOS



CONDICIONADOR DE METAIS



NESCHER

FILTROS - LUBRIFICANTES - SERVIÇOS

NOSSO FOCO É O RESULTADO

LUBRIFICANTES EUTÉTICOS COM BASE SINTÉTICA
OU MINERAL

Mobil

ESCLARECIMENTOS SOBRE LUBRIFICAÇÃO E TEORIA
SOBRE REGIME DE LUBRIFICAÇÃO



FAG

INFORMATIVOS SOBRE LUBRIFICAÇÃO,
ROLAMENTOS E NÍVEIS ACEITÁVEIS DE
CONTAMINAÇÃO

Obrigado!

Refferson de Souza Brandão
Coordenador de Manutenção Industrial

refferson@usinacolombo.com.br

(017) 3576 9000 Ramal: 9909

(017) 99627 9001

