

# **KEY<sup>®</sup> LOS 2002**

Aço pré-endurecido especial e inovador, adequado para os moldes plásticos mais exigentes também para seções extremamente grandes

## Características gerais

KeyLos® 2002 é um aço de liga pré-endurecido especial e inovador, adequado para a fabricação de moldes de injeção de tamanho grande.

O KeyLos® 2002 é obtido por meio de um processo de fabricação especial 'super limpo' e tratamentos térmicos especiais.

KeyLos® 2002 normalmente é fornecido na condição pré-endurecida com uma dureza superficial de 360-400 HB.

Para os valores de dureza detectados em produtos de tamanho padrão, a seguinte correlação é geralmente válida e garantida:

$$(HB_{\text{Superfície, mín. necessário}} - HB_{\text{Núcleo}}) \leq 20HB$$

O KeyLos® 2002 representa a síntese e o equilíbrio perfeito de todas as classes normalmente aplicadas neste campo e é adequado para uma ampla gama de aplicações na indústria de plásticos.

Graças a uma concepção precisa dos elementos de liga química e um tratamento térmico especial, o KeyLos® 2002 é caracterizado por um alto grau de endurecimento de fora a fora e é adequado no caso de dimensões muito grandes, que precisam de sua maior tenacidade equilibrada com dureza muito alta até o núcleo.

Devido ao baixo teor de carbono equivalente, o nível de soldabilidade é excelente e o KeyLos® 2002 se torna mais seguro em caso de reparo da solda.

Sendo tratado com cálcio, o KeyLos® 2002 possui um excelente nível de usinabilidade e micropureza. Por esse motivo, o KeyLos® 2002 é muito adequado para polimento e fotografação.

KeyLos® 2002 é a melhor opção para a produção de blocos com espessuras de até 1200 mm.

KeyLos® 2002 oferece as seguintes vantagens:

- excelente usinabilidade;
- excelente nível de tenacidade;
- excelente adequação para fotografação;
- excelente adequação para polimento;
- excelente adequação para nitretação, a fim de aumentar a resistência ao desgaste;
- excelente resistência ao desgaste;
- dureza homogênea interna em blocos com espessuras de até 1200 mm;
- ciclo de fabricação otimizado: do bloco de aço ao molde, sem necessidade de tratamentos intermediários;
- boa soldabilidade, melhorada com baixo teor de C.

O constante desenvolvimento de tecnologias de processamento de peças plásticas de alta qualidade requer o uso do KeyLos® 2002, graças à sua alta resistência à fadiga e ao desgaste, combinada com sua excelente homogeneidade, usinabilidade e condutividade térmica extremamente baixa.

O KeyLos® 2002 representa uma das opções mais importantes e robustas para moldes de plástico altamente resistentes e extremamente grandes que precisam de resistência à pressão muito alta, excelente resistência à abrasão e menor tempo de usinagem.

O aumento no uso de materiais sintéticos e abrasivos levou os fabricantes a usarem o KeyLos® 2002 também para adequação ao polimento e à granulagem, combinada à resistência à abrasão e à compressão.

O EskyLos® 2002 é 100% inspecionado por ultrassom, de acordo com os mais exigentes padrões NDT.

## Análise química

	Faixa	C [%]	Si [%]	Mn [%]	Cr [%]	Mo [%]	Ni [%]
	mín.	0,20	0,20	1,40	1,20	0,55	1,00
Liga [% em peso]	máx.	0,30	0,50	1,70	1,60	0,75	1,30

Tabela para comparação de classificação internacional

W. Nr. /  
Designação DIN: ≈28MnCrNiMo6-5-4

## Principais aplicações

KeyLos<sup>®</sup> 2002 é adequado para as seguintes aplicações:

Moldagem de plástico:

- moldes de médio e grande porte para a indústria automotiva;
- moldes para a indústria de alimentos;
- moldes para prensa de borracha;
- moldes de pressão (SMC, BMC);
- suportes;
- adequado para uma ampla gama de aplicações.

Extrusão:

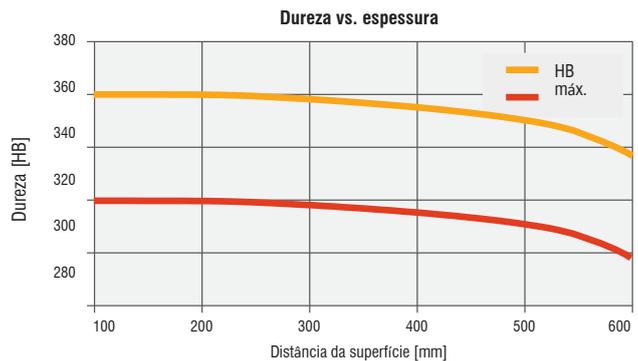
- matrizes e medidores para extrusão de PVC;
- peças mecânicas para prensas de extrusão.

## Propriedades físicas e mecânicas

*Principais propriedades físicas*

<b>KEY<sup>®</sup> LOS 2002</b>	20°C	250°C	500°C
Módulos de elasticidade [GPa] (1GPa= 1000 MPa)	210	194	176
Coefficiente de expansão térmica [10 <sup>-6</sup> /K]	-	12,5	14,3
Condutividade térmica [W/mK]	34,5	34,0	33,8

Esses valores são valores médios obtidos no meio da seção de uma barra de 1000 mm de espessura, sujeitos a endurecimento a 900°C, têmpera e revenido a 600°C.



*Propriedades mecânicas principais*

<b>KEY<sup>®</sup> LOS 2002</b>	20°C	200°C
Limite de resistência à tração (UTS) [MPa]	1,080	920
Limite de escoamento (YS) [MPa]	980	780
(A) [%]	17	-
(Z) [%]	53	-

## Tratamentos térmicos

KeyLos<sup>®</sup> 2002 é fornecido na condição pré-endurecida. Caso seja necessário obter níveis de dureza diferentes ou um ciclo de tratamento térmico, os parâmetros na tabela a seguir são recomendados.

Os dados anexados são apenas para fins informativos e devem variar dependendo da instalação de tratamento térmico e da espessura da barra.

### Recozimento pleno

Temperatura sugerida	700 °C
Tempo de encharcamento	60 min a cada 25 mm de espessura
Resfriamento	Devagar no forno a no máx 20 °C/h a <b>600°C</b> , em seguida, em temperatura ambiente

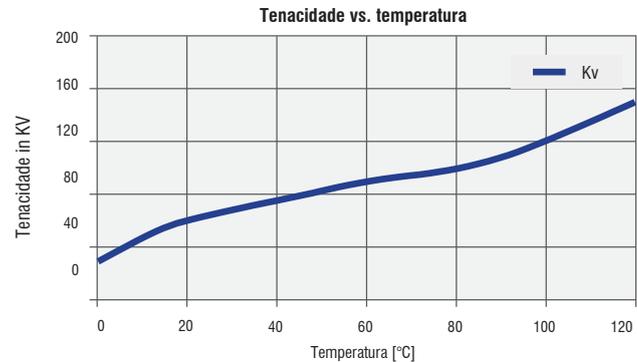
O recozimento pleno é útil para melhorar a usinabilidade. A dureza obtida é inferior a 250 HB.

### Alívio da Tensão

Temperatura sugerida	550 °C
Tempo de encharcamento	60 min a cada 25 mm de espessura
Resfriamento	Devagar no forno a no máx 20 °C/h a <b>200°C</b> , em seguida, em temperatura ambiente

Caso a temperatura sugerida seja inferior à temperatura de revenido, a temperatura de alívio da tensão será 50° C inferior à temperatura de revenido aplicada anteriormente.

O alívio da tensão é recomendado quando for necessário eliminar as tensões residuais induzidas pelo trabalho mecânico ou por um tratamento térmico anterior.



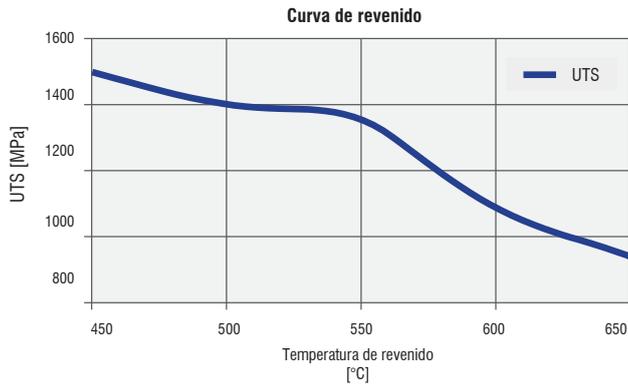
### Endurecimento

Temperatura sugerida	950 °C
Tempo de encharcamento	60 min a cada 25 mm de espessura
Resfriamento	Têmpera de polímero ou água

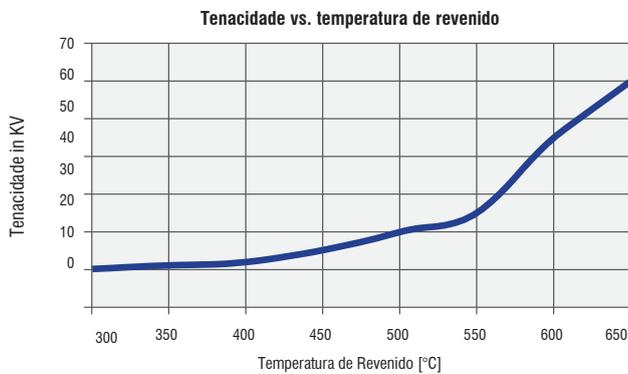
Sugerimos realizar o endurecimento do material fornecido na condição recozida e o revenido imediatamente depois.

### Revenido

Temperatura sugerida	A temperatura de revenido a ser aplicada ao material depende das propriedades mecânicas necessárias. Veja o gráfico a seguir.
Tempo de encharcamento	60 min a cada 25 mm de espessura
Resfriamento	Temperatura ambiente



Curva de revenido de uma amostra austenitizada a 950°C.



Após o revenido, sugerimos a realização de um alívio de tensão a uma temperatura inferior a 50°C.

#### Endurecimento por indução

Neste aço é possível realizar o endurecimento por indução.

Recomendamos o resfriamento à temperatura ambiente e o revenido após o endurecimento por indução.

#### Nitretação

KeyLos<sup>®</sup> 2002 é adequado para nitretação iônica e a gás. Este tratamento é muito útil para moldes ou matrizes sujeitas a aplicações de extrema tensão.

O aumento da dureza da superfície, após a nitretação, prolonga o ciclo de vida do componente.

Os modernos processos de nitretação permitem manter as dimensões originais do componente.

Recomendamos tratamento térmico do componente na condição usinada acabada.

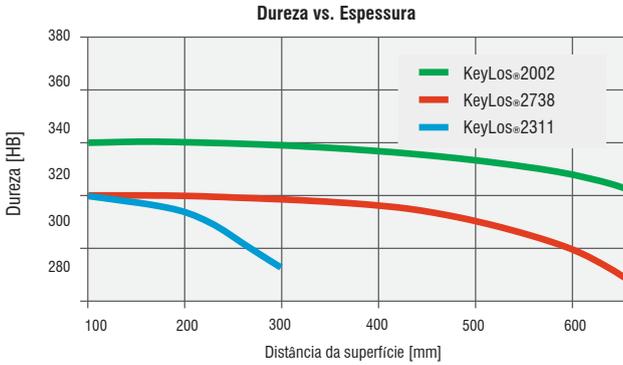
Recomendamos o seguinte ciclo de fabricação para obter os melhores resultados:

- usinagem grosseira;
- alívio da tensão;
- usinagem final;
- nitretação.

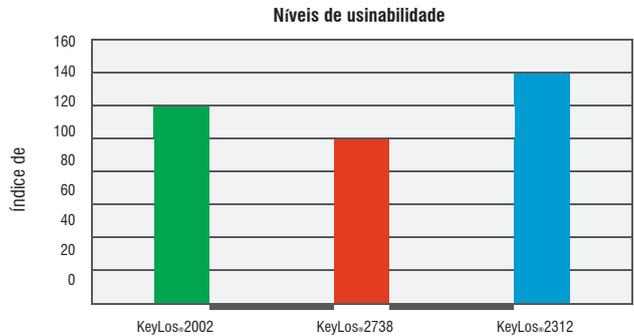
Em qualquer caso, outras propriedades podem ser analisadas e estudadas mais profundamente pela Lucchini RS mediante solicitação específica do Cliente: consulte os especialistas da Lucchini RS do Departamento MET.

## KeyLos® 2002 em comparação com outras classes

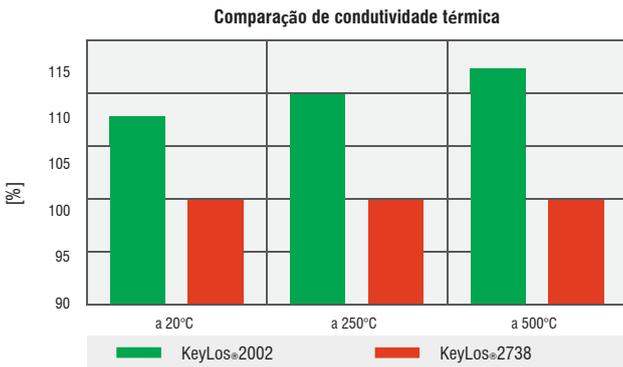
Valores médios da variação da dureza relacionados à espessura dos blocos fabricados com KeyLos® 2002, KeyLos® 2738 e KeyLos® 2311.



Níveis de usinabilidade de KeyLos® 2002, KeyLos® 2738 e KeyLos® 2312.

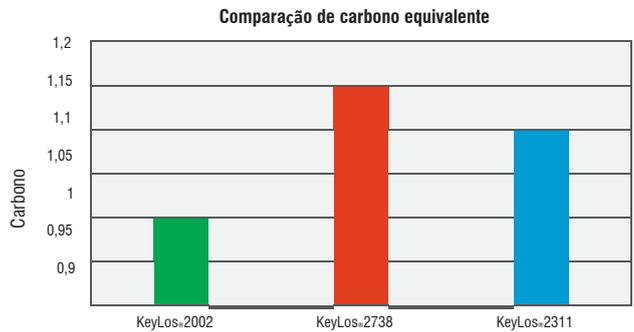


Comparação da condutividade térmica entre KeyLos® 2002 e KeyLos® 2738.

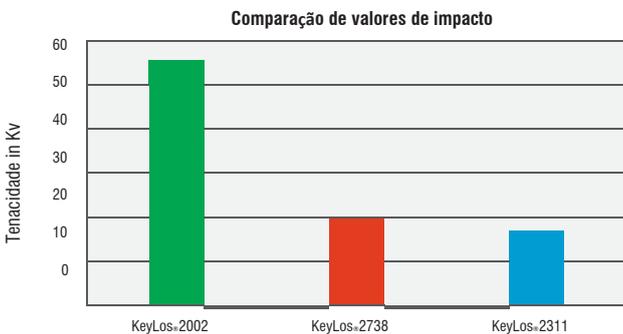


Comparação do teor de Carbono Equivalente entre KeyLos® 2002, KeyLos® 2738 e KeyLos® 2311.

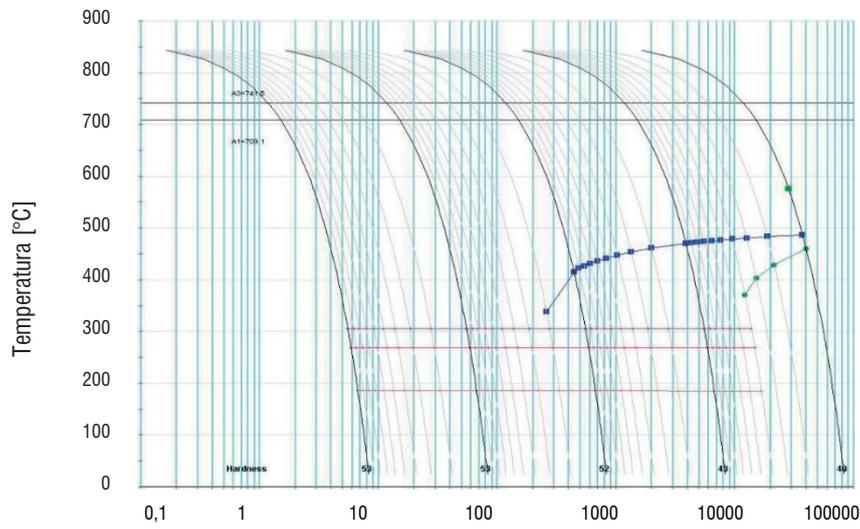
KeyLos® 2002 tem um teor de Carbono Equivalente mais baixo do que outras classes normalmente usadas neste campo. Isso implica melhor soldabilidade e baixo risco de fissuras, tornando as soldas um molde acabado mais fácil de realizar.



Comparação dos valores de impacto entre KeyLos® 2002, KeyLos® 2738 e KeyLos® 2311. A comparação foi feita em blocos com a mesma dureza, a uma temperatura de 20°C.



## Curva CCT



## Microestrutura do KEYLOS® 2002



A microestrutura do KeyLos® 2002 detectada cerca de 20 mm sob a superfície é martensita revenida.

## Orientação para usinagem

Os parâmetros a seguir são apenas indicativos e devem ser adaptados à aplicação específica e às máquinas utilizadas.

### Torneamento

Tipo de inserto	Usinagem grosseira		Usinagem final	
	P20-P40 revestido	HSS	P10-P20 revestido	Metal cerâmico
V <sub>c</sub> velocidade de corte [m/min]	150 ÷ 190	(*)	190 ÷ 230	260 ÷ 320
a <sub>r</sub> profundidade de corte [mm]	5	(*)	< 1	< 0,5

### Fresagem

Tipo de inserto	Usinagem grosseira		
	P25-P35 não revestido	P25-P35 revestido	HSS
V <sub>c</sub> velocidade de corte [m/min]	120 ÷ 140	160 ÷ 180	(*)
f <sub>z</sub> alimentação [mm]	0,15 ÷ 0,3	0,15 ÷ 0,3	(*)
a <sub>r</sub> profundidade de corte [mm]	2 ÷ 4	2 ÷ 4	(*)

Tipo de inserto	Pré-acabamento		
	P10-P20 não revestido	P10-P20 revestido	HSS
V <sub>c</sub> velocidade de corte [m/min]	140 ÷ 160	180 ÷ 200	(*)
f <sub>z</sub> alimentação [mm]	0,2 ÷ 0,3	0,2 ÷ 0,3	(*)
a <sub>r</sub> profundidade de corte [mm]	< 2	< 2	(*)

Tipo de inserto	Acabamento		
	P10-P20 não revestido	P10-P20 revestido	Metal cerâmico P15
V <sub>c</sub> velocidade de corte [m/min]	200 ÷ 240	250 ÷ 270	300 ÷ 340
f <sub>z</sub> alimentação [mm]	0,05 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,2
a <sub>r</sub> profundidade de corte [mm]	0,5 ÷ 1	0,5 ÷ 1	0,3 ÷ 0,5

(\*) não recomendável

Perfuração

Tipo de inserto	ponta com insertos intercambiáveis	HSS	ponta de brasagem
$V_c$ velocidade de corte [m/min]	130 ÷ 160	(*)	90 ÷ 120
$f_z$ alimentação por giro [mm/giro]	0,05 ÷ 0,15	(*)	0,15 ÷ 0,25

(\*) não recomendável

Fórmulas gerais

Tipo de usinagem	Perfuração	Fresagem
n: número de giros do mandril	$V_c * 1000 / \pi * D_c$	$V_c * 1000 / \pi * D_c$
$V_f$ : velocidade de alimentação [m/min]	$V_f = f_z * n$	$V_f = f_z * n * z_n$
$f_z$ alimentação por giro [mm/giro]	-	$f_n = V_f / n$
Observação	$D_c$ : Diâmetro da fresa ou ponta [mm] $V_c$ : velocidade de corte [m/min] $f_z$ : alimentação [mm]	$f_n$ : alimentação por giro [mm/giro] $z_n$ : N° de insertos da fresa

Valores equivalentes aproximados entre dureza e limite de resistência à tração.

HB	530	520	512	495	480	471	458	445	430	415	405	390	375
HRc	54	53	52	51,1	50,2	49,1	48,2	47	45,9	44,5	43,6	41,8	40,5
MPa	1,900	1,850	1,800	1,750	1,700	1,650	1,600	1,550	1,500	1,450	1,400	1,350	1,300

HB	360	350	330	320	305	294	284	265	252	238	225	209	195
HRc	38,8	37,6	35,5	34,2	32,4	31	29	27	--	--	--	--	--
MPa	1,250	1,200	1,150	1,100	1,050	1,000	950	900	850	800	750	700	650

## Solda

A solda do KeyLos<sup>®</sup> 2002 pode dar bons resultados se o seguinte procedimento for observado:

Técnica de solda	TIG	MMA
Pré-aquecimento a	250 ÷ 300 °C	
Tratamento térmico recomendado	Alívio da tensão (consulte o parágrafo de tratamento térmico)	

## Seleção de processos e materiais para reciclagem de produtos

De acordo com o potencial de reciclagem do aço, a Lucchini RS está adotando uma estratégia para excelência ambiental na concepção e fabricação de classes de aço ferramenta, colocando a ecoeficácia em prática.

As principais etapas adotadas são:

- realizar uma avaliação ambiental de processos e produtos, com o uso mínimo de materiais virgens e formas de energia não renováveis;
- avançar para processos de fabricação sem desperdício, considerando que o destino final de um molde de aço sucateado se torna alimento para o próximo processo de fabricação de aço, que é a filosofia "desperdício é igual a comida";
- conduzir uma avaliação do ciclo de vida de cada produto e processo, minimizando o custo ambiental do produto e do serviço ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a criação até o descarte, que é a filosofia "de berço a berço".

## Usinagem por Descarga Elétrica (EDM)

KeyLos<sup>®</sup> 2002 pode ser usinado por descarga elétrica para obter formas complexas.

Depois, é aconselhável realizar o alívio da tensão do material.

## Cromação

O KeyLos<sup>®</sup> 2002 pode ser cromado para aprimorar as características mecânicas na superfície.

Dentro de 4 horas da cromação, para evitar fragilização de hidrogênio, é recomendável realizar um tratamento térmico a 200°C por cerca de 4 horas.

## Fotogração

Graças aos modernos processos de produção e ao baixo teor de enxofre, o KeyLos<sup>®</sup> 2002 é adequado para a fotogração a fim de obter vários padrões.

## Polimento

KeyLos<sup>®</sup> 2002 é especialmente adequado para polimento.

**Lucchini RS S.p.a.**

Via Giorgio Paglia, 45 24065  
Lovere (BG) - Itália Telefone  
+39 035 963566  
info@lucchinirs.com

**Lucchini Industries S.r.l.**

Via Oberdan, 6/A 25128  
Brescia - Itália  
Telefone +39 035 963566  
info@lucchinirs.com

**Lucchini Mamé Forge S.p.a.**

Via delle Cave, 1  
25040 Cividate Camuno (BS) - Itália  
Telefone +39 0364 347711  
info@lucchinirs.com

**Lucchini Tool Steel S.r.l.**

Via dei Piazzoli, 1  
24040 Suisio (BG) - Itália  
Telefone +39 035 4936611  
info@LucchiniToolSteel.com

**Distribuidor no Brasil:**

Conte Distribuidora de aços Ltda  
Joinville/SC  
Telefone: (47) 3033-2800  
e-mail: [marlon\\_vendas@conteacos.com.br](mailto:marlon_vendas@conteacos.com.br)  
Pessoa de contato: Marlon Conte