



catálogo

de aplicação

Danos em superfícies de engrenagens, redutores e rolamentos
Onde a tecnologia REWITEC® pode resolver problemas de desgaste

Tecnologia para mais performance

Cada vez se exige mais de máquinas, equipamentos e redutores em relação a potência, eficiência energética e durabilidade – e ao mesmo tempo tenta-se reduzir os custos de manutenção e o tempo parado. Baseados na sua comprovada tecnologia REWITEC®, através dos seus produtos patenteados a empresa Rewitec GmbH oferece soluções para a redução do atrito e do desgaste.



Energia eólica

Fabricantes e usuários de turbinas eólicas dependem de um bom e contínuo funcionamento. REWITEC® oferece produtos otimizados para a indústria eólica, para aumentar significativamente a vida útil e a confiabilidade e segurança operacional.

GEAR-BOX | ROLAMENTO PRINCIPAL | ROLAMENTO DO GERADOR | ROLAMENTOS DO PITCH E DO AZIMUTE



Indústria

Proteção dos investimentos de longo prazo para motores, redutores, transmissões e rolamentos – REWITEC® oferece mais segurança para os seus investimentos, reduz tempo parado não programado e contribui para uma atuação sustentável e ecológica.

REDUTORES | GERADORES | COMPRESSORES | ROLAMENTOS



Marítimo

Renomados armadores, proprietários e seguradoras confiam na tecnologia REWITEC® e já integraram os produtos em seus processos operacionais em motores principais e diesel auxiliares / geradores.

MÁQUINAS PRINCIPAIS | MÁQUINAS AUXILIARES | TRANSMISSÕES | GUINCHOS SEPARADORES



Automotivo

Menos emissões, uma maior eficiência energética bem como vibrações e ruídos reduzidas junto com mais força para os veículos. Também no setor automotivo (frotas, transporte, construção, mineração e particular) os produtos mostram os seus efeitos excelentes.

MOTORES | TRANSMISSÕES | ROLAMENTOS | DIFERENCIAIS



Índice

1. Introdução	4
2. Classificação dos danos	6
Engrenagens em redutores	7
Rolamentos	8
3. Imagens de danos classificados	10
Engrenagens em redutores	12
Rolamentos	17
4. Comparação antes/depois	24
5. Impressões das superfícies	29
Lapso de tempo (time lapse)	30
Avaliação das rugosidades	31
6. Resumo	32
7. Glossário	33
8. Anexo	34
Análises de óleo	36
Ficha técnica DuraGear® W100	38
Manual de uso DuraGear® W100	39
Ficha técnica GR400	40

Todos os dados técnicos estão sujeitos a alterações de acordo com a devolução tecnológica!

Direitos autorais e direitos de patentes:

Este documento deve ser tratado de forma confidencial, e pode ser disponibilizado somente para pessoas autorizadas. Ele pode ser disponibilizado para terceiros somente com a autorização expressa da REWITEC GmbH e/ou das suas afiliadas.

Todo conteúdo deste documento (texto e imagens) tenham os seus direitos autorais protegidos pelas Leis de Direitos Autorais ("Copyright Act"). A transmissão, distribuição e reprodução dos documentos, mesmo parcialmente, bem como não é permitido a exploração e comunicação dos seus conteúdos sem a autorização expressa da REWITEC GmbH e/ou das suas afiliadas. Violações dos direitos autorais e/ou patentes estão sujeitos a procedimentos penais e ressarcimento de danos.

Empresa REWITEC GmbH e suas afiliadas. Todos os direitos reservados REWITEC GmbH e © são marcas registradas da empresa REWITEC GmbH. Outras empresas e/ou produtos mencionados neste documento podem ser marcas ou marcas registradas pelas respectivas empresas

1. Introdução

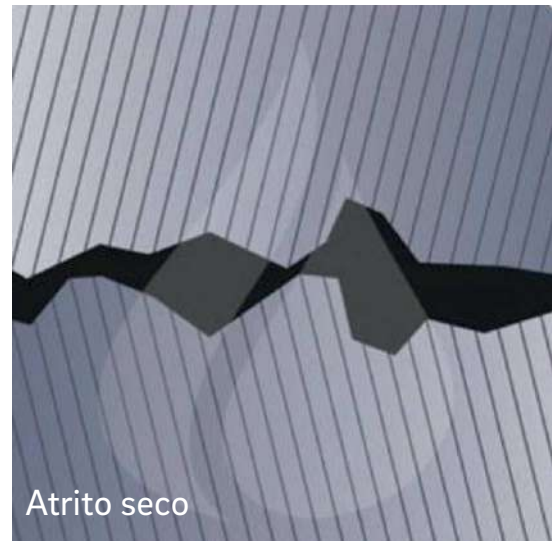
O presente catálogo de aplicações REWITEC[®] foi desenvolvido principalmente para o trabalho prático do pessoal de manutenção. O seu objetivo consiste em conferir ajuda na análise e avaliação de problemas de desgaste, mostrando inúmeros exemplos de danos e resultados das aplicações com REWITEC[®] obtidos nos últimos anos para providenciar medidas que otimizem a segurança e confiabilidade nas operações de plantas e maquinários.

As seguintes condições de atrito entre flancos de dentes e rolamentos podem ocorrer:

Em redutores e rolamentos lubrificantes como óleos e graxas são aplicados para reduzir o atrito e para reduzir e/ou evitar o desgaste.

ATRITO SECO:

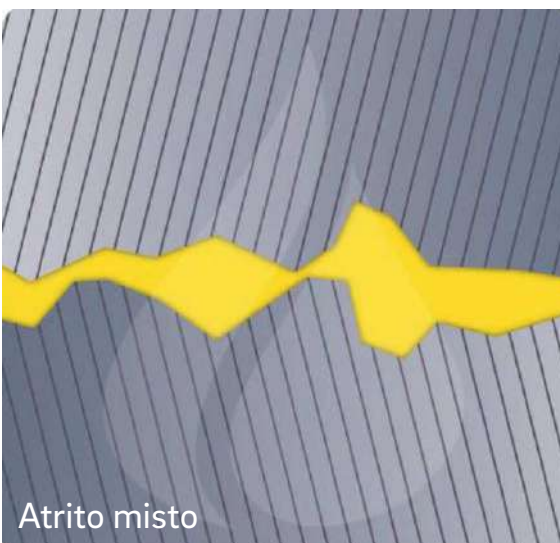
Neste caso as superfícies metálicas se friccionam entre si sem uma película lubrificante separando as partes. Alto atrito e desgaste. Temperaturas muito altas podem ocorrer localizadas, que podem levar a fusão e destruição das partes em contato. Este atrito pode ocorrer em máquinas lubrificadas somente em casos extremos (por exemplo na falha de lubrificação).



ATRITO MISTO:

Não existe uma película completa de lubrificação entre as superfícies metálicas, e picos podem se tocar. Isto ocorre sempre em engrenagens e rolamentos nas partidas e paradas. Atrito misto reduzido contínuo ocorre no ponto morto inferior e superior em todas as máquinas nos flancos dos dentes.

Por isto o lubrificante deve ser capaz de formar camadas protetoras e reativas nas superfícies dos pares deslizantes com a ajuda de aditivos, mantendo a força do atrito e o desgaste menor possível.

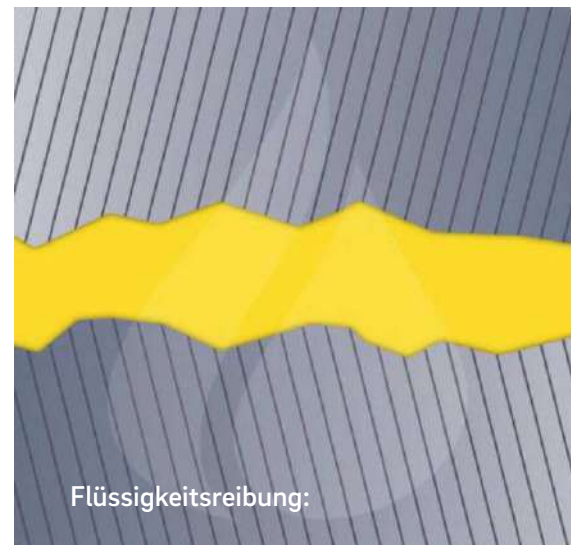




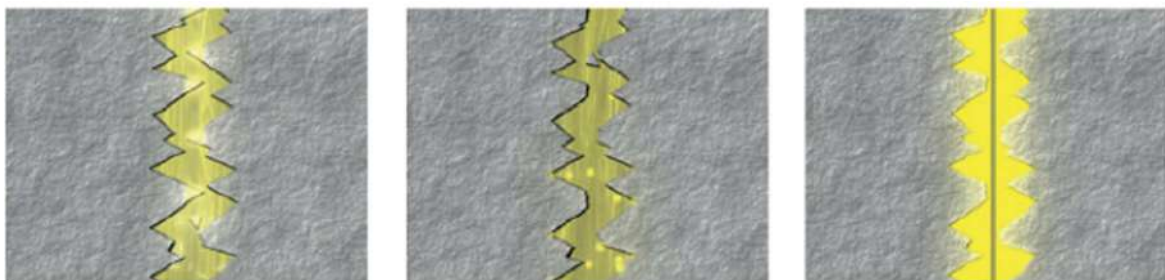
ATRITO HIDRODINÂMICO:

Ambas as superfícies metálicas estão separadas completamente pela película lubrificante. O atrito (perda de força) é baixo e o desgaste é reduzido significativamente.

Esta é a condição ideal que se deve alcançar, mas com cargas altas e especialmente altas cargas dinâmicas muitas vezes não pode ser alcançada, e em parte atrito misto pode ocorrer (veja esquerda).



FUNCIONAMENTO DA TECNOLOGIA REWITEC®



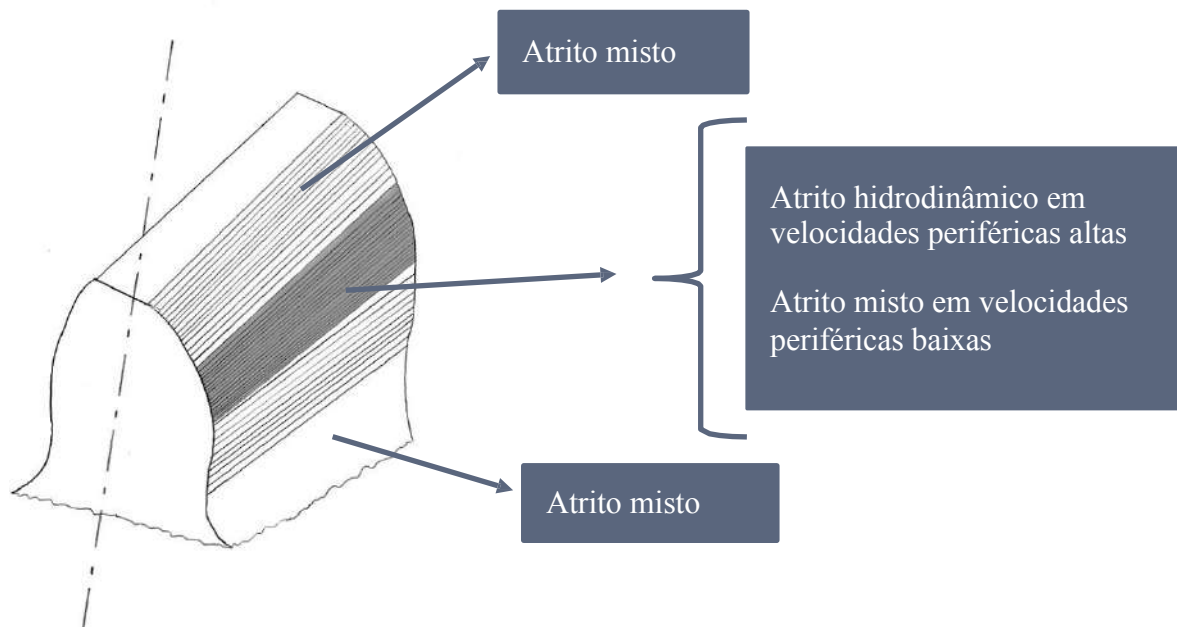
O revestimento de silício dos produtos REWITEC® é transportado dentro da engrenagem, do rolamento e do motor através do lubrificante até as superfícies metálicas em atrito. Devido as temperaturas cristalinas que se formam durante do estado de atrito misto, as partículas de revestimento reagem com as moléculas das superfícies metálicas, desencadeando um processo químico-físico. Baseado neste composto químico as superfícies em atrito são cerâmizadas, criando uma nova superfície metal-cerâmica, resistente a corrosão. **As propriedades dos materiais são melhoradas em relação a rugosidade, atrito, temperatura e desgaste, e ao mesmo tempo as características do lubrificante continuam sem alterações.**

DIFERENTES ZONAS DE ATRITO EM FLANCOS DE DENTES

Em função das condições de carga em mutação nas regiões envolventes e do lubrificante usado, diferentes condições de atrito ocorrem nos flancos dos dentes. **Imagem 4** mostra de forma esquemática os diferentes estados de atrito no flanco de dente.




Já uma aplicação única da tecnologia de superfícies REWITEC® pode reduzir ou resolver problemas de desgaste, e aumentar a vida útil em sistemas tribológicos. Exemplos podem ser verificadas no capítulo 2 "Classificação de tipos de danos".

Explicação esquemática das condições de atrito no flanco de dente



2. Classificação do tipo de dano




Danos em flancos de dentes são classificados através das normas ISO Norma 10825:1995 e DIN 50320:1979-12. Na tabela a seguir podem ser verificadas as potenciais aplicações com a tecnologia de superfícies REWITEC®.

-  Danos iniciais com pouca expressão. Involução do dano.
-  Estancamento do dano, aumento da vida útil
-  Dano avançado, aplicação não recomendada.

	Desgaste conf. ISO 10825	Mecanismos de desgaste conf. DIN 50320				Opções de aplicação REWITEC		
		Adesão	Abrasão	Desintegração da superfície	Reação tribo-química	Redução e/ou eliminação	Estancar (paliativo)	Não recomendado
1	Indicação dos danos da superfície					Green	Orange	
1.1	Abrasão deslizante					Green	Orange	
1.1.1	Desgaste normal (desgaste de amaciamento)					Green	Orange	
1.1.1.1	Desgaste moderado					Green	Orange	
1.1.1.2	Polimento					Green	Orange	
1.1.2	Desgaste abrasivo					Green	Orange	
1.1.3	Desgaste excessivo					Green	Orange	
1.1.4	Ranhuras moderadas (Scoring)					Green	Orange	
1.1.5	Ranhuras severas					Green	Orange	
1.1.6	Desgaste de interferência					White	Orange	Red
1.2	Corrosão				Grey	Green	Orange	
1.2.1	Corrosão química, ferrugem				Grey	Green	Orange	
1.2.2	Corrosão por atrito				Grey	Green	Orange	Red
1.2.3	Escamação (Scaling)				Grey	White	Orange	Red
1.3	Superaquecimento				Grey	White	Orange	Red
1.4	Erosão				Grey	White	White	Red
1.4.1	Erosão de cavitação				Grey	White	White	Red
1.4.2	Erosão hidráulica				Grey	White	White	Red
1.5	Erosão elétrica				Grey	Green	Orange	
2	Escoriação (scuffing)	Grey				Green	Orange	
3	Deformações permanentes				Grey	White	Orange	
3.1	Entalhes				Grey	White	White	
3.2	Deformação plástica				Grey	White	Orange	
3.2.1	Deformação plástica por rolagem				Grey	White	Orange	
3.2.2	Deformação plástica por impacto				Grey	White	Orange	
3.3	Ondulação				Grey	White	Orange	

2. Classificação do tipo de dano




CONTINUAÇÃO - Danos em flancos de dentes são classificados através das normas ISO Norma 10825:1995 e DIN 50320:1979-12. Na tabela a seguir podem ser verificadas as potenciais aplicações com a tecnologia de superfícies REWITEC®.

-  Danos iniciais com pouca expressão. Involução do dano.
-  Estancamento do dano, aumento da vida útil
-  Dano avançado, aplicação não recomendada.

	Desgaste conf. ISO 10825	Mecanismos de desgaste conf. DIN 50320				Opções de aplicação REWITEC		
		Adesão	Abrasão	Desintegração da superfície	Reação tribo-química	Redução e/ou eliminação	Estancar (paliativo)	Não recomendado
3.4	Sulcagem (ridging)							
3.5	Rebarbas							
4	Fadiga das superfícies							
4.1	Furos / concavidades (pitting)							
4.1.1	Pitting inicial							
4.1.2	Pitting progressivo							
4.1.3	Micropitting							
4.2	Pitting em lascas (flake pitting)							
4.3	Esboroamento (spalling)							
4.4	Esfoliação (case crushing)							
5	Fissuras e trincas							
5.1	Fissuras de endurecimento (tensão de tração)							
5.2	Fissuras de esmerilhamento (grinding cracks)							
5.3	Fissuras de fadiga							
6	Quebra de dentes							
6.1	Quebra por sobrecarga							
6.1.1	Ruptura por fragilidade							
6.1.2	Ruptura dúctil							
6.1.3	Ruptura por semi fragilização							
6.2	Cisalhamento dos dentes							
6.3	Quebra depois deformação plástica (Smearred fracture)							
6.4	Quebra por fadiga							
6.4.1	Fadiga de flexão							
6.4.2	Quebra do fim do dente							

2. Classificação do tipo de dano

Danos em rolamentos classificados conforme a norma ISO 15243 de 2004. Na tabela a seguir podem ser verificadas as potenciais aplicações com a tecnologia de superfícies REWITEC®.

-  Danos iniciais com pouca expressão. Involução do dano.
-  Estancamento do dano, aumento da vida útil
-  Dano avançado, aplicação não recomendada.

	Terminologia de desgaste conforma ISO 15243 de 2004	Mecanismos de desgaste conf. DIN 50320				Opções de aplicação REWITEC		
		Adesão	Abrasão	Desintegração da superfície	Reação tribo-química	Redução e/ou eliminação	Estancar (paliativo)	Não recomendado
5.1	Fadiga de contato por rolagem							
5.1.2	Fadiga de sub superfície							
5.1.3	Fadiga de superfície							
5.2	Desgaste							
5.2.2	Desgaste por abrasão							
5.2.3	Desgaste por adesão							
5.3	Corrosão							
5.3.2	Corrosão por umidade							
5.3.3	Corrosão por fricção							
5.3.3.2	Corrosão por atrito							
5.3.3.3	Fissuras por parada (false brinelling)							
5.4	Erosão elétrica							
5.4.2	Erosão por corrente excessiva							
5.4.3	Erosão por fuga de corrente							
5.5	Deformação plástica							
5.5.2	Deformação por sobrecarga							
5.5.3	Entalhes por partículas							
5.6	Rachaduras e fraturas							
5.6.2	Ruptura forçada							
5.6.3	Ruptura por fadiga							
5.6.4	Ruptura térmica							

3. Imagens de danos classificados

As imagens a seguir demonstram diferentes tipos de danos em flancos de dentes e rolamentos. As imagens foram obtidas em diferentes turbinas eólicas.

DESGASTE MODERADO

Definição de acordo com a norma ISO 10825:1995:

Exames dos flancos revelam que metal foi retirado tanto das superfícies dos dentes nos flancos (addendum) e na base dos (dedendum). A formação de uma marca (pitch surface) pode ser observada na linha de contato na imagem 1. [ISO 95]

- ⚙️ Desgaste moderado pode ser reduzido ou eliminado através da aplicação dos produtos REWITEC[®] (Imagem 5).

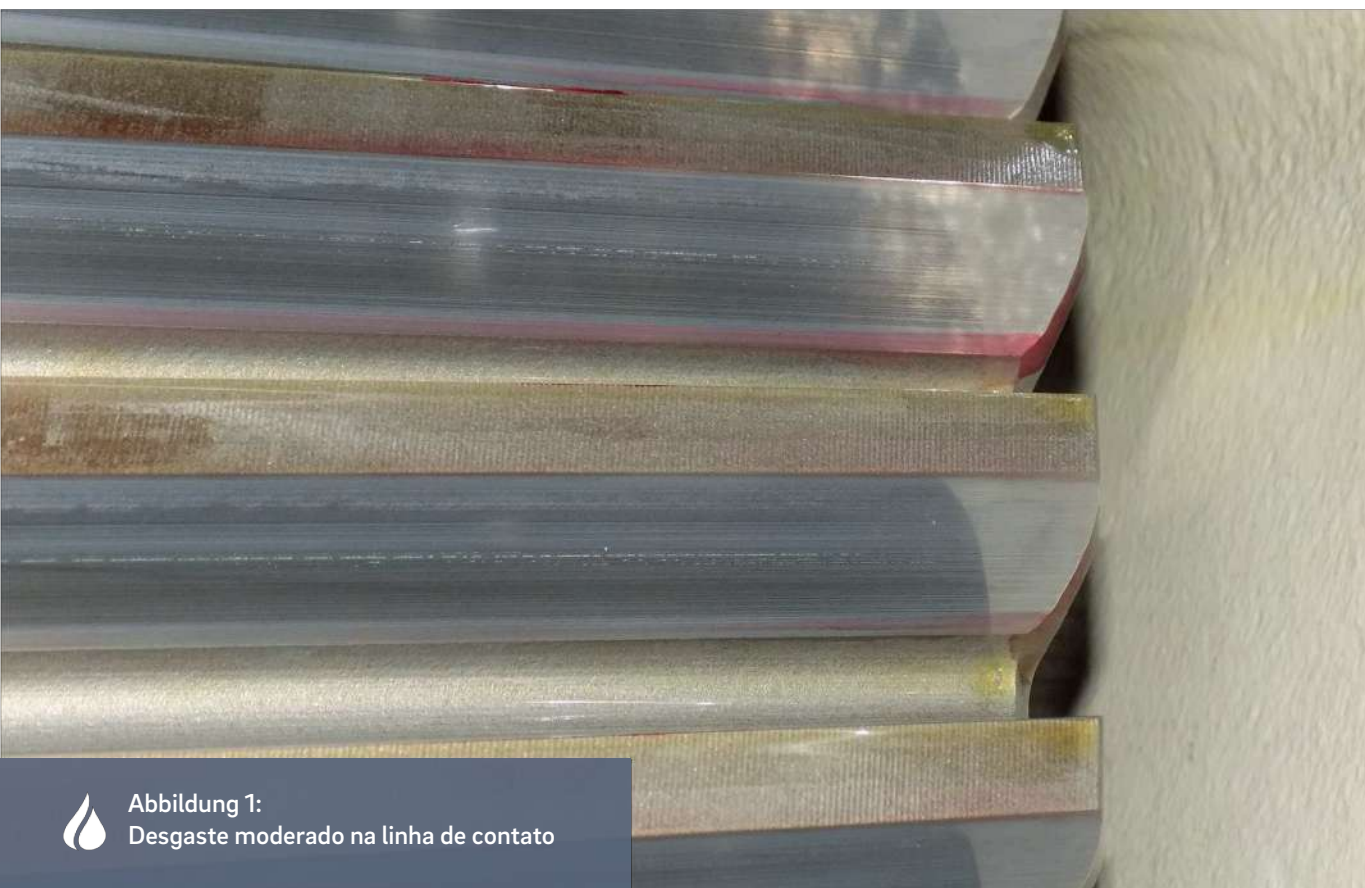


Abbildung 1:
Desgaste moderado na linha de contato



Imagem 2:
Quebra por fadiga em flancos de dentes



QUEBRA DEVIDA A SOBRECARGA

Definição de acordo com a norma ISO 10825:1995:

Este tipo de ruptura ocorre normalmente devido a uma única ou algumas poucas sobrecargas pesadas. As vezes uma fissura que se iniciou por causa de sobrecarga, irá progredir como uma fissura de fadiga com baixa propagação. Em seguida se evidencia geralmente corrosão por atrito na região inicial da fissura. Três tipos de fraturas por sobrecarga são observadas:

- Ruptura por fragilização
- Ruptura dúctil
- Ruptura por semi-fragilização (sem deformação do material) [ISO 95]



Danos devido a sobrecargas não podem ser reparados com os produtos REWITEC® (Imagem 6).



Imagem 3:
Ranhuras - dano
causado por partículas

DESGASTE ABRASIVO

Dano devido a remoção ou o deslocamento de material devido a presença de partículas duras como resíduos metálicos, ferrugem, escória, areia, outros pós abrasivos distribuídas no lubrificante ou encrostadas nos flancos de dentes. Imagem 3 mostra os flancos de um pinhão, desgastados por abrasão de tal maneira que as bordas se tornaram pontiagudas. As superfícies dos flancos estão foscas, lisas e com a presença de riscos radiais devido a partículas duras encrostadas nos flancos dos dentes. [ISO 95]

- ❋ Danos devidos a partículas abrasivos ("run-through damage") podem ser reduzidos ou reparados com o uso dos produtos REWITEC® (Imagem 3).



RANHURAS E SULCUS

As imagens a seguir mostram uma forma de desgaste abrasivo, que se destaca pelas ranhuras lineares na direção do engreno. As ranhuras são lisas, similares aos sulcus e rebarbas da do item 3.4 da tabela 1, causadas pelos corpos estranhos aderentes às ou incorporados nas superfícies dos flancos dos dentes. [ISO 95]

- Desgaste abrasivo pode ser reduzido ou eliminado através da aplicação dos produtos REWITEC® (imagens 4 e 5).

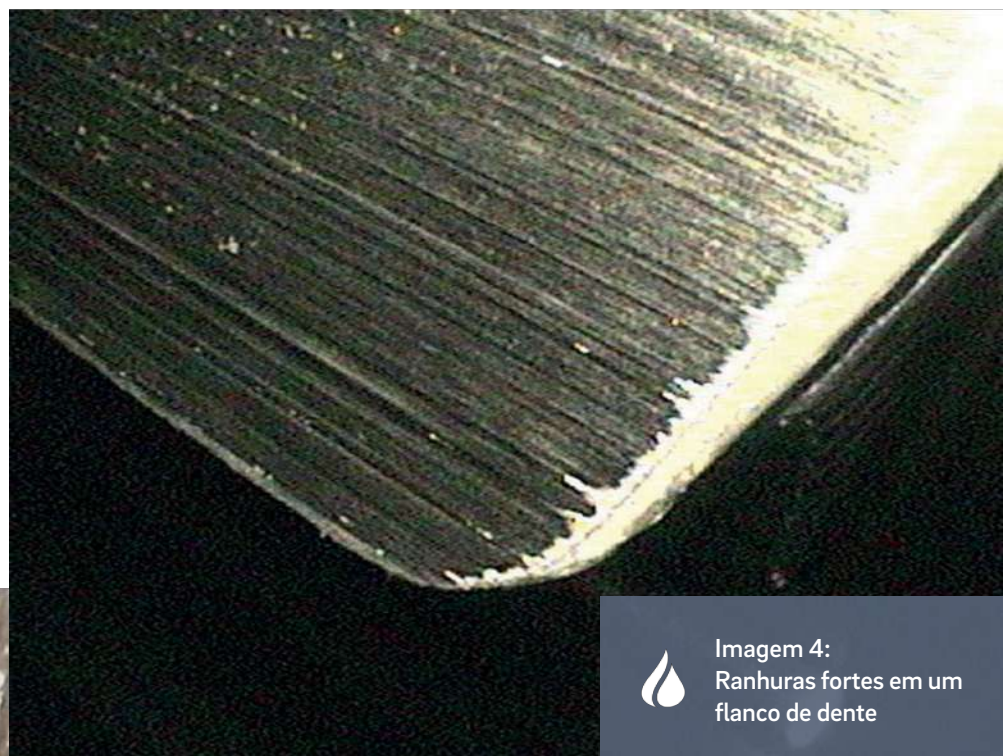


Imagem 4:
Ranhuras fortes em um
flanco de dente



Imagem 5:
Ranhuras fortes em
rolamento cilíndrico

DANOS POR INTERFERÊNCIA

A imagem mostra o desgaste causado por interferência, que é visível de um lado na face do dente e/o no pé do dente correspondente. É causado por excesso de material no flanco do dente ou no pé do dente correspondente. O resultado é a raspagem de material de um lado ou uma deformação arredondada da ponta do dente. [ISO 95]

- ⚙ Falhas construtivas não podem ser recuperados com o uso dos produtos REWITEC®. Se necessário, um tratamento paliativo até a troca da engrenagem / do redutor pode ser feito. (Imagem 6).

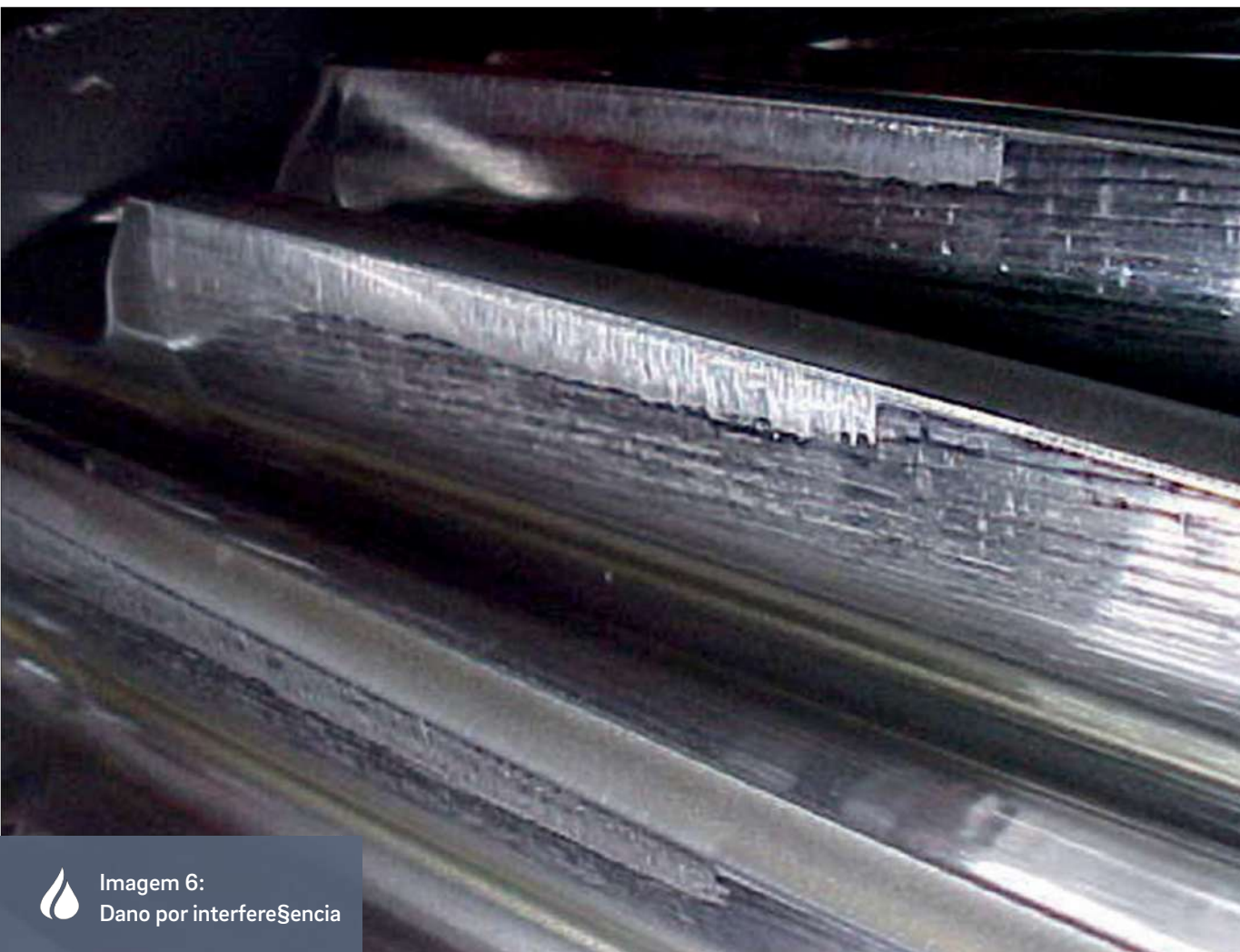


Imagem 6:
Dano por interferência



Imagem 7:
Corrosão em flancos de dentes



CORROSÃO QUÍMICA

Deterioração da superfície devido a uma reação química. Finas ranhuras em toda a superfície dos flancos dos dentes com oxidação granular são os sintomas mais comuns. Às vezes, traços de ferrugem avermelhada marrom podem ser encontradas perto das partes ativas dos flancos dos dentes. Extensa corrosão nas superfícies dos dentes são resultados de reação química. [ISO 95]

🌀 Corrosão pode ser reduzida ou eliminada através do uso dos produtos REWITEC® (Imagem 7).

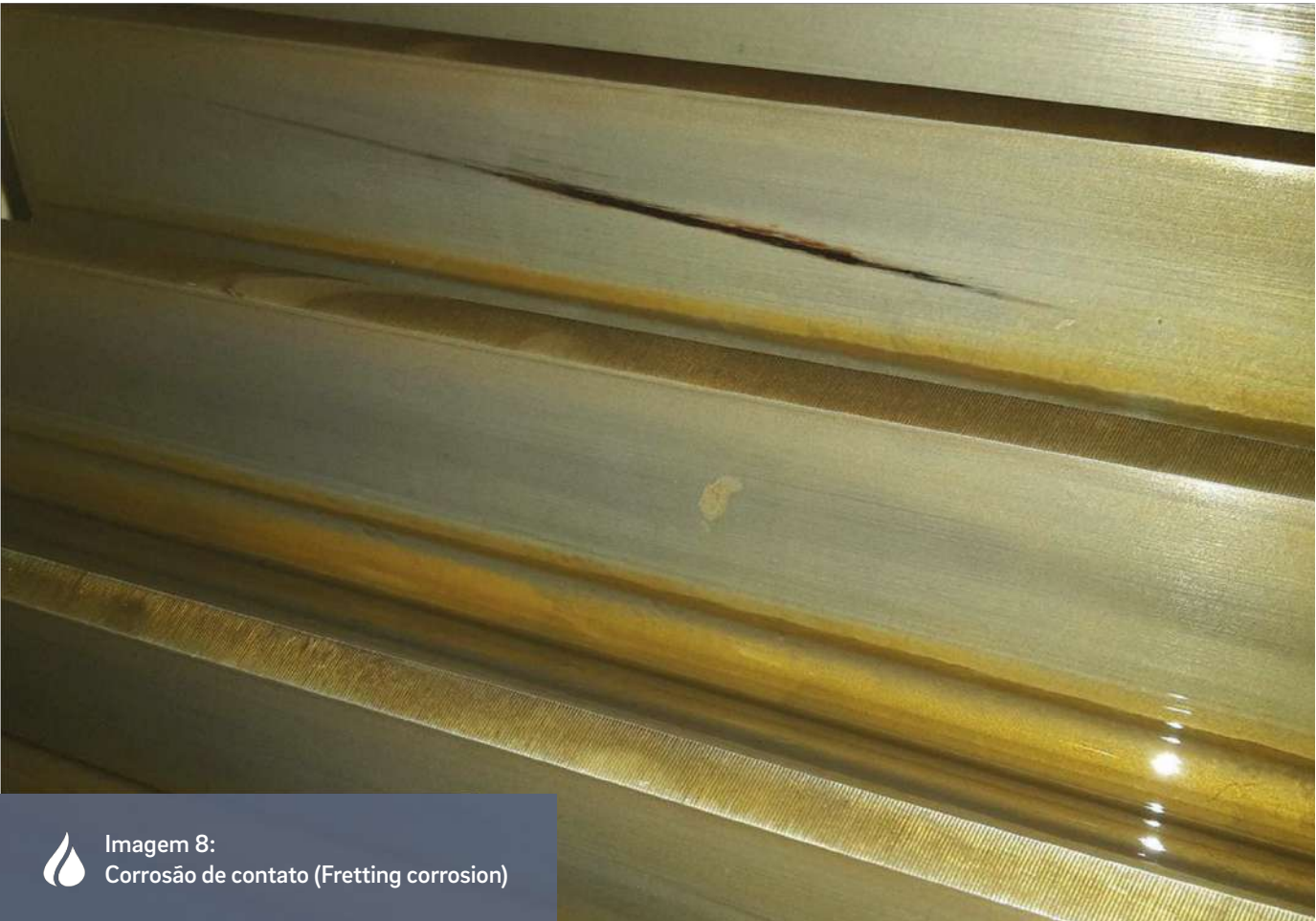



Imagem 8:
Corrosão de contato (Fretting corrosion)

CORROSÃO DE CONTATO (FRETTING CORROSION}

Danos das superfícies, causadas por pequenos movimentos repetitivos entre duas superfícies em contato sem lubrificante, com a formação de finas partículas de óxido (avermelhado-marrom). Com a sua permanência na área de contato e sua ação abrasiva aumenta a deterioração das superfícies.

Engrenagens paradas podem ser afetadas se foram expostas à vibrações oriundas das estruturas ao seu redor, como aquelas que ocorram durante o transporte. [ISO 95]

 Corrosão de contato pode ser reduzida ou eliminada através do uso dos produtos REWITEC® (Imagem 8).



FADIGA DAS SUPERFÍCIES

Dano das superfícies devido as tensões repetidas nas superfícies e sub-superfícies. É caracterizado pela remoção de metal e formação de cavidades. Danos deste tipo são classificados como danos por fadiga e não por desgaste. [ISO 95]

- Estanca a propagação dos danos em superfícies já previamente danificadas através da aplicação de REWITEC®. (Imagem 9)



Imagem 9:
Fadiga da superfície em pista de rolamento

PITTING (FORMAÇÃO DE CAVIDADES)

Fadiga é causada pelo contato rolando ou pelo contato misto rolando-deslizando entre duas superfícies. Partículas se desprendem das áreas afetadas, deixando cavidades espalhadas por toda a superfície. [ISO 95]

A imagem 10 de um flanco de dente, mostra a evolução das cavidades em sua superfície.

- Pitting pode ser estancado, reduzido ou até evitado com a aplicação dos produtos REWITEC®.

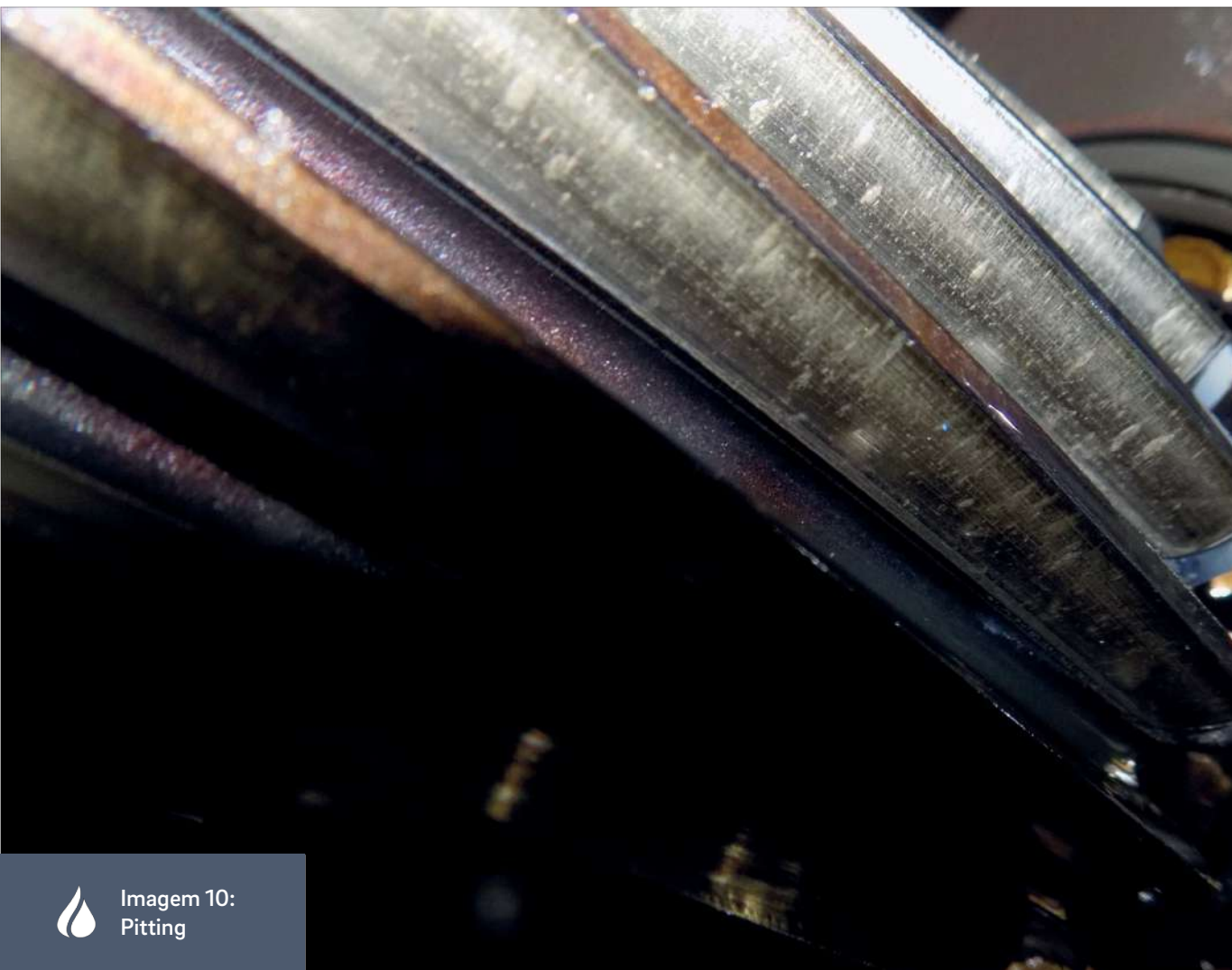
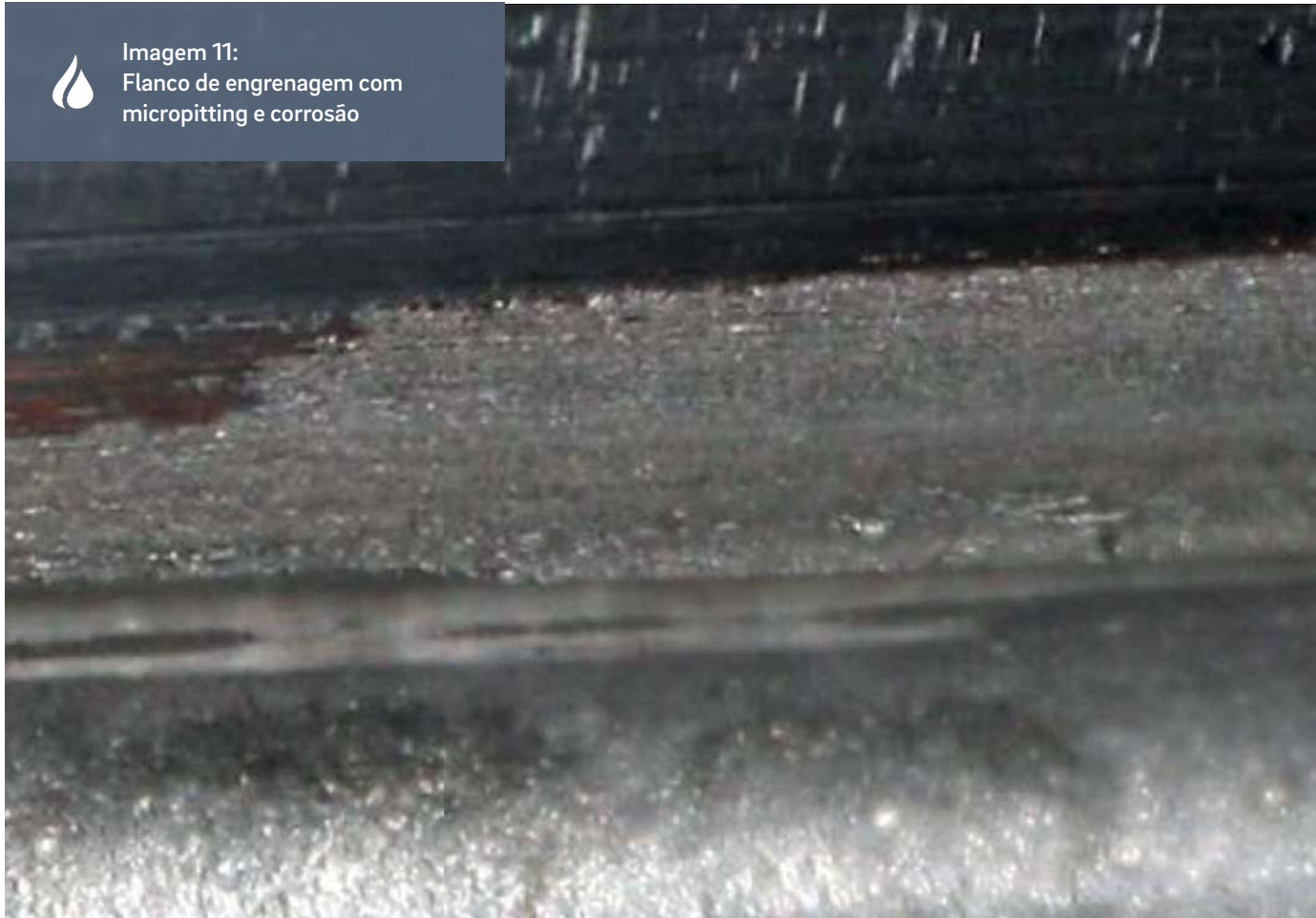


Imagem 10:
Pitting



Imagem 11:
Flanco de engrenagem com
micropitting e corrosão



MICROPITTING

Degradação das superfícies de trabalho de dentes de engrenagens, ocorrendo quando a espessura do filme de lubrificação é insuficiente para a carga. Ampliado, densas manchas de micro concavidades ou micro-fissuras são visíveis. A imagem 11 mostra extensos danos de micropitting na área do pé do dente.


 Pitting pode ser estancado, reduzido ou até evitado com a aplicação dos produtos REWITEC®.




Imagem 12:
Flake pitting em flanco de dente



FLAKE PITTING (DESPRENDIMENTO EM LASCAS)

Dano de superfície caracterizada por desprendimento de pequenas lascas de metal em áreas relativamente largas, deixando cavidades rasas com uma profundidade mais ou menos constante, com o formato de um triângulo invertido. Típico são lascas visíveis nos flancos ativos de um engrenamento com elevada curvatura. Esta engrenagem sofreu sobrecargas pesadas, que levaram aos danos que podem ser observados na imagem 12. [ISO 95]

-  Reduz danos ou estanca a sua propagação em superfícies já previamente danificadas através da aplicação de REWITEC®. (Imagem 16).



Os seguintes danos em elementos de rolamentos não podem ser reparados através da aplicação com REWITEC®, mas a sua propagação pode ser desacelerada ou até estancada, para efetuar a troca em durante um período de pouco vento / parada programada.

- 🔧 Estanca a propagação de danos em superfícies já previamente danificadas (Imagem 13).

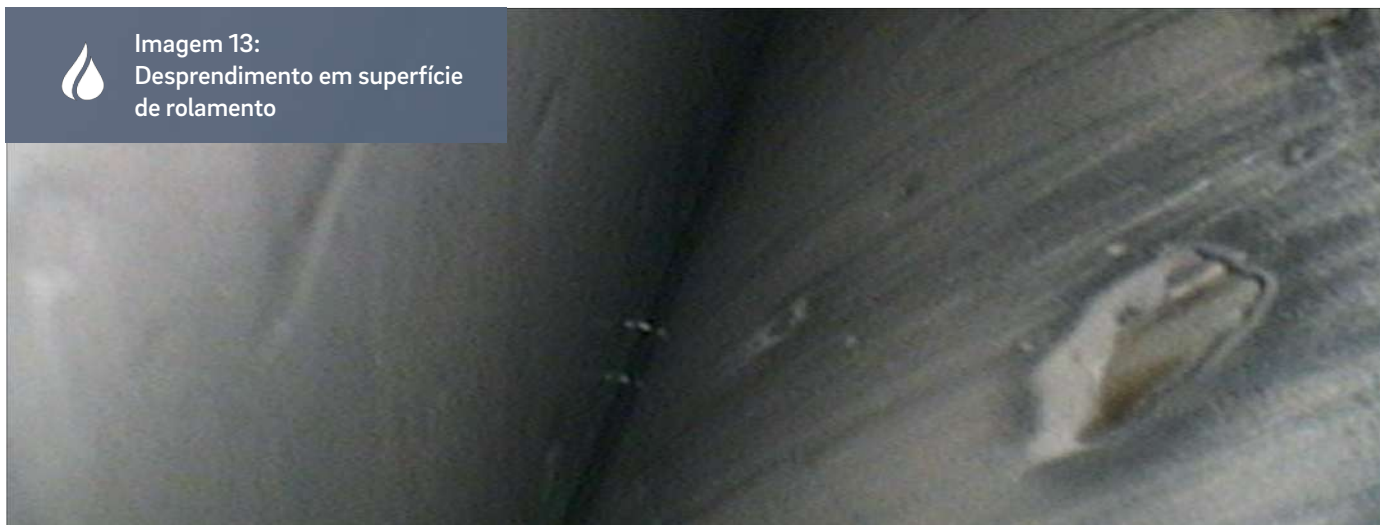


Imagem 13:
Desprendimento em superfície
de rolamento

O diagnóstico do anel interno de um rolamento de rolos cilíndricos através de uma boroscopia evidenciou uma fissura. A imagem nº 18 mostra o dano resultado de fadiga tribológica e de uso.

- 🔧 Estanca a propagação de danos em superfícies já previamente danificadas (Imagem 14)



Imagem 14:
Fissura na superfície da pista interna
de um rolamento de rolos cilíndricos

As imagens nº 15 e 16 de um relatório de boroscopia mostram spalling (esboroamento) em um rolamento.

- Estanca a propagação de danos em superfícies já previamente danificadas (Imagem 19)



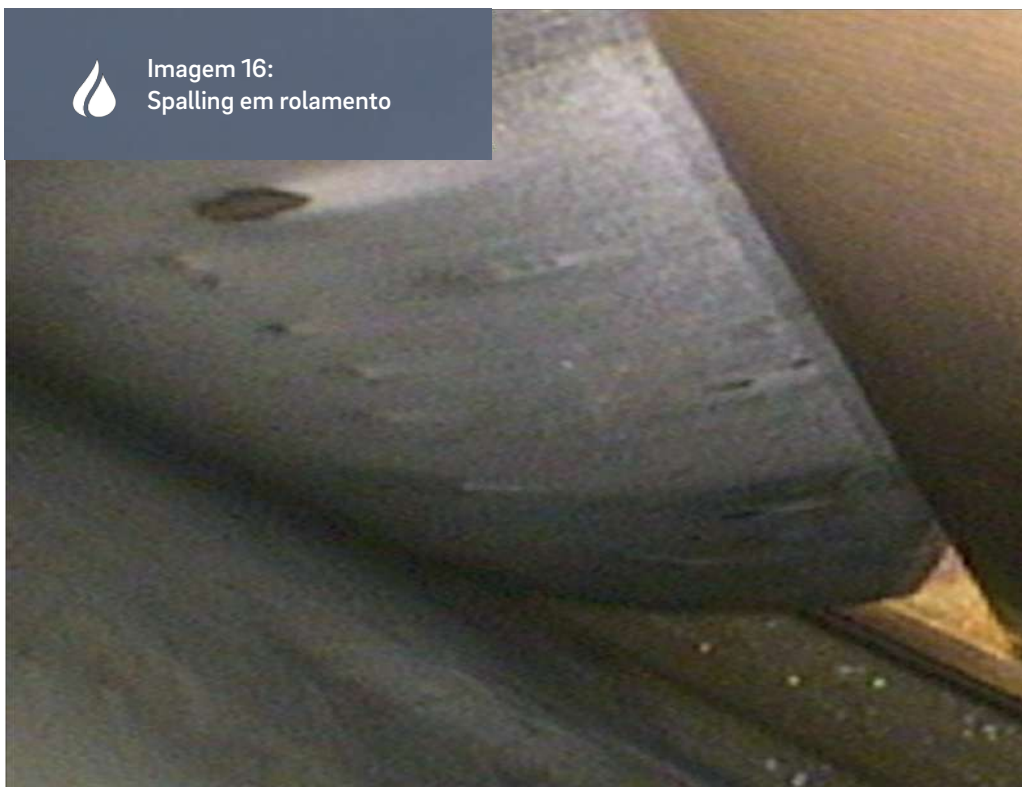
Imagem 15:
Spalling em rolamento



- Estanca a propagação de danos em superfícies já previamente danificadas (Imagem 20)



Imagem 16:
Spalling em rolamento



Triplicar a vida útil.

REWITEC® DuraGear® W100 influencia positivamente de forma expressiva a vida útil de turbinas eólicas - números recentes comprovam.

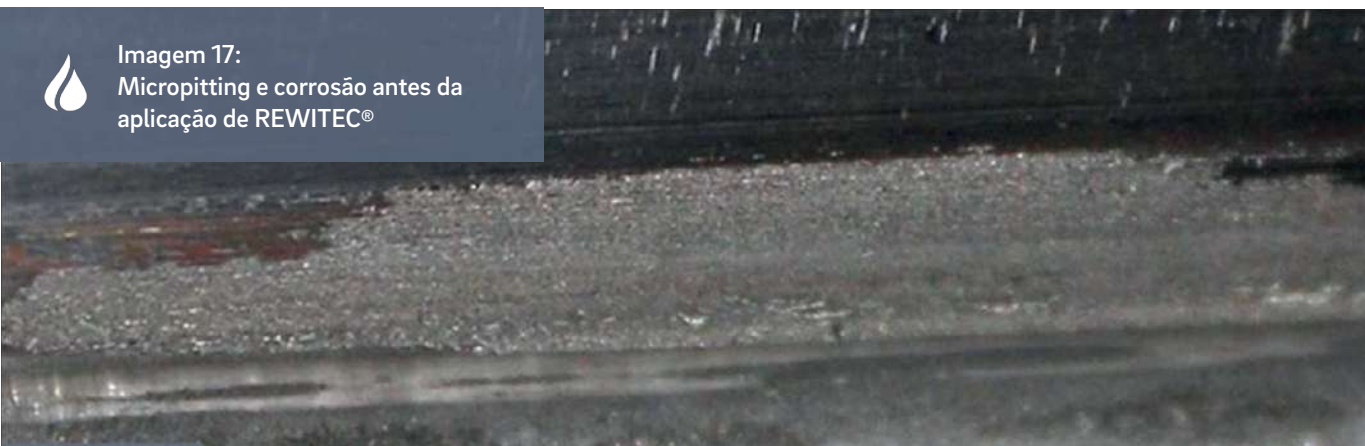


4. Comparação antes/depois

A imagem nº 17 mostra micropitting e corrosão antes da aplicação do aditivo para tratamento de superfícies REWITEC® DuraGear® W100:



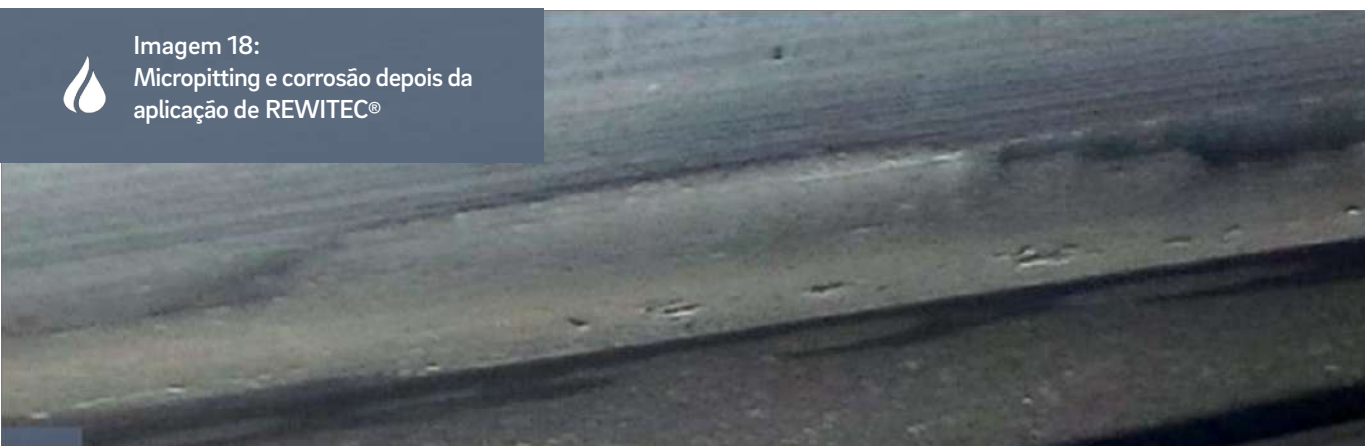
Imagem 17:
Micropitting e corrosão antes da aplicação de REWITEC®

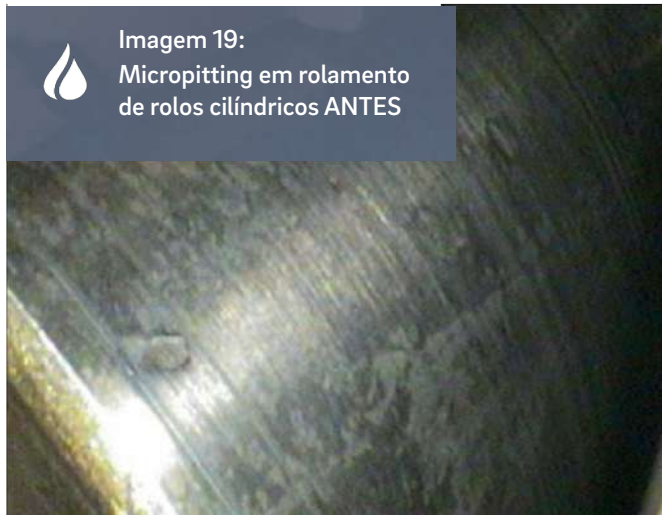


A imagem nº 18 mostra o mesmo local após da aplicação com 6 meses de operação :



Imagem 18:
Micropitting e corrosão depois da aplicação de REWITEC®





As imagens 19 e 20 mostra micropitting em um rolamento de rolos cilíndricos antes/depois da aplicação com Rewitec. As imagens foram retiradas de um relatório boroscópico.

A imagem da boroscopia 21 mostra os danos no segundo estágio da roda sol antes da aplicação e a imagem 22 o resultado seis meses depois - houve redução do scuffing e uma superfície mais fosca.





Imagem 23: Micropitting em rolamento planetário ANTES



Imagem 24: Micropitting em rolamento planetário DEPOIS



Micropitting em rolamento planetário. Antes o micropitting é bem evidente, depois somente traços de micropitting podem ser observados (imagens 23 e 24).

Imagem 25: Rolamento de rolos cilíndricos apresentando micropitting elevado Como resultado do tratamento os elementos rolantes foram significativamente melhorados – um fino filme cinzento nas superfícies substituiu o micropitting (imagem 26).



Imagem 25: Micropitting em elemento de rolamento ANTES



Imagem 26: Micropitting em elemento de rolamento DEPOIS

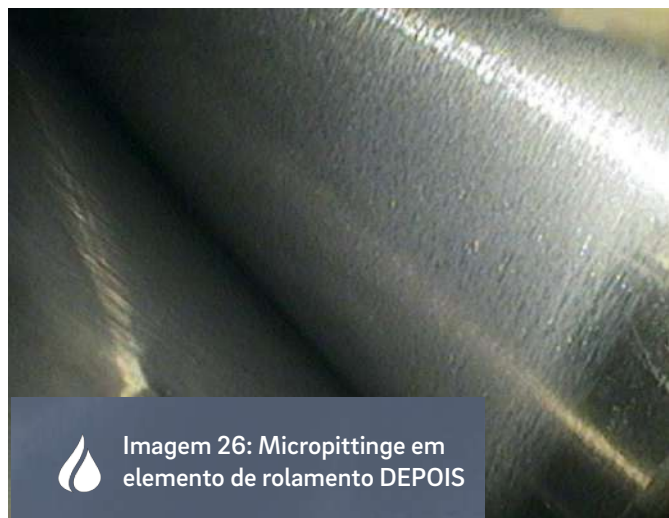




Imagem 27: rolo em rolamento planetário ANTES



Imagem 28: rolo em rolamento planetário DEPOIS



As duas imagens 27 e 29 mostram as superfícies danificadas dos componentes de um rolamento em uma turbina eólica GE 1.6 MW ANTES do tratamento, e as imagens 28 e 30 DEPOIS.

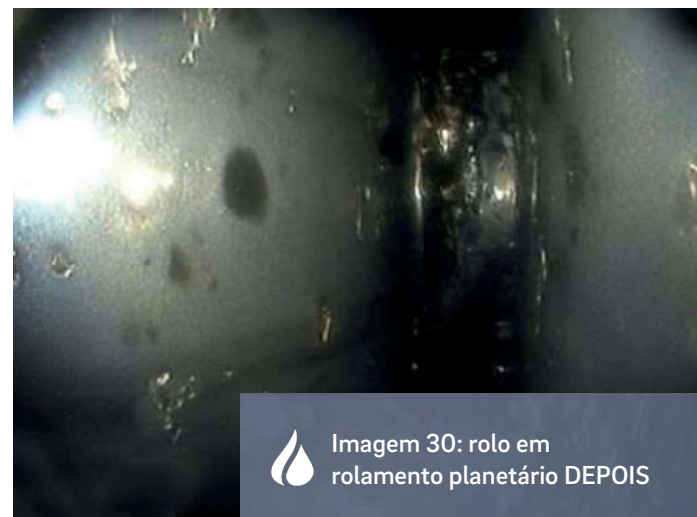
Os elementos rolantes apresentavam danos consideráveis das suas superfícies. Por isto o proprietário procurou uma solução temporária antes de substituir toda a engrenagem, optando por REWITEC's® DuraGear® W100. Houve aumento da vida útil do gear box por aproximadamente 12 meses.



Imagem 29: rolo em rolamento planetário ANTES



Imagem 30: rolo em rolamento planetário DEPOIS



Comparação de micropitting através das impressões das superfícies (decalque - REWITEC® Replica-Kit) abaixo de um microscópio de varredura a laser.



Imagem 31:
Micropitting ANTES do
tratamento com REWITEC®

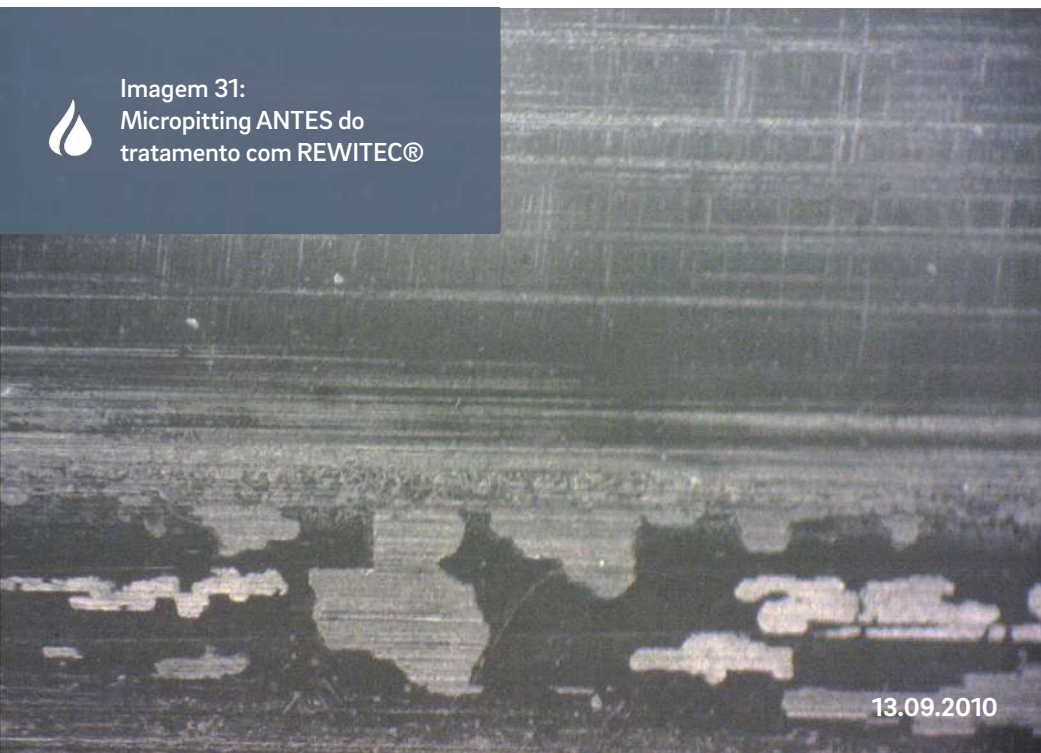
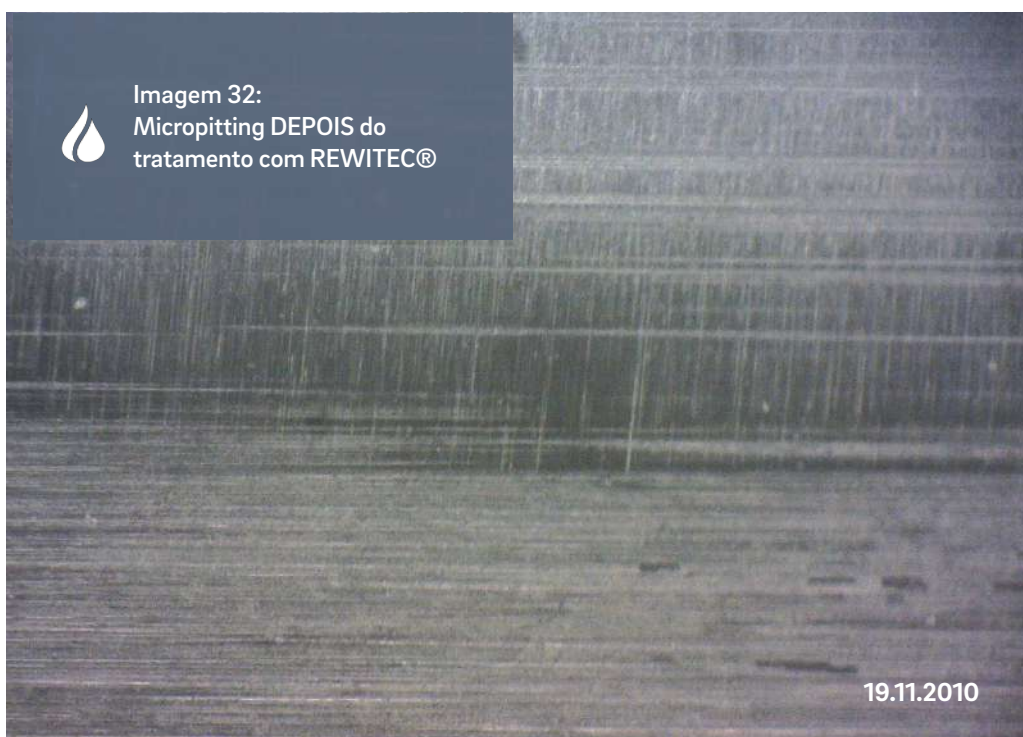


Imagem 32:
Micropitting DEPOIS do
tratamento com REWITEC®





5. Impressões das superfícies (decalque)

EXEMPLOS PRÁTICOS DE APLICAÇÃO: GE 1.5 SL

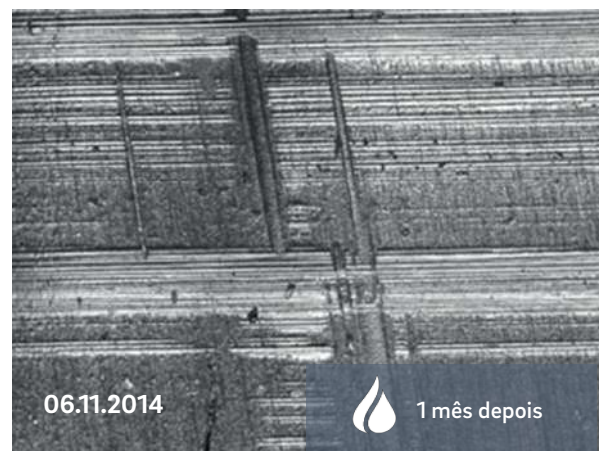
As impressões a seguir foram examinadas debaixo de um microscópio confocal a laser com aumento 20X, mostrando sempre exatamente a mesma região de um dente.

Evolução do desgaste no dente de um gearbox Bosch Rexroth (GE 1.5 Sl) durante um período de 2 anos.



Oberflächenrauheit

- $R_a = 7,606 \mu\text{m}$
- $R_z = 238,547 \mu\text{m}$



Oberflächenrauheit

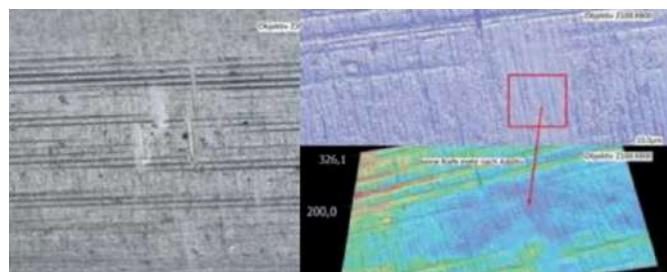
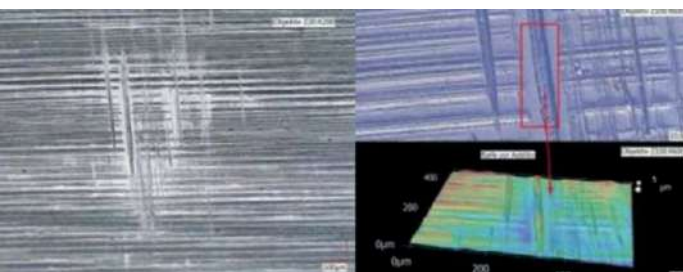
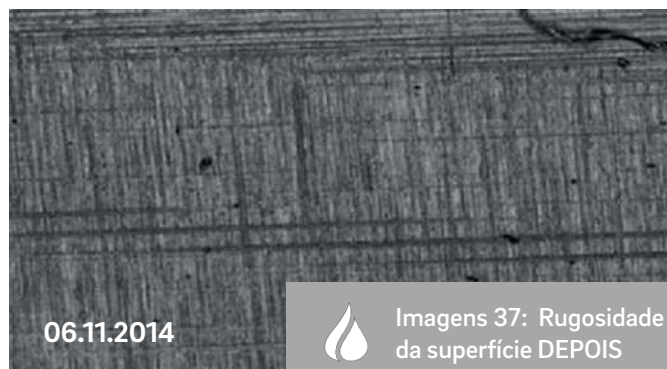
- $R_a = 3,464 \mu\text{m}$
- $R_z = 133,443 \mu\text{m}$

Redução da rugosidade da superfície R_a em até 54%.



EVOLUÇÃO DE DANOS EM UM GEARBOX BOSCH- REXROTH DURANTE UM PERÍODO DE DOIS ANOS

As impressões a seguir foram examinadas debaixo de um microscópio confocal a laser com aumento 20X, mostrando sempre exatamente a mesma região de um dente.



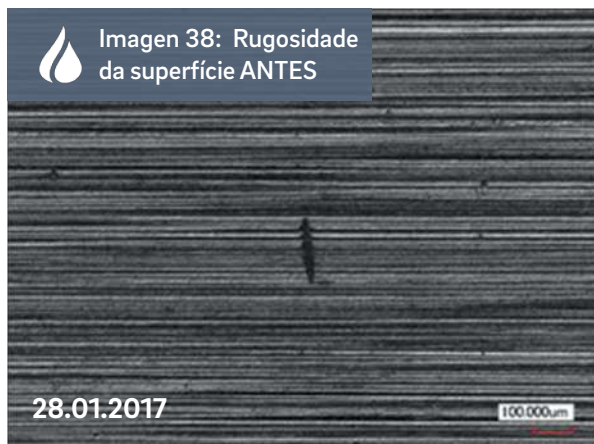
Danos por abrasão após 4 semanas e 2 anos

- Redução da rugosidade e força de atrito
- Melhora do padrão de desgaste
- Carga reduzida





EVOLUÇÃO DE DANOS EM UM GEARBOX BOSCH- REXROTH



Rugosidade das superfícies antes:

- $R_a = 9,287 \mu\text{m}$
- $R_z = 286,979 \mu\text{m}$
- $R_q = 13,739 \mu\text{m}$

Rugosidade das superfícies depois:

- $R_a = 6,849 \mu\text{m}$ (redução em até 26%)
- $R_z = 239,675 \mu\text{m}$ (redução em até 16%)
- $R_q = 10,702 \mu\text{m}$ (redução em até 22%)



6. Resumo

Comprovado cientificamente, testado na prática. O futuro para engrenagens e rolamentos.

A tecnologia inovadora é ideal para atender as necessidades da indústria, especialmente mas não somente no ramo da geração de energia eólica, protegendo efetivamente contra o desgaste. Fabricantes renomados, operadores, empresas de O&M e seguradoras já estão em cooperação conosco, usando os produtos REWITEC® regularmente. Os aditivos de tratamento baseados em nano partículas comprovam o seu efeito em todos os tipos de engrenagens e rolamentos. O processo de melhoramento das superfícies já se inicia no primeiro uso. Assim, superfícies são restauradas parcialmente e vibrações em engrenagens e rolamentos são evitadas ou reduzidas de forma significativa. Esta funcionalidade e modo de ação foram comprovadas através de pesquisas científicas e laudos independentes.

Leva as suas engrenagens e rolamentos de volta ao um estado bem perto do novo. Menos atrito e uma rugosidade reduzida das superfícies significa menos desgaste, maior vida útil e menos tempo parado.



Risk
Safety



7. Glossário

DESGASTE ABRASIVO

Remoção gradual do material de uma ou várias superfícies através de abrasão.

FALHA

Falha ou dano, impedindo a engrenagem ou o rolamento de cumprir o seu objetivo concreto.

FISSURA / FRATURA

Propagação de uma fissura até a separação completa.

FADIGA

Fadiga mecânica é o fenômeno de ruptura progressiva de materiais sujeitos a ciclos repetidos de tensão ou deformação abaixo das áreas de contato.

CORROSÃO UMIDA

Reação química que ocorre quando água / umidade ou uma outra substância química evapora em uma superfície metálica, podendo assim oxidar com o oxigênio..

MICROPITTING

Micropitting é o fenômeno que ocorre em áreas de componentes metálicos sujeitos a grandes esforços. Ocorre principalmente em engrenagens de redutores. Micropitting ocorre quando no contato de dois componentes com grandes cargas existem altas velocidades de deslizamento e junto com película lubrificante reduzida.

PITTING

É o termo genérico de um tipo de dano localizado, ocorrendo na forma pequenos buracos, crateras ou cavidades. As causas de pitting incluem fadiga das superfícies, corrosão e endentações causadas por impurezas.

CORROSÃO

Reação química, que desintegra um metal através da oxidação.

ATRITO

É a força de contato que atua sempre que dois corpos entram em choque e há tendência ao movimento. É gerada pela aspereza (rugosidade) dos corpos. A força de atrito é sempre paralela às superfícies em interação e contrária ao movimento relativo entre eles.

MARCAS DE PARADA (FALSE BRINELLING)

Ranhas pequenas nas pistas de rolagem ou em flancos de dentes por contato metal/metal com lubrificação insuficiente.. Causadas por micro-movimentos repetitivos (vibrações) dos corpos rolantes / flancos dos dentes.

DESGASTE

A remoção gradual de material da superfície.

IMPUREZAS

Partículas sólidas ou líquidas que contaminam o sistema e alteram ou impedem o seu funcionamento.

8. Anexo

ANÁLISE DAS SUPERFÍCIES ATRAVÉS DE IMPRESSÕES (DECALQUE)

Para poder analisar as superfícies de engrenagens e rolamentos, pesquisamos continuamente através de diversos métodos de medição e análises os benefícios do uso dos nossos produtos. É possível executar uma parte destas medições diretamente nos equipamentos dos clientes, sem parar o equipamento por muito tempo. Conclusões precisas sobre a qualidade do tratamento são obtidas através das análises das superfícies. Neste caso se retira uma ou mais impressões (decalque) das superfícies dos flancos de dentes ou dos rolamentos através do REWITEC® Replica Kit, e posteriormente analise-as.

Para a confecção de uma impressão de um flanco de dente, inicia-se primeiro uma verificação visual por um dos nossos técnicos qualificados. Devidamente limpas e marcada com tinta resistente à óleo, se retira as impressões (decalque) das superfícies dos flancos dos dentes ou dos rolamentos, para análise microscópica posterior. Se adiciona o produto REWITEC® e após aproximadamente 500 horas se repete a retirada das impressões uma segunda vez para a comparação Antes/Depois. As impressões resultantes são analisadas e avaliadas através de microscópio de luz ou laser ou microscópio confocal. Graças ao REWITEC® Replica Kit se pode analisar rugosidades com uma resolução de até 0,1 µm. Os resultados e imagens das superfícies são documentadas e juntadas ao relatório de aplicação e disponibilizadas para o cliente.



Imagem 42:
Aplicador do REWITEC® Replica kit

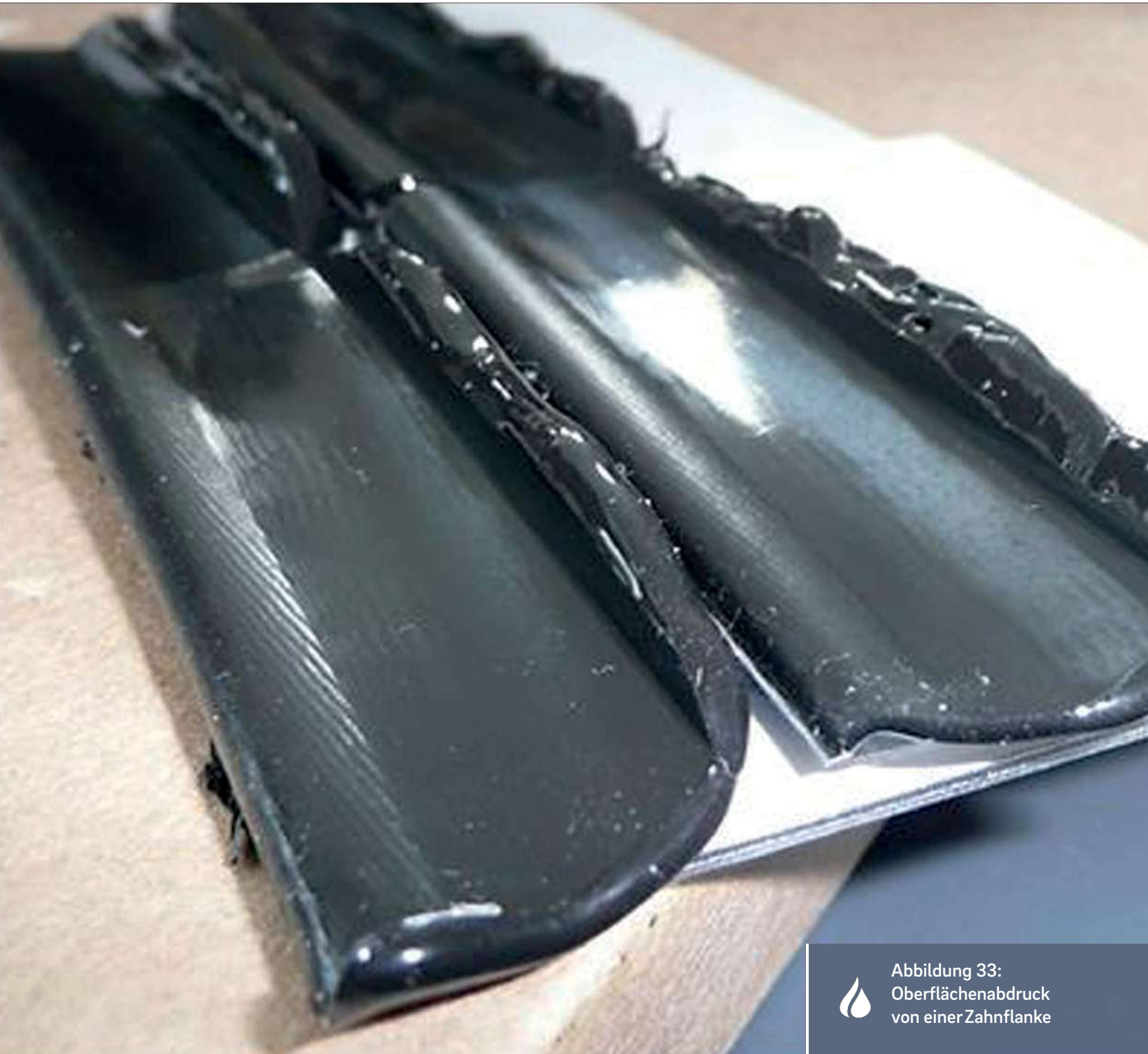
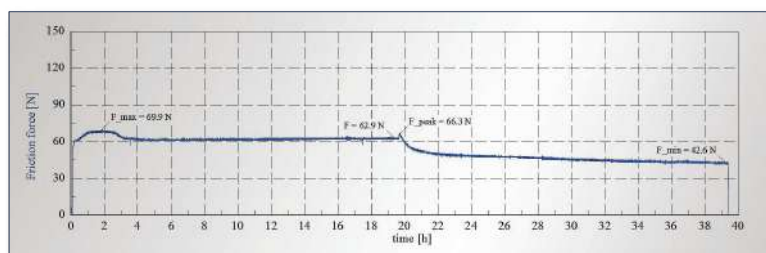


Abbildung 33:
Oberflächenabdruck
von einer Zahnflanke

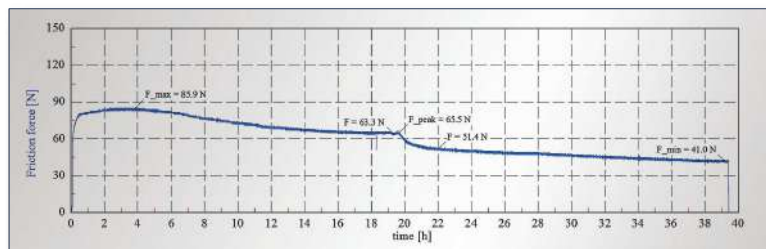
PESQUÍAS CIENTÍFICAS

O Centro de Competência de Tribologia da Universidade de Mannheim pesquisa em uma bancada de teste de 2 discos o comportamento de discos de aço em relação ao atrito e desgaste, além dos revestimentos e as características de lubrificantes em esforços rolantes. Graças ao método de análise moderno, é possível registrar os dados digitalmente de forma contínua.

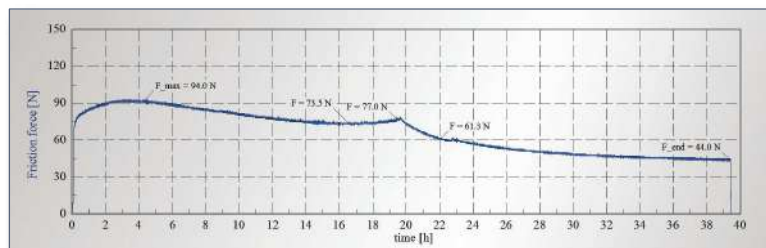
Castrol Optigear Synthetic X320



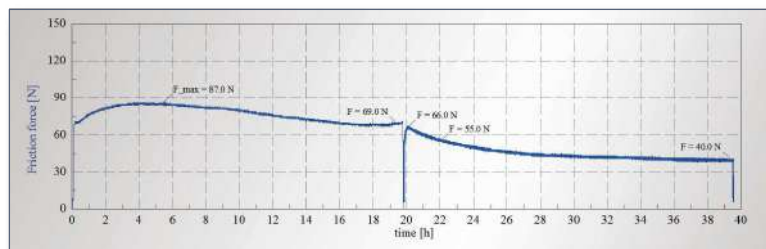
Mobilgear SHC XMP320



Klübersynth GEM



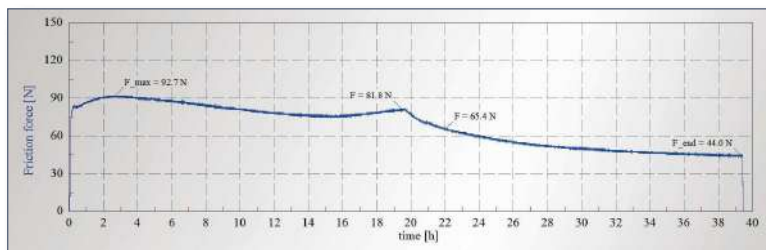
Fuchs Unisyn CLP 320





PESQUÍAS CIENTÍFICAS - continuação

Amsoil PTN 320



Shell Omala S4 GX 320

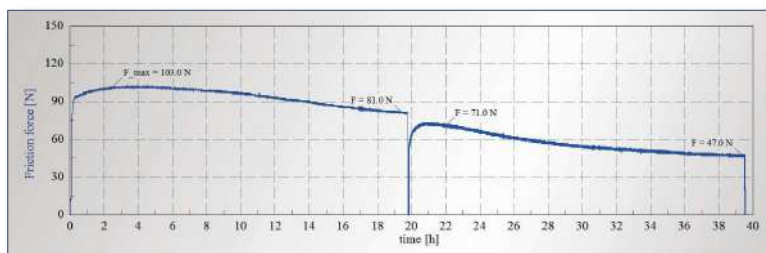


Imagem 43: Síntese da redução da força do atrito em óleos lubrificantes

	Marca de óleo	Castrol Optigear Synthetic X320	Mobilgear SHC XMP 320	Klübersynth GEM 4-320N	Fuchs Unisyn 320	Amsoil PTN 320	Shell Omala S4 GX 320
Resultados das Medições	R _a antes [µm]	0,22 µm	0,22 µm	0,22 µm	0,22 µm	0,22 µm	0,22 µm
	R _a depois [µm]	0,129 µm	0,123 µm	0,100 µm	0,109 µm	0,180 µm	0,165 µm
	R_a Redução [%]	41%	44%	54%	50%	18%	25%
	R _z antes [µm]	2,00 µm	2,00 µm	2,00 µm	2,00 µm	2,00 µm	2,00 µm
	R _z depois [µm]	1,52 µm	1,18 µm	0,91 µm	1,02 µm	1,51 µm	1,42 µm
	R_z Redução [%]	24%	41%	55%	49%	25%	29%
	Força de atrito, antes	62,9 N	63,3 N	73,5 N	69,0 N	81,8 N	81,0 N
	Força de atrito, depois	42,6 N	41,0 N	44,0 N	44,0 N	44,0 N	47,0 N
	Redução do atrito	33%	35%	40%	36%	46%	42%

Manual de uso

REWITEC® DuraGear® W100

Para o tratamento de gearbox e rolamentos em geradores de energia eólica

- O revestimento REWITEC® permite a recuperação de superfícies metálicas danificadas (Micropitting, Pitting, Erosões etc.) em gearbox e rolamentos.
- Caso filtros de óleo com malha <30 µm estejam instalados, os mesmos devem ser desligados, transpostos ou substituídos por filtros com malha <30 µm, durante o tempo do tratamento. É extremamente importante de observar as informações sobre os filtros mais adiante!
- A dosagem é 1 l DuraGear® W100 por cada 100 l de volume de óleo lubrificante.
- Trocas de óleo devem ser efetuadas não antes de 500 horas após do tratamento.
- Em caso de dúvidas ou sugestões, estamos a sua disposição pelo o nosso e-mail suporte@rewitec.com.br ou pelo telefone (027) 99235 2008.

Aplicação

1. A transmissão deve ter temperatura ambiente e deve ter funcionada durante pelo menos 30 minutos O concentrado de revestimento REWITEC® deve ter temperatura ambiente.
2. Durante o tratamento, eventualmente filtros de óleo devem ser desligados, transpostos ou substituídos, quando:
 - Filtros ≥30 µm substituir por um filtro novo ou pelo filtro fornecido *)
 - Desligar eventuais filtros <30 µm por 500 horas de funcionamento.
3. Agitar bem a(s) garrafa(s) antes do tratamento por pelo menos 1 minuto.
4. Despejar a metade do conteúdo da(s) garrafa(s) dentro do óleo lubrificante. Fechar a(s) garrafa(s) novamente e agite por mais 1 minuto. Despejar em seguida o conteúdo restante ao óleo lubrificante. O gearbox deve funcionar pelo menos por 30 minutos.
5. O processo de revestimento estará concluído após aproximadamente 500 horas (20 dias). Durante este tempo o óleo lubrificante não deverá ser trocado. O filtro fino que eventualmente foi desativado, pode ser ativado novamente.

Recomendações de segurança:

Manter fora do alcance das crianças. Não ingerir o líquido. Evitar o contato com a pele. Pode ser ligeiramente irritante para os olhos. Lave os olhos abundantemente com água e se a irritação persistir, consulte um médico. Não despejar dentro ou colocar perto de uma chama aberta.

Armazenamento:

Armazenar o produto sempre na vertical e em temperatura ambiente.

Durante a aplicação de REWITEC® as análises de óleo poderão apresentar um aumento do teor de silício (Si) em até aprox. 150 ppm, contudo do ponto de vista técnico inócuos.

*) Observações sobre filtros: O material filtrante usado ≥40µm tem que ser de malha de arame DRG ou papel MIC.
(Teste de filtrabilidade da empresa MAHLE de 10.02.14) • Salvo falhas e erros de impressão. • QI 17/11

Escanear o código QR e
carregar o centro do
download em
www.rewitec.com.



Informações do Produto REWITEC[®] DuraGear[®] W100

Produto: REWITEC[®] DuraGear[®] W100
Descrição: Concentrado para revestimento de transmissões em sistemas de geração de energia eólica
Unidade: Garrafa (1.000 ml)



Dados Técnicos*

Descrição:	REWITEC concentrado de revestimento cinza grafite
Cor:	-21°C
Ponto de gota:	285°C
Ponto de fulgor:	892 kg/m ³
Densidade em 15°C:	não
Solúvel em água:	223 mm ² /s
Viscosidade em 40°C:	1 ltr. DuraGear [®] W100 por cada 100 ltr. de volume de óleo
Dosagem:	

* dependendo do óleo base usado, pequenas variações podem ocorrer

Propriedades do produto:

- Redução do atrito em rolamentos e transmissões em até 33%*
- Redução das temperaturas em transmissões e rolamentos em até 20%*
- Redução da rugosidade em superfícies metálicas em até 50%*
- Redução de atrito e desgaste e condicionamento de superfícies metálicas em atrito
- Prevenção de micro-corrosão
- Redução de vibrações e ruídos
- Proteção douradora contra desgaste
- Melhora a resistência contra erosão
- Otimização significativa das propriedades originais de material
- Melhora da película lubrificante e do funcionamento emergencial (em caso de perda de óleo)
- Recondicionamento das superfícies durante o funcionamento (sem tempo parado)
- Redução ou respetivamente prevenção dos custos com horas paradas
- Redução de peças de reposição
- Aumento da vida útil das transmissões tratadas

* Ensaios sobre desgaste em rolamentos da bancada de testes de 2 discos do centro de competência de Tribologia da Universidade de Mannheim 09/2012.

Informações do Produto

Graxa especial REWITEC[®] GR 400

Produto: REWITEC[®] GR 400
Descrição: Graxa para altas temperaturas
(polialfaolefina POA) para rolamentos
Embalagem: cartucho (400 g)



Dados Técnicos*

Descrição:	Graxa sintética para altas temperaturas para rolamentos, mancais, guias, fusos cremalheiras etc.
Cor:	cinza
Classe NLGI:	2
Óleo base:	PAO (POLIALFAOLEFINA) com espessantes inorgânicos
Densidade em 20° C:	880 kg/m ³
Viscosidade do fluido base em 40° C:	460 mm ² /s
Escala de temperaturas:	-50° C até +200° C
Escala de temperatura (temporariamente):	até +220° C
Resistência à oxidação (100 h - 99° kPa):	<35 kPa
Ponto de gota:	>250° C

* dependendo do óleo base usado, pequenas variações podem ocorrer

Propriedades do produto:

- Redução do atrito
- Redução das temperaturas
- Redução da rugosidade das superfícies metálicas
- Redução do atrito e desgaste
- Recuperação das superfícies metálicas em atrito
- Protege contra corrosão e desgaste
- Ótima aderência e resistência à água
- Excelente capacidade de absorção de pressão
- Previne Micro Pittings
- Redução de vibrações e ruídos
- Aumenta a resistência contra abrasões
- Otimiza as características originais do material
- Melhora a película lubrificante e a capacidade de funcionamento emergencial (na perda de lubrificante)
- Evita ou reduz os custos de máquina parada
- Reduz os custos com peças de reposição
- Aumenta a vida útil dos rolamentos tratados

REWITEC GmbH • Dr.-Hans-Wilhelmi-Weg 1 • D-35633 Lahnau • Geschäftsführer: Stefan Bill
Telefon: +49 (6441) 445 99-0 • Telefax: +49 (6441) 445 99-25 • E-Mail: info@rewitec.com

Importador e Distribuidor para o Brasil: German-Tec Dist. Ltda.
Av. Getúlio Vargas 285 • Loja 33 • Glória • 29122-030 Vila Velha (ES) • Brasil
Tel. +55 (27) 30773012 • Fax: +55 (27) 30623336 • E-Mail: info@rewitec.com.br

t t
t r t t



Créditos Fotográficos

Imagens Nr. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 & 17 cortesia da empresa Deutsche Windtechnik Service GmbH & Co. KG; Imagem Capa/Contracapa: Shutterstock

Índice Bibliográfico

ANSI/AGMA 1010-F14 Aparência de dentes de engrenagens – Terminologia de desgaste e falha
DIN 50320:1979-12 (Observação: Este projeto foi retirado) Desgaste: Termos, análise sistemática do processo de desgaste, classificação de fenômenos de desgaste
ISO 10825:1995 Engrenagens – Desgaste e danos a dentes de engrenagens - Terminologia
ISO 15243:2004 Rolamentos – Danos e falhas- Termos, características e causas

Editor e direitos autorais:

REWITEC® GMBH

A reprodução, mesmo parcial, será permitida somente indicando a fonte, com o envio prévio de uma cópia, e da autorização por escrito da REWITEC GmbH.

As informações contidas neste documento baseiam-se em nossa experiência geral e nossos conhecimentos no momento da publicação. É nosso intuito proporcionar ao leitor dotado de conhecimentos técnicos com dicas para possíveis aplicações. Contudo, as informações não incluem quaisquer garantias explícitas de propriedades e não garantem a aptidão do produto para casos individuais específicos. O usuário não é isento de testar o produto escolhido antes da aplicação.

Todos os dados são valores de referência, baseados na estrutura dos lubrificantes, na aplicação pretendida e na tecnologia de aplicação. Por influência do estresse mecânico, químico e térmico, os lubrificantes dependendo da pressão e do tempo, alteram as suas características técnicas. Estas alterações podem afetar o funcionamento de componentes. Recomendamos consultar-nos individualmente sobre a aplicação pretendida e sempre providenciar amostras para testes.

Os produtos da REWITEC GmbH passam por desenvolvimentos contínuos. Portanto a REWITEC GmbH reserva-se o direito de alterar todos os dados deste documento a qualquer momento sem aviso prévio.

REWITEC GmbH

Dr.-Hans-Wilhelmi-Weg 1
35633 Lahnau

Contato:

Telefon: +49(0)6441/44599-0
Telefax: +49(0)6441/44599-25
E-Mail: info@rewitec.com

Registereintrag: Eintragung im Handelsregister.
Registergericht: Amtsgericht Wetzlar
Registernummer: HRB 4846

Importador e Distribuidor Exclusivo no Brasil German-Tec Distribuidora Ltda.


Av. Getúlio Vargas 285, LJ 33, Glória
29122-030 Vila Velha (ES) – BRASIL

Contato:

Telefone: +55(27) 3077 3012
Telefax: +55(27) 3336 3012
E-Mail: info@rewitec.com.br

Registro da empresa:
Junta Comercial do Espírito Santo JUCEES
sobnº NIRE 32600025809





As amplas possibilidades de aplicações e os efeitos positivos dos nossos produtos convencem os nossos clientes

Dipl.-Ing. Stefan Bill, CEO da REWITEC GmbH



REWITEC GmbH
Dr.-Hans-Wilhelmi-Weg 1
35633 Lahnau

Telefon: +49(0)6441/44599-0
Telefax: +49(0)6441/44599-25
E-Mail: info@rewitec.com

www.rewitec.de



Importador e Distribuidor
exclusivo para o Brasil
German-Tec Distribuidora Ltda.
Av. Getúlio Vargas 285, Loja 33
Shopping 4 de março, Glória
29122-030 Vila Velha ES Brasil

Telefons: +39(0)27/3077 3012
E-Mail: info@rewitec.com.br

www.german-tec.com.br