

**“CASE” remoção de  
verniz em turbo  
máquina, planta da  
Suzano de 3 Lagoas**



**Purilub**

Rentabilidade gota a gota

**Antonio Carlos de Moraes  
Consultor de manutenção  
Suzano Papel e Celulose  
Planta de Três Lagoas -MS**

Agradecemos a **Suzano Papel e Celulose** e, em particular, a **Antonio Carlos de Moraes** por nos ter cedido este trabalho, de inestimável valor, apresentado no 7º encontro ABTCP, no dia 28 de agosto de 2019 em Três Lagoas – MS.

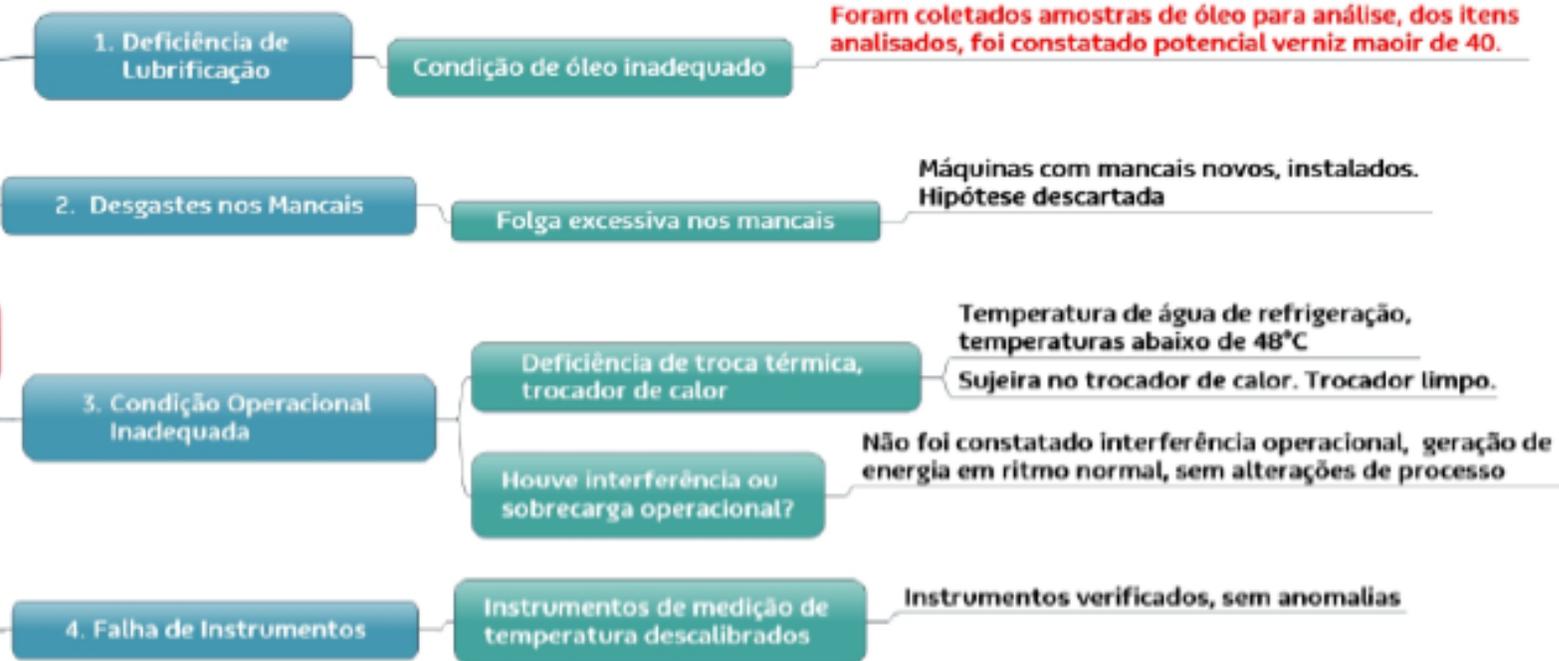
Os comentários em vermelho ao lado de cada slide foram acrescentados pela Purilub e isentam o A. Moraes de qualquer responsabilidade.

# Remoção de Verniz em Turbo Máquinas



# Investigação.

Temperatura elevada nos mancais TG



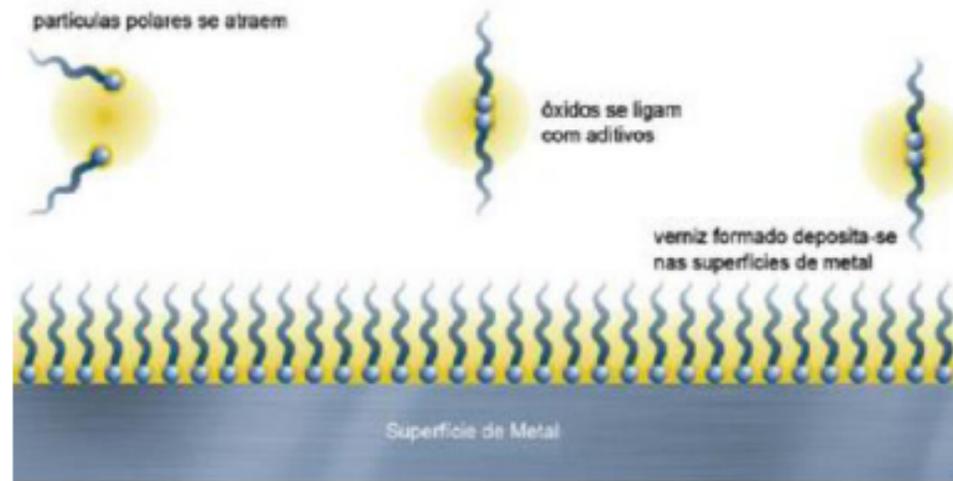
Como a formação de verniz era algo desconhecido à época, a investigação iniciou-se pelos instrumentos, condição de operação e desgaste. A alternativa restante era o lubrificante

# O que é verniz?

São subprodutos que podem ser solúveis ou insolúveis (materiais orgânicos e inorgânicos), podendo ser originados por nível de contaminantes existentes no óleo, processo de oxidação do óleo, água acima do recomendado e temperaturas altas.

A formação de verniz "duro" ocorre quando os contaminantes macios aglomeram através de um processo de polarização e endurecem em forma de um revestimento, referido como o "verniz" na superfície dos metais. As deposições destes insolúveis do verniz são contribuídos tipicamente pelo calor que se acumulam normalmente no baixo fluxo de óleo, em uma região de mais baixa temperatura, ou em áreas de tolerância baixas, como, válvulas de sistema hidráulico, mancais e trocadores de calor reduzindo sua eficiência de troca térmica.

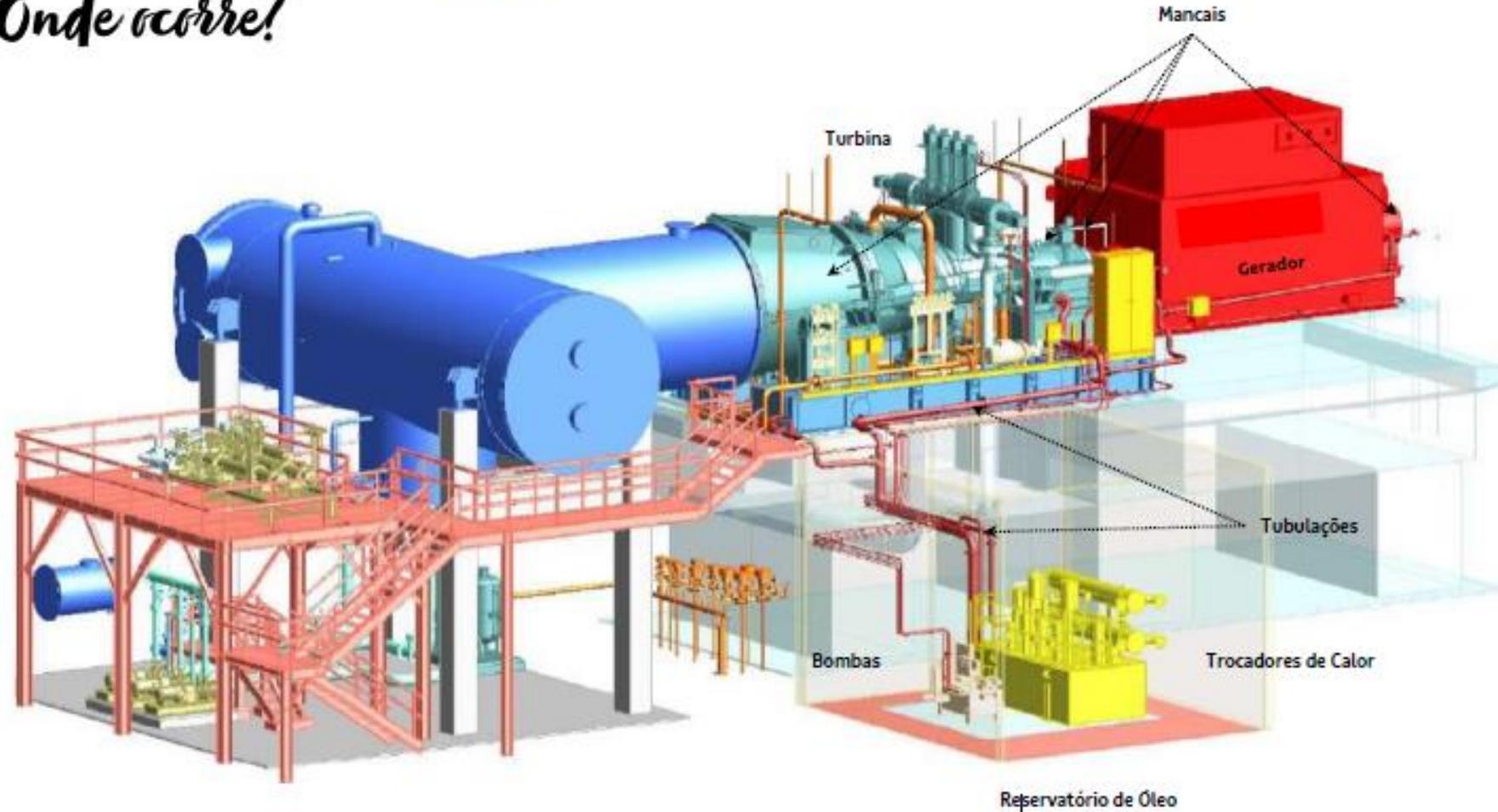
Estes contaminantes são tipicamente menores do que 01 micron (0,001mm) e são conseqüentemente difíceis ou impossíveis de remover com um padrão de filtração comum, como 3 micron (0,003mm).



Esquema de contaminação por verniz

- A formação de verniz não tem relação com o tipo de óleo ou fabricante.
- A incrustação impede a formação de filme de óleo lubrificante, maximiza o atrito e aumenta a temperatura.
- Os efeitos sobre a formação de "verniz" é relativamente novo no Brasil.

*Onde ocorre?*



# Verniz na Prática



\* Imagens retiradas dos artigos indicados em Referências Técnicas.



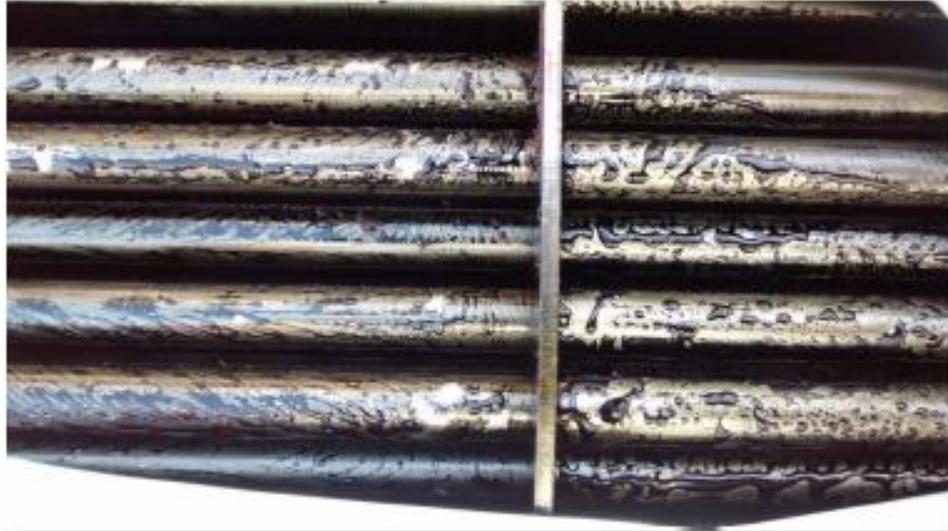
Fig. 1: Mancal LNA Turbina



Fig. 2: Mancal LNA turbina, metade inferior



Verniz se formou apenas na metade inferior



Mancais do TG2 em 2015 – Suzano Três Lagoas

Tubos Trocador de Calor TG2 - Overhaul / Mar.2017 – Suzano Três Lagoas

# Grupos de óleos.

API Base Stock Classification				
Group	Physical Specifications			Manufacturing Process
	VI	Sulfur %wt.	Saturates %wt.	
I	90 – 120	>0.03	<90	Conventional (Solvent Refined)
II	90 – 120	<0.03	>90	Hydroprocessed
III	>120	<0.03	>90	Severely Hydroprocessed
IV	>130	0.00	>90	Chemical Synthesis
V	Vary	Vary	Vary	All Other Types

- Óleo MOBIL DTE 846, ISO 46. É uma composição de básicos do grupo II e III

A formação de verniz é um efeito colateral da evolução dos lubrificantes para uma melhor demulsibilidade dos aditivos. Ocorre com óleos de qualquer fabricante e é um problema global!

## Nossa Pesquisa.

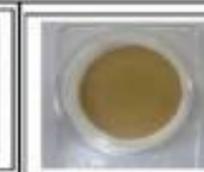
Porque Ocorre?	Qual o período de Detecção?	Como Prevenir?
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Novos projetos de máquinas tem maior performance para isso menos folgas mecânicas e exigem o máximo de sacrifício do óleo.</li> <li>▪ Natureza operacional ou deficiências manutencionais.</li> <li>▪ A taxa de formação depende do serviço que será aplicado ao óleo (oxidação, nível de contaminantes, água, temperatura)</li> <li>▪ Escolha inadequada do tipo de óleo.</li> <li>▪ Pacote aditivo do óleo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nossas pesquisas indicaram início de problema entre o 4° e 8° ano de operação.</li> <li>▪ Nosso problema surgiu no 7° ano de operação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Os efeitos da formação de "verniz" não é linear, os sintomas surgem quando o potencial verniz já está alto.</li> <li>▪ É exponencial, por isso a importância da prevenção.</li> <li>▪ Novas técnicas de análises de óleo.</li> </ul>

## Como Diagnosticar Potencial Verniz?

- Análises convencionais físico-químicos não são suficientes.
- MPC – (Membrane Patch Colorimetry). Mede a mudança da cor na membrana de 0,45µm, o resultado é o delta de energia medido pela variação de luz (comprimento de onda de luz visível). MPC >= 40. Fornece uma predição de formação de verniz.
- RULLER – (Routine Useful Life Evaluation Routine) por teste (LSV) Linear Sweep Voltammetry. Mede teor de aditivos anti-oxidantes, como: Fenol e Amina ideal que seja >25%. Limite este que pode indicar a formação de depósitos.

Testes	Standard	Suitability Continued Use	Varnish Prediction	Maximum Service
<b>Custo</b>	+	-	-	-
Viscosidade (cSt)	X	X	X	X
Água (%)	X	X	X	X
Oxidação (A/cm)	M	M	M	M
Contagem Partículas	X	X	X	X
Metais	X	X	X	X
TAN (mg KOH/g)		X	X	X
PQ Index		X	X	X
UC		X	X	X
MPC			X	X
RULLER – Fenol (%)			X	X
RULLER – Amina (%)			X	X
RPVOT		X		X
Demulsibilidade		X		X
Espuma Sequência 1		X		X

Escala MPC Δ – (Membrane Patch Colorimetry).

Normal	Monitor	Abnormal	Critical
< 15	15 - 30	31 - 40	> 40
			

# Análise de Óleo

RELATÓRIO DE EXAME nr. 1511 - 88		<b>ALERTA</b>	
Código Tribolab: 200323.000029.000001		Data da coleta: 07/10/2015	
Máquina: 3024-50-51-0-10-01C - TURBO GERADOR 1		Recebido: 11/11/2015	Erec: 18/11/2015
Ponto de coleta: MANCAL LA DA TURBINA			
<b>CONCLUSÕES:</b> Ref: Lub:MOBIL-DTE-848 <span style="float: right;"><input type="checkbox"/>Normal <input type="checkbox"/>Aceitável <input checked="" type="checkbox"/>Alerta <input type="checkbox"/>Crítica</span>			
<p>Considerando-se a amostra como representativa e limitados aos ensaios realizados, os resultados sugerem condição irregular. Os metais e os resultados de ferrografia (concentração total de partículas L+S) estão dentro do esperado, contudo, o Potencial de Verniz está muito alto. Recomendamos contactar fabricantes do óleo e filtros para medidas corretivas (desde utilização de filtros especiais para potencial de verniz até reposições ou trocas). Amostra recebida em 04/11/15 mas liberada em 11/11/15 ao recebermos autorização de fornecimento.</p>			
Quím. Marcia T. F. Zampieri Relação eletrônica, dispensa assinaturas conf. práticas suas. Para prova de autenticidade contactar o laboratório com a nr. do relatório.		Laboratório de Tribolab - SP / Brasil	
<b>INFORMAÇÕES ENVIADAS PELO CLIENTE / OBSERVAÇÕES REALIZADAS NO EXAME:</b>			
As conclusões/recomendações referem-se exclusivamente à amostra e às informações prestadas pelo cliente. * Cliente informa: Amostra colhida em operação. Observado aquecimento no mancal (dias após a coleta).			
Metais por espectrometria (<= 15µm): Fe= 0ppm, Cr= 0ppm, Pb= 0ppm, Cu= 0ppm, Sn= 0ppm, Al= 0ppm, Ni= 0ppm, Ag= 0ppm, Si= 2ppm, B= 0ppm, Na= 0ppm, Mg= 0ppm, Ca= 0ppm, Ba= 0ppm, P= 1003ppm, Zn= 2ppm, Mo= 0ppm, Ti= 0ppm, V= 0ppm. Arredond. conf. norma (Ex. 0,2->0). Dentro do esperado. Visc. @ 40°C= 44,4 cSt. Água < 0,1%. Dentro do esperado. Resultados ferrográficos quantitativos estão adequados. <b>Potencial de verniz = 46,7. Muito alto.</b>			

# O que foi feito?

- Fizemos uma pesquisa no mercado e contratamos uma empresa com equipamento para remoção de verniz.



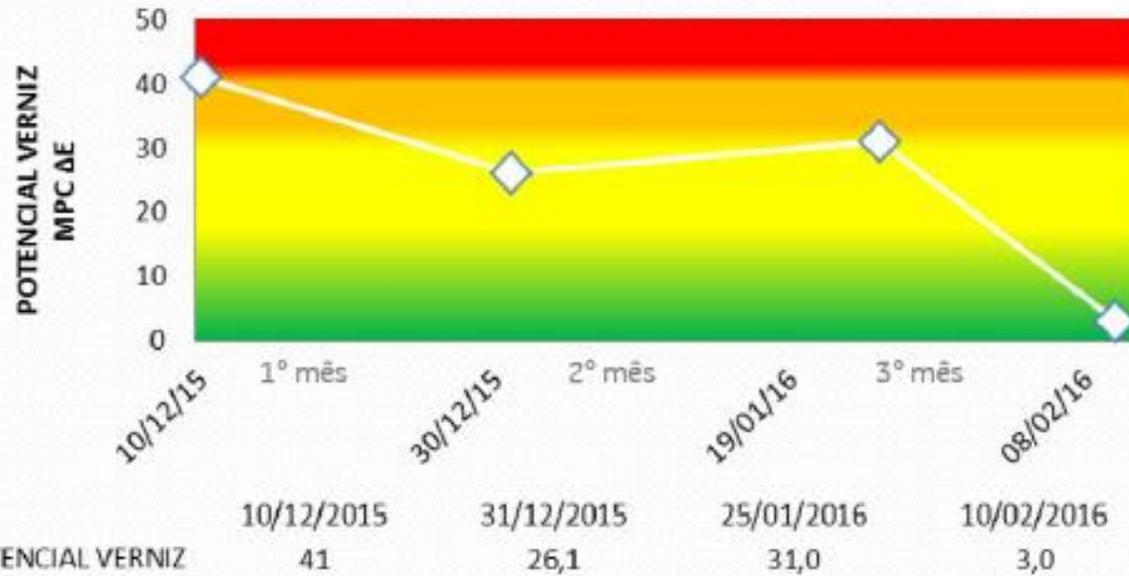
Skid de filtragem para remoção de verniz

- Elemento Filtrante Partícula  $\beta_3 > 1000$ .
- Elemento Filtrante Partícula  $\beta_1 > 1000$ .
- Elemento Filtrante (Químico) com Resina Ionizada.

Os filtros, sejam de resina iônica ou ESP, removem o verniz solúvel e impedem o agravamento do problema! Os filtros não solubilizam o verniz insolúvel aderido às superfícies.

# Resultados!

## EVOLUÇÃO DO VERNIZ APÓS A INSTALAÇÃO DO FILTRO IÔNICO



Teste visual de membrana de 1,2μm

A remoção do verniz é um processo lento, assim como lenta foi a sua formação!

## Resultados!

Custo de Serviço de Remoção de Verniz: - Máquina de Filtragem - Aquisição de Filtros	( R\$ 66.620,04 )
Custo Evitado: - Serviço de 7 dias de manutenção para a troca dos mancais. Custos de Materiais. Perda de Exportação de Energia.	R\$ 3.622.023,55

**A Suzano evitou com esta ação a parada do equipamento antes do previsto!**

**Os mancais foram substituídos quando da parada geral de manutenção!**

## Referências Técnicas

### Artigos e Publicações:

- Apresentação "Formação de Verniz" – Empresa PURILIB - Eng.º Sérgio Monteiro
- Apresentação "Sistema de Remoção de Verniz" – Empresa WMF Solutions, enviado por: Atilio Zottich
- Artigo "Análise de Potencial Verniz" Engenharia LOBO – Eng.º Marcos Thadeu Giacomini Lobo
- Artigo "Turbine Oil Varnish" MOBIL – March 31, 2014 – enviado por: Eng.º Fábio Limeira Afonso (ExxonMobil)
- Artigo "Novas Técnicas para Detecção de Verniz" – Eng.º Antonio Traverso Júnior

### Normas:

- ABNT NBR 14157-3: Óleos lubrificantes — Determinação da perda por evaporação pelo método Noack – 2013
- ABNT NBR 14448: Óleos lubrificantes, produtos de petróleo e biodiesel - Determinação do número de acidez pelo método de titulação Potenciométrico - 2013
- ASTM 6439-99 Standard Guide for Cleaning, Flushing, and Purification of Steam, Gas, and Hydroelectric Turbine Lubrication Systems
- TIL 1528-3 GE Lube Oil Varnishing – 2005
- ISO 4406:2017 Hydraulic fluid power. Fluids. Method for coding the level of contamination by solid particles is classified in these ICS categories
- ASTM D4378 – 03 Standard Practice for In-Service Monitoring of Mineral Turbine Oils for Steam and Gas Turbines
- ASTM D4304 – 17 Standard Specification for Mineral and Synthetic Lubricating Oil Used in Steam or Gas Turbines

# Obrigado!

**Antonio Carlos de Moraes**

CONSULTOR DE MANUTENÇÃO  
CÉLULA DE APOIO TÉCNICO



Tel: 67 3509-8493  
Cel: 67 99849-8166  
antonio.moraes@suzano.com.br

Rodovia BR 158, Km 298  
Fazenda Barra do Moeda  
Cx. Postal 529 79601-970  
Três Lagoas, MS - Brasil  
[www.suzano.com.br](http://www.suzano.com.br)

**a. Questionou-se a respeito do desenvolvimento de óleos que não sofram esta degeneração.**

**Sim, existem, são óleos sintéticos de valor agregado muito alto para o volume empregado em turbo geradores.**

**b. Apesar da substituição dos mancais, a fonte originadora de verniz não foi eliminada, há uma grande probabilidade de o problema voltar a ocorrer. Como os filtros removem o verniz ainda no estado solúvel, é extremamente recomendável o seu emprego “24x7” em equipamentos novos ou após a sua descontaminação. O gasto com elementos filtrantes será pequeno pois o ainda não há contaminação em grande quantidade.**

c. Para sistemas em uso, e que estejam enfrentando este problema, é altamente recomendável a descontaminação completa do equipamento, metodologia Purilub, veja matéria no [Purilub.com.br](http://Purilub.com.br) / BLOG editado em 15/10/2018.

d. Quando a Suzano realizou este trabalho, a metodologia de descontaminação, explicada no BLOG, ainda não estava disponível.

A 1ª empresa do setor a usar esta tecnologia foi a Westrock de Três Barras - SC. Hoje é uma metodologia consagrada, aprovada pela Petrobras e empregada em suas termelétricas.



**Purilub**

Rentabilidade gota a gota

[www.purilub.com.br](http://www.purilub.com.br)

016 3981 9920

[www.purilub.com.br](http://www.purilub.com.br)

[comercial@purilub.com.br](mailto:comercial@purilub.com.br)