



□
GG MAX





GG MAX HIDUCTILITY

Aços com alta resistência e alta tenacidade que permitem redução de peso em peças e componentes. Tal característica só é atingida devido aos níveis superiores de resistência ao escoamento e resistência ao impacto promovidos pelo refino de grão em aplicações sem tratamento térmico.

Em aços para cementação, o refino de grão promove melhoria de performance em fadiga.



PRODUTOS

BARRAS LAMINADAS REDONDAS SEM ACABAMENTO, BARRAS LAMINADAS REDONDAS DESCASCADAS, DESCASCADAS E RETIFICADAS DE 25,40mm ATÉ 76,20mm.

EQUIVALÊNCIAS

SAE 10XX, SAE 10BXX, SAE 41XX, SAE 43XX, SAE 51XX, SAE com teor de carbono entre 0,10% e 0,30%.
DIN C10, DIN C15, DIN C20, DIN C30, DIN 16MnCr5, DIN 20MnCr5, DIN 20CrMo4, DIN 17NiCrMo7-6,
DIN 20NiCrMo2.

PRINCIPAIS APLICAÇÕES

- Componentes com e sem processamento a quente posterior;
- Exemplos: eixos, engrenagens, fixadores, entre outros.

CARACTERÍSTICAS

- Adição de elementos microligantes;
- Tecnologia de processamento de aço diferenciada;
- Grãos mais refinados e homogêneos.

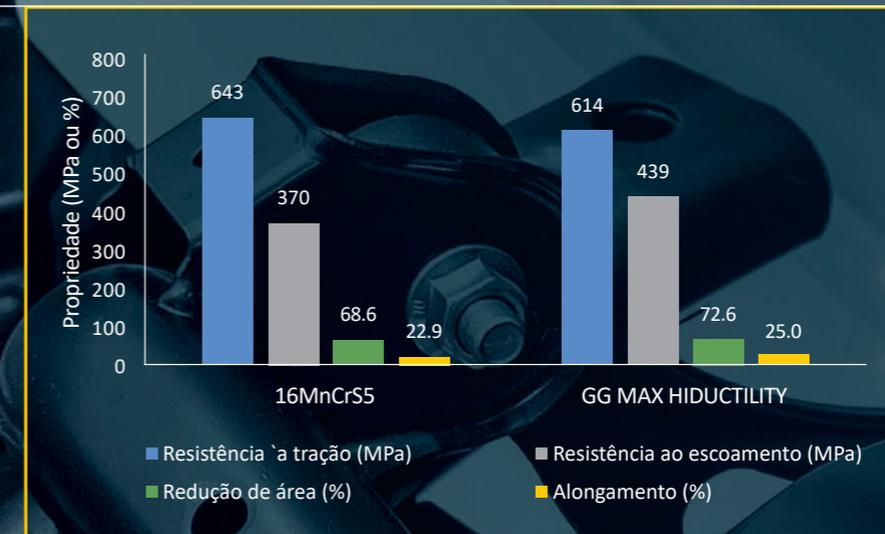
COMPOSIÇÃO QUÍMICA

AÇO	C	Mn	Si	P	S	Cr	ELEMENTOS MICROLIGANTES
DIN 16MnCrS5 H	0,14 - 0,19	1,00 - 1,30	0,40 max	0,025 max	0,020 - 0,040	0,80 - 1,10	Al
GG MAX HIDUCTILITY	0,14 - 0,19	1,00 - 1,30	0,40 max	0,015 max	0,020 - 0,040	0,80 - 1,10	Al, Nb, Ti

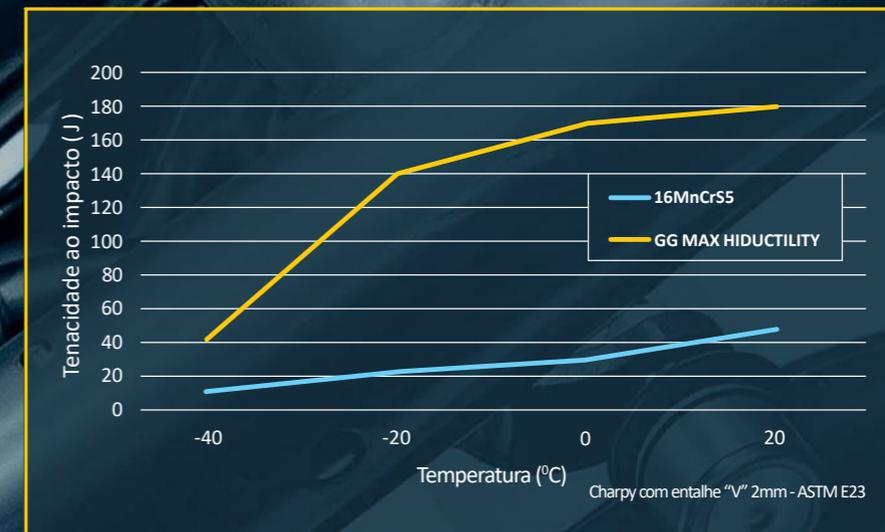
PROPRIEDADES MECÂNICAS

GG MAX HIDUCTILITY apresenta propriedades mecânicas diferenciadas em função de uma combinação de um processamento termomecânico especial e composição química. Mais informações podem ser vistas nos gráficos abaixo. Resistência ao escoamento e tenacidade ao impacto em temperatura ambiente apresentam aumentos de 18% e 333%, respectivamente, quando comparados ao 16MnCrS5+H. Tenacidade ao impacto também apresenta boa performance até -40° C, em função do refino de grão do **GG MAX HIDUCTILITY**.

PROPRIEDADES MECÂNICAS DO GG MAX HIDUCTILITY



TENACIDADE AO IMPACTO DO GG MAX HIDUCTILITY



MICROESTRUTURA

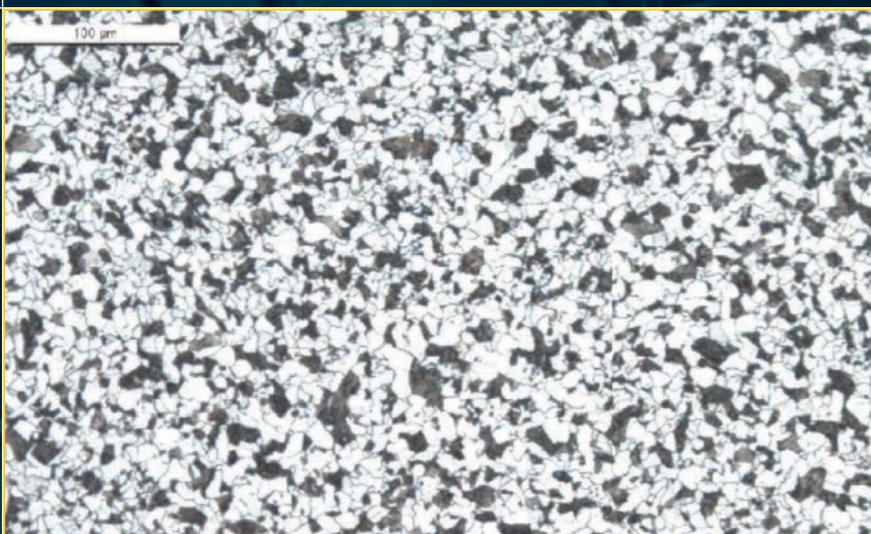
Refino de grão é a chave para o **GG MAX HIDUCTILITY**, e este benefício pode ser utilizado em aplicações sem tratamento térmico e cementados.

Para aplicações sem tratamento térmico, uma redução do tamanho médio de grão de 2 ASTM pode ser obtida (ASTM E112).

DIN 16MNCRS5 H



GG MAX HIDUCTILITY



* micrografias em 200x atacadas com Nital 2%.

Para aços para cementação, uma redução no tamanho de grão austenítico médio de ASTM 8,5 para ASTM 9,5 (ASTM E112) pode ser atingida. DIN 16MnCrS5+H e o GG MAX HIDUCTILITY foram cementados a 930°C por 7 horas, temperados em óleo a partir de 870°C e revenido a 180°C.

DIN 16MNCRS5+H



GG MAX HIDUCTILITY



* micrografias em 200x atacadas com Ácido Pírico 2%.

GG MAX MACHINITY

Suas Principais Aplicações.

Parafusos, prisioneiros, fixadores em geral, pinos, buchas e bicos, etc.



PRODUTOS

BARRAS LAMINADAS REDONDAS, QUADRADAS E HEXAGONAIS; FIO-MÁQUINA REDONDO E HEXAGONAL, BARRAS TREFILADAS, BARRAS DESCASCADAS.

EQUIVALÊNCIAS

SAE 1117 até SAE 1151, SAE 1212, SAE 1213, SAE 1215, SAE 12L14,

DIN 11SMN30, DIN 11SMN37, DIN 11SMNPB30, DIN 9SMN28, DIN 11SMNPB37

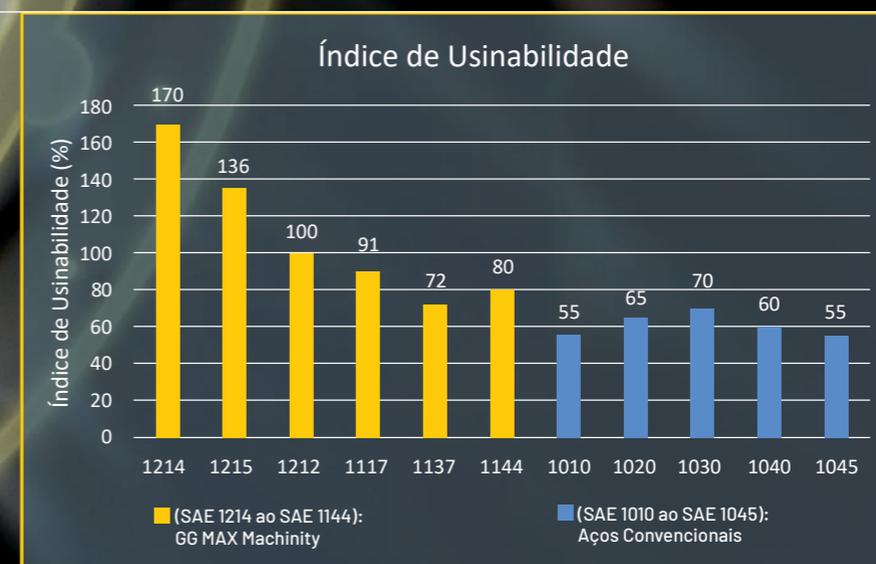
CARACTERÍSTICAS

Aços com característica de usinabilidade melhorada devido à adição de elementos químicos específicos.

PRINCIPAIS ATRIBUTOS

- Adição de elementos químicos específicos;
- Menor volume de cavaco;
- Maior Produtividade;
- Menor desgaste das ferramentas;
- Autolubrificação.

GRÁFICOS COM ÍNDICES DE USINABILIDADE

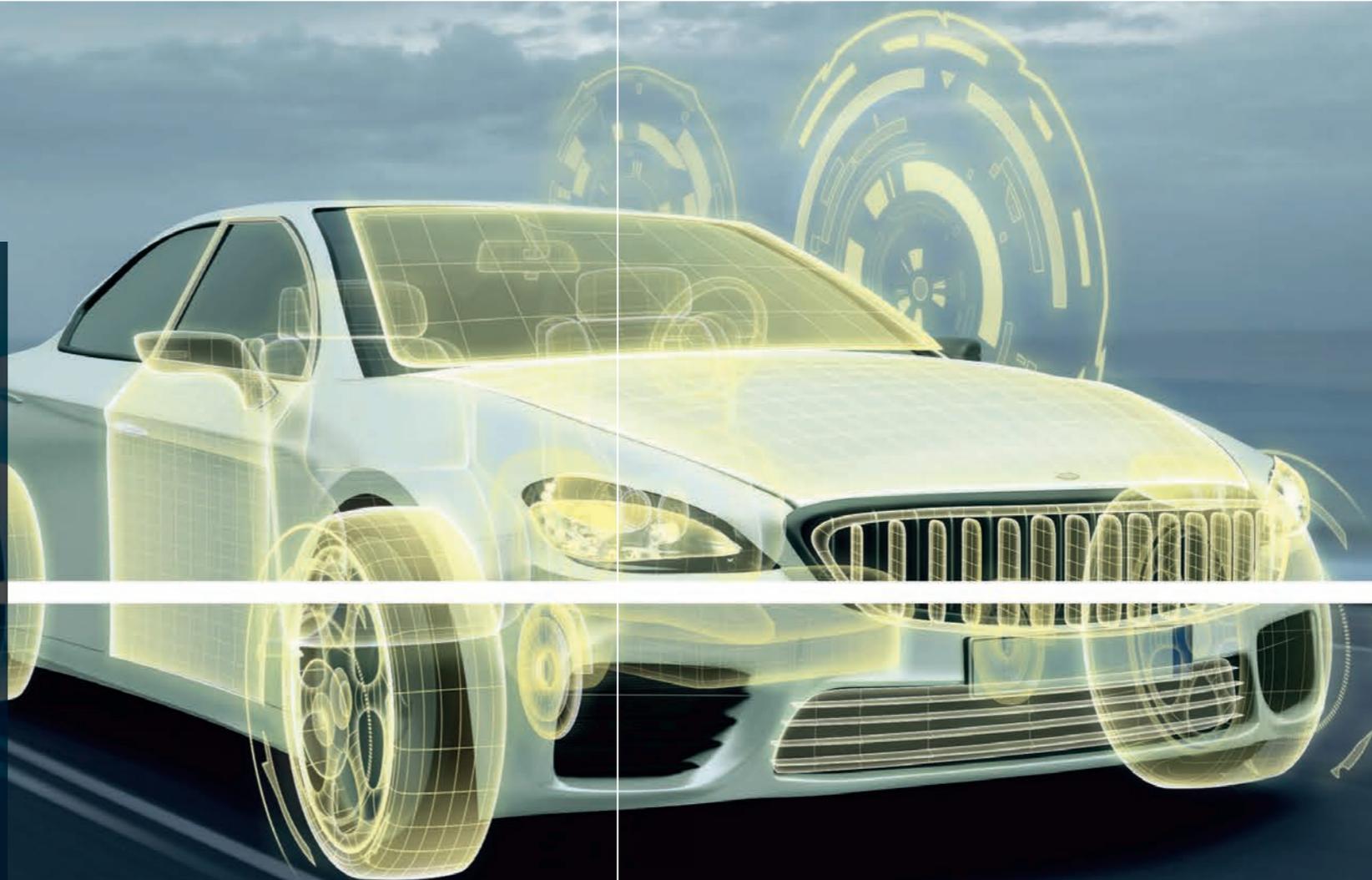


Índice de usinabilidade (baseado em índice de usinabilidade de 100% do aço SAE 1212, ASM Metals Reference Book Third Edition)

GG MAX CLEANITY

Tecnologia para reduzir a quantidade, tamanho e MODIFICAR a composição química de inclusões com o objetivo de aumentar a vida em fadiga. Essa é a linha de produtos com aços pensados para dar resposta aos requisitos cada vez mais restritos para rolamentos de cubo de roda, engrenagens e componentes que requeiram elevada vida em fadiga; de maneira competitiva e robusta.

A tendência de redução de peso em veículos é um motivador fundamental para essa aplicação e aumentando a resistência do material, podemos diminuir a espessura do componente. Há um controle diferenciado de processos de aciaria para garantir o grau de limpeza exigido para esta aplicação.



EQUIVALÊNCIAS

DIN 100Cr6, SAE 52100, DIN 25MoCr4, SAE 4122, C56E2, G55LS, S53C, SAE 9254 (DIN 54SiCr6)

CARACTERÍSTICAS

- Tecnologia de processamento de aço diferenciada;
- Elevado grau de limpeza inclusionária;
- Melhoria de performance em fadiga.

PRINCIPAIS APLICAÇÕES

- Rolamentos
- Engrenagens
- Componentes de alta resistência (LR>1400MPa) que requerem elevada vida em fadiga.

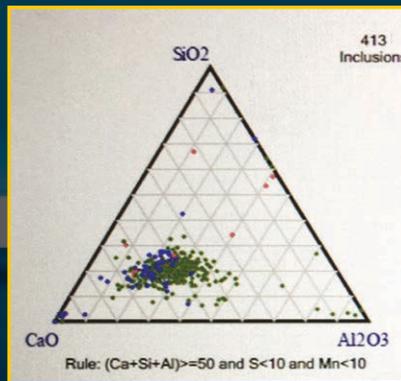
PROPRIEDADES MECÂNICAS

Os rolamentos são uma aplicação muito crítica porque sofrem um esforço de fadiga de contato que tem as trincas iniciadas em inclusões sub-superficiais. Essa linha de produtos é composta por aços com microinclusões menores, em nível controlado e com composição química favorável para que o produto tenha elevada vida em fadiga para a aplicação em questão. Com essa combinação, consegue-se melhorar o desempenho e alcançar a propriedade mecânica desejada. O controle de microinclusões visa aumento de resistência à fadiga.

ANÁLISE DE MICROINCLUSÕES

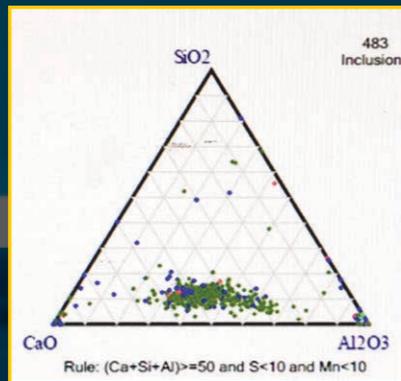
Microinclusões são analisadas ao longo do processo com SEM/EDS (Microscópio Eletrônico de Varredura e Espectrometria por Dispersão de Elétrons) com o analisador de inclusões automatizado ASPEX. O microscópio ASPEX permite visualizar quais os tipos, quantidades e dimensões de inclusões formadas durante o processo, utilizando diagramas ternários que representam os óxidos formados em cada vértice do triângulo. Abaixo, segue exemplo da evolução do teor de microinclusões ao longo do processo:

CaO.SiO₂.Al₂O₃



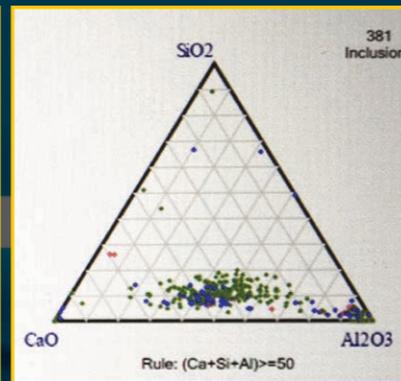
Classes	Total #	Inclusões /mm ²
C12A7	193	1.92
C3A	81	0.81
CaS Other	55	0.55

CaO.SiO₂.Al₂O₃



Classes	Total #	Inclusões /mm ²
CA	183	1.82
C12A7	163	1.62
CA2	36	0.36

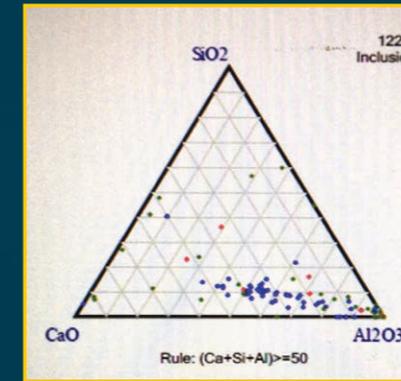
CaO.SiO₂.Al₂O₃



Classes	Total #	Inclusões /mm ²
CA	157	1.56
Spinel Pure	75	0.75
C12A7	45	0.45

Análise de amostras do refino secundário e lingotamento durante o processo.

CaO.SiO₂.Al₂O₃



Classes	Total #	Inclusões /mm ²
Spinel Rich	43	0.86
Spinel Pure	33	0.66
CA2	15	0.30

Análise de amostra do produto final.

ESTRUTURA DE PESQUISA

Equipamento de Ultrassom por Imersão de Alta Frequência de 10 a 50 MHz: o princípio do ensaio se baseia em induzir por meio de um emissor ondas ultrassônicas que se propagam através do material que desejamos analisar. Pelo eco captado no receptor, determina-se a existência ou não de descontinuidades no mesmo.

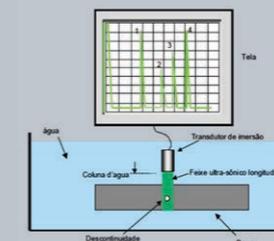
É um dos principais métodos de avaliação da limpeza inclusionária para controle do processo, desenvolvimento e homologação. Principalmente no controle de aços rolamentos que necessitam baixo nível inclusionário e alta resistência mecânica. O Equipamento faz a varredura automaticamente, gerando um relatório com a localização das descontinuidades encontradas, à partir da calibração realizada.

Equipamento de Ultrassom por Imersão de Alta Frequência

SEM/EDS (Microscópio Eletrônico de Varredura e Espectrometria por Dispersão de Elétrons) com o analisador de inclusões automatizado ASPEX



Princípio de funcionamento do equipamento



GG MAX PARABOLER

Essa linha de produtos tem a adição de elementos microligantes, cujos objetivos principais são: refino de grão, endurecimento por precipitação e aumento de temperabilidade, que proporcionam aumento de resistência mecânica. Tais propriedades possibilitam a fabricação de componentes menos espessos e mais leves. Maior grau de limpeza do aço, aumentando a vida em fadiga.

Produtos de elevada qualidade superficial e redução de decarbonetação, para maior efetividade das tensões residuais compressivas aplicadas na etapa de shot peening pelo cliente, visando o aumento de vida do componente submetido a esforços cíclicos de fadiga.

PRODUTOS

BARRAS CHATAS LAMINADAS EM VÁRIOS PERFIS (PERFIL "C", CANTO MOLA, CANTO REDONDO) SEM TRATAMENTO TÉRMICO.

EQUIVALÊNCIAS

DIN 51CrV4, DIN 52CrMoV4, SAE 5160,
SAE 51B60, SAE 6150, SAE 6150 + Nb, SAE 9260

PRINCIPAIS APLICAÇÕES

■ Molas parabólicas para veículos pesados

CARACTERÍSTICAS

- Adição de elementos microligantes;
- Tecnologia de processamento de aço diferenciada;
- Grãos mais refinados;
- Melhoria de performance em fadiga.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

AÇO	C	Mn	Si	P	S	Cr	NI	Mo	Cu
GG MAX PARABOLER	0,48 - 0,56	0,70 - 1,10	0,0 - 0,40	0 - 0,025	0 - 0,025	0,90 - 1,20	0 - 0,120	0,15 - 0,30	0 - 0,25

PROPRIEDADES MECÂNICAS

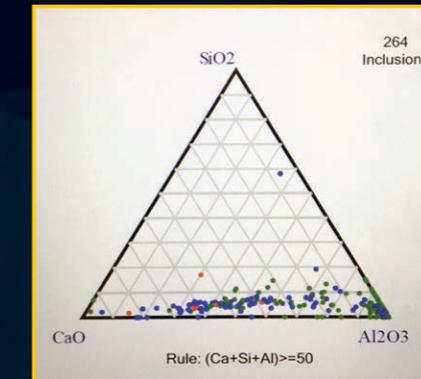
GG MAX PARABOLER apresenta propriedades mecânicas diferenciadas em função de um processamento controlado em aciaria e elevada qualidade superficial das barras acabadas, que proporcionam aumento de resistência à fadiga. A adição de elementos microligantes proporciona refino de grão e endurecimento por precipitação, assim como aumento de temperabilidade, proporcionando aumento de resistência mecânica. Mais informações podem ser vistas nas figuras abaixo.

Comparação entre refino de grão do GG MAX PARABOLER e do concorrente; comparativo de nível de microinclusões entre o 52CrMoV4 e o GG MAX PARABOLER.

ANÁLISE DE MICROINCLUSÕES

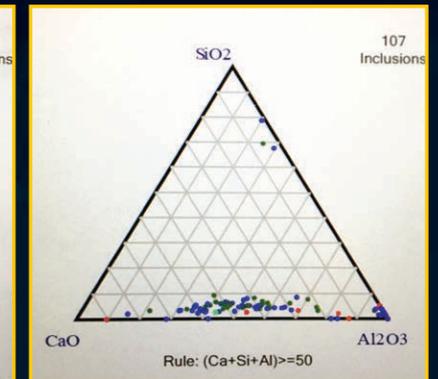
Microinclusões são analisadas ao longo do processo com SEM/EDS (Microscópio Eletrônico de Varredura e Espectrometria por Dispersão de Elétrons) com o analisador de inclusões automatizado ASPEX. O microscópio ASPEX permite visualizar quais os tipos e quantidades de inclusões formadas durante o processo, utilizando diagramas ternários que representam os óxidos formados em cada vértice do triângulo.

CaO.SiO₂.Al₂O₃



52CrMoV4
Análise de microinclusões

CaO.SiO₂.Al₂O₃



GG MAX PARABOLER
Análise de microinclusões

Também é realizada a análise de limpeza inclusionária segundo a norma ASTM E45: o valor máximo de inclusões permitido aparece na linha "Especificação" e os resultados experimentais na linha "GG MAX PARABOLER". Os tipos de microinclusões aparecem na parte superior da tabela abaixo:

ASTM E45	SULFETO		ALUMINA		SILICATOS		ÓXIDOS GLOBULARES	
	FINA	GROSSA	FINA	GROSSA	FINA	GROSSA	FINA	GROSSA
ESPECIFICAÇÃO	2	1,5	2	1,5	2	1,5	2	1,5
GG MAX PARABOLER	1	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5

MICROESTRUTURA

O refino de grão obtido pela adição de elementos microligantes pode ser observado nas figuras abaixo, com um comparativo do DIN 52CrMoV4 do mercado e do GG MAX PARABOLER

DIN 52CRM0V4



GG MAX PARABOLER

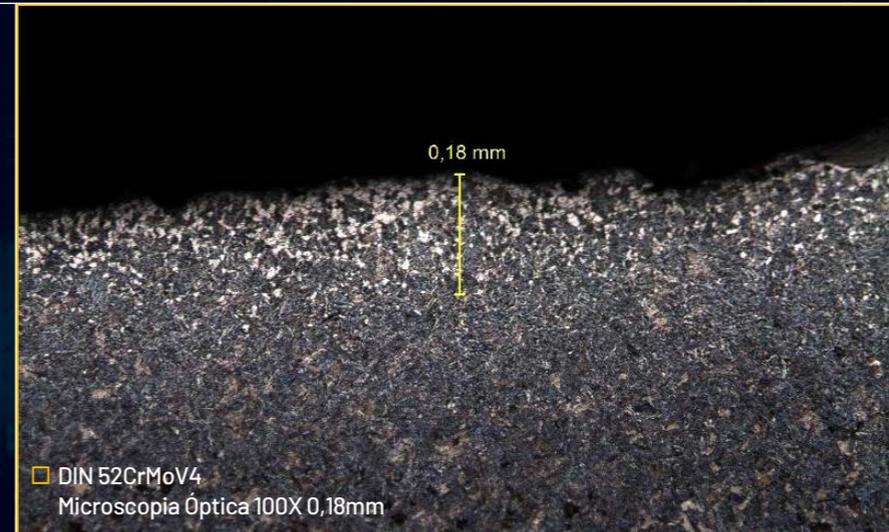


* micrografias em 100x atacadas com Nital 2%.
*Magnification of 100x. Nital 2%.

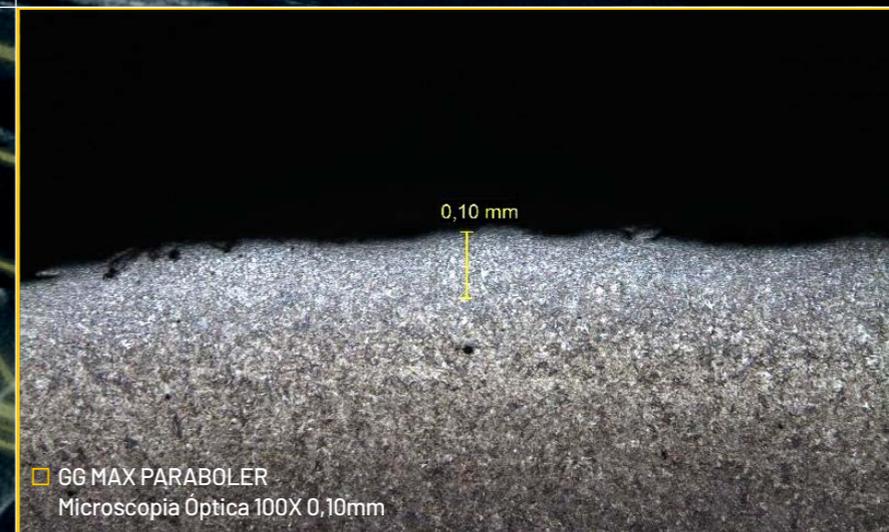
QUALIDADE SUPERFICIAL

A qualidade superficial reduz o aparecimento. Em menor nível, ela reduz o aparecimento de defeitos subsuperficiais que podem causar a falha prematura dos componentes em fadiga e promove maior eficácia das tensões compressivas aplicadas na etapa de shot peening. Abaixo vemos a comparação de decarbonetação superficial do DIN 52CrMoV4 do mercado e do GG MAX PARABOLER.

DIN 52CRM0V4



GG MAX PARABOLER





GERDAU