

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 16
	ENSAIO METALOGRÁFICO		Revisão 03
Elaboração	Revisão	Aprovação / Reaprovação	
Amanda Pisetta	Cristian Kirschner	Clóvis Kirschner	
27/11/2013	18/06/2019	18/06/2019	

## 1 OBJETIVO

Definir parâmetros para execução ensaio de produto – Ensaio Metalográfico e ensaio de Microdureza.

## 2 RESPONSABILIDADES

Laboratório: Executar o ensaio, avaliar e fazer a liberação do produto.

## 3 ENSAIO DE METALOGRAFIA E DE MICRODUREZA

A metalografia e a Microdureza tem como objetivo analisar as peças antes ou após o tratamento térmico, com o intuito de verificar se o produto ou processo está conforme os padrões estabelecidos. A análise é realizada utilizando microscópio óptico e o microdurometro. Para essa análise foram criados padrões internos.

## 4 EQUIPAMENTOS

Microdurometro

Microscópio

Lixadeira

Politriz

Cutoff

Secador de amostras

## 5 MATERIAIS E REAGENTES

Baquelite para embutimento a quente

Resinas para embutimento a frio

Lixas da água com grana 220, 400, 600 e 1200

Feltros para polimento

Líquido de alumina ou pasta de diamante

Reagente de nital 3%

Reagente de marble

Álcool etílico

Algodão ou papel higiênico

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 16
	ENSAIO METALOGRAFICO		Revisão 03
Elaboração	Revisão	Aprovação / Reaprovação	
Amanda Pisetta	Cristian Kirschner	Clóvis Kirschner	
27/11/2013	18/06/2019	18/06/2019	

## 5.1 PREPARAÇÃO DOS REAGENTES

Nital 3% - Adicionar 3 ml de ácido nítrico para cada 97 ml de álcool etílico.

Marble - Adicionar 20 ml de ácido clorídrico e 4 g de ácido cúprico e 20 ml de água destilada.

## 6 EXECUÇÃO DA ANÁLISE

### 6.1 Preparação do corpo de prova

#### 6.1.1 Determinação o ponto a ser analisado

Usar seções longitudinais tiradas da peça, peças como parafuso analisar a parte da rosca e corpo. Peças cementadas e nitretadas devem sempre se selecionar os pontos da superfície expostas ao tratamento.

#### 6.1.2 Preparação do corpo de prova

Cortar o corpo de prova com serra ou no Cutoff;

Embutir o corpo de prova quando necessário;

#### 6.1.3 Lixamento e polimento

Efetuar o lixamento da amostra nas lixas de grana 220, 400, 600 e 1200 de modo que os riscos da lixa sejam perpendiculares aos riscos da lixa anteriormente utilizada, até que todos os riscos da lixa anterior desapareçam; polir com feltro e alumina diluída em água ou pasta de diamante e após limpar lá com álcool e secar a amostra.

#### 6.1.4 Ataque químico

O ataque químico deve ser avaliado conforme o material a ser analisado, se for aços carbono e ferramenta utilizar o ataque de Nital 3%. Se for um caso específico ou temos um aço inoxidável ou liga alto cromo e níquel utilizaremos o ataque marble.

Depositar o reagente para ataque em quantidade suficiente para imergir a superfície a ser analisada. Após a retirada da peça, enxaguar o com álcool etílico em quantidade suficiente para parar a reação do reagente químico.

Após secar amostra com papel higiênico ou algodão, tomando o cuidado de não riscar a superfície atacada e em seguida terminar de secar a amostra com o secador.

### 6.2 Análise metalográfica

Após ataque químico a amostra está pronta para análise metalográfica.

Verificar a amostra no microscópio com um aumento de 40, 100, 400 e 1000 x;

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 16
	ENSAIO METALOGRAFICO		Revisão 03
Elaboração	Revisão	Aprovação / Reaprovação	
Amanda Pisetta	Cristian Kirschner	Clóvis Kirschner	
27/11/2013	18/06/2019	18/06/2019	

Verificar se houve Descarbonetação. Classificá-la e quantificar o tamanho da camada descarbonetada com o auxílio do Microdurometro.

Classificar a fase da micrografia em martensita, bainita, ledeburita, carbonetos, inclusões, oxidações, camadas cementadas e nitretadas, perlita e ferrita.

- Analisar se há presença de ferrita delta.
- Analisar Descarbonetação e esferoidização.

### 6.3 Microdureza

Para análise de Microdureza o corpo de prova necessita da mesma preparação utilizada para análise metalográfica. Realizada no microdurometro HV 02, pode ser realizado com diversas aplicações de peso (25, 50, 100, 200, 300, 500, 1000 Gramas).

#### 6.3.1 Ensaio

- Selecione a carga desejada no seletor lateral de (25 gramas a 1000 gramas).
- Escolha o tempo de permanência da força sobre a amostra, pressionando a tecla time (**tempo padrão de aplicação é de 10 Segundos exceto quando especificado outro tempo**).
- Apoiar a amostra sobre a mesa de ensaio, alterar a objetiva de 400x para à frente do equipamento (quando necessário) pressionado a tecla de viragem de lente.
- Girando o manipulador, suba a amostra até que a superfície esteja focada com o sistema óptico.
- Depois de focada a amostra, pressiona a tecla START.
- O processo de ensaio ocorrerá automaticamente, sendo o seu término indicado pelo retorno da objetiva a frente do aparelho.

#### 6.3.2 Medição

- Para efetuar a medição, deverá ser utilizada as duas diagonais da impressão e sua média utilizada para a determinação do ponto de dureza (conforme figura 1). A medida obtida no micrometro da ocular pode ser convertida diretamente em HV pela IT 63. Para saber o valor real (mm) da diagonal devemos pegar o valor D do tambor e aplicar a fórmula ( $d = D/40$ ).
- Movimente os micrômetros a fim de alinhar as duas linhas do retículo com a impressão deixada na amostra, à média das leituras do tamanho da impressão deverá ser comparada com a IT 63 para se obter os valores corretos da leitura em HV. O reporte deste valor será feito da seguinte maneira XX HV (Peso utilizado), ou por exemplo 340 HV<sub>1</sub>, que determina 340 microns vickers onde foi utilizado uma carga de 1000 gramas.

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 16
	ENSAIO METALOGRAFICO		Revisão 03
Elaboração	Revisão	Aprovação / Reaprovação	
Amanda Pisetta	Cristian Kirschner	Clóvis Kirschner	
27/11/2013	18/06/2019	18/06/2019	

- A fórmula utilizada para o cálculo da dureza HV e dada abaixo onde F é igual a força de ensaio e d é a média das longitudinais da impressão.

$$HV = 0,189 * 1 \frac{F}{d^2}$$

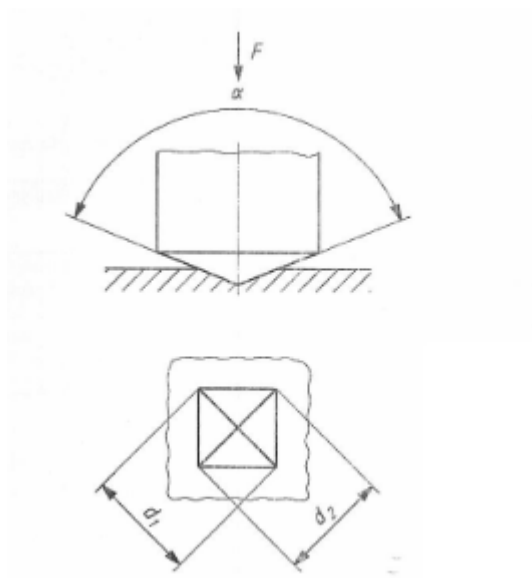


Figura 1: Princípio do ensaio / Linhas oculares

### 6.3.3 Microdureza em Descarbonetação de Fixadores

Determinar a dureza em 3 pontos, como ilustrado na Figura 02 utilizando a carga de 300 gramas e tempo de endentação de 10 segundos.

Para que se realize o ensaio com exatidão necessitamos saber as dimensões do fixador para determinar a localização correta dos pontos.

Com a dimensão do passe da rosca do fixador, é possível verificar onde deverá ser realizada a endentação com os valores da figura 3, onde são apresentados os valores de  $H_1$  e  $E_{mín}$ .

O ponto 1 deverá ser realizado no centro da rosca do fixador.

O ponto 2 deverá ser realizado no centro do filete de rosca utilizando o valor de  $E_{mín}$  que determina a distância do ponto 1.

O ponto 3 será realizado na metade da altura do filete  $H_1$  a uma distância da borda do filete de no máximo 120  $\mu m$ .

#### NOTAS

- A diferença entre o ponto 2 e 1 não pode ser superior a -30 HV. Caso esta diferença seja superior a -30 HV caracteriza uma Descarbonetação superficial da peça.
- A diferença entre o ponto 3 e 1 deve ser inferior a 30 HV. Caso seja superior ela caracterizara uma Carbonetação da peça.

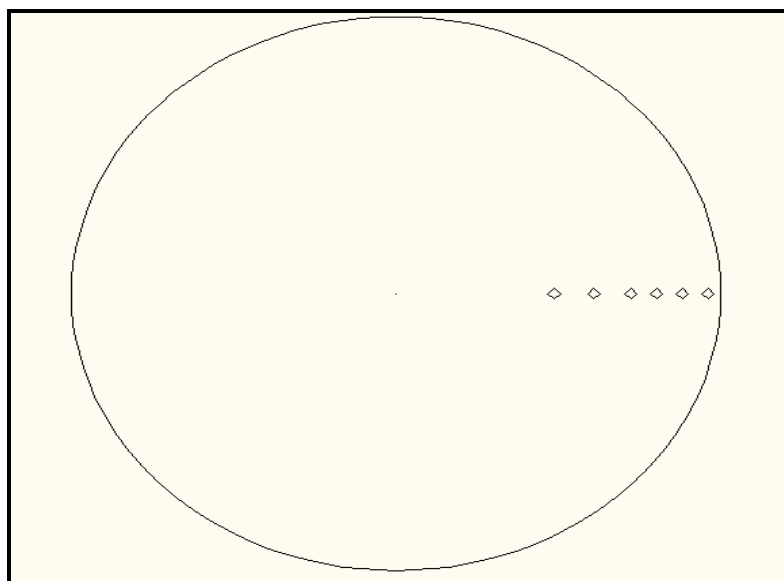


	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 16
	ENSAIO METALOGRAFICO		Revisão 03
Elaboração	Revisão	Aprovação / Reaprovação	
Amanda Pisetta	Cristian Kirschner	Clóvis Kirschner	
27/11/2013	18/06/2019	18/06/2019	

### 6.3.5 Microdureza em Camadas Carbonetadas

Determinar a dureza em camadas de cementação, conforme ilustrado na Figura 02 utilizando a carga de com 1000 gramas e tempo de 10 segundos. Todas as endentações devem ir do iniciar na superfície em direção ao núcleo em uma distância de 0,1mm “100µm”.

Figura 4: Esquema para a verificação de camada cementada.



### 6.3.6 Microdureza em Camadas Nitretadas

Determinar a dureza em camadas de nitretadas, conforme ilustrado na Figura 02 utilizando a carga de com 50 gramas e tempo de 10 segundos. Todas as endentações devem ir do iniciar na superfície em direção ao núcleo em uma distância de 0,05 mm “50µm”. A camada branca que eventualmente pode ocorrer não se deve medir a dureza apenas medir seu tamanho.

### 6.3.7 Medições de Tamanhos

Para medir tamanhos de camadas ou até mesmo de peças pequenas pode ser utilizar o microdurometro, com escala de  $10^{-4}$  podemos medir com precisão.

O seu funcionamento é como o de um micrometro tem sua precisão melhorada pelo aumento acrescido pelo microscópio, à lente a ser utilizada será de 400 x e a medição realizada no micrometro será a medida real da camada, ou seja, não será necessário a conversão de valores.



	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 16
	ENSAIO METALOGRÁFICO		Revisão 03
Elaboração	Revisão	Aprovação / Reaprovação	
Amanda Pisetta	Cristian Kirschner	Clóvis Kirschner	
27/11/2013	18/06/2019	18/06/2019	

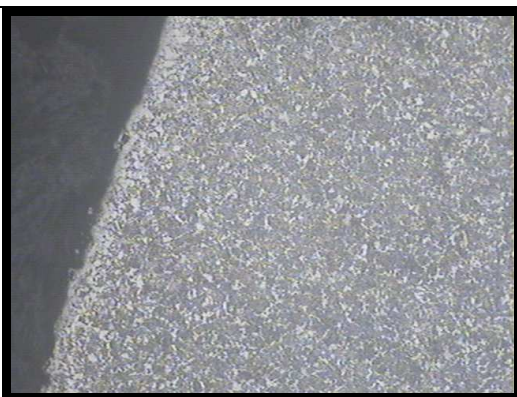
## 7 PADRÃO DE RECOZIMENTO



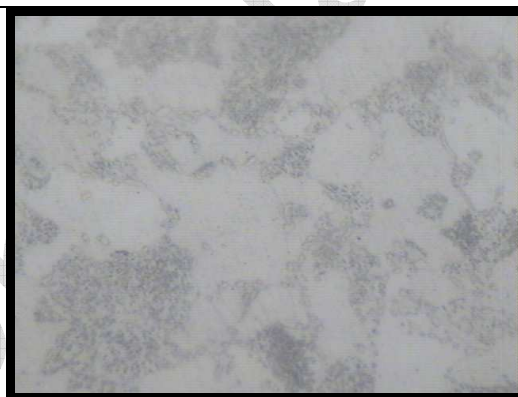
**Figura 5: Descarbonetização Total:** É a perda total de carbono da superfície dos materiais ferrosos.



**Figura 6: Isento de decarbonetização:** Quando não há decarbonetização no material.



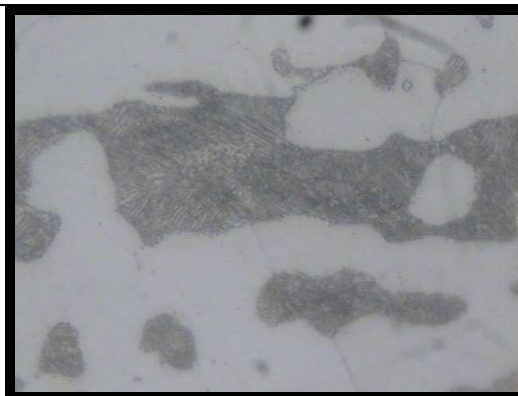
**Figura 7: Descarbonetização Parcial:** A perda parcial de carbono da superfície.



**Figura 8: Grau de esferoidização:** Norma NBR 14677. Padrão de 80% de esferoidização.



**Figura 9: Grau de esferoidização:** Norma NBR 14677. Padrão de 85% de esferoidização.



**Figura 10: Grau de esferoidização:** Norma NBR 14677. Padrão sem tratamento 0% de esferoidização. Perlita e Ferrita.

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 16
	ENSAIO METALOGRAFICO		Revisão 03
Elaboração	Revisão	Aprovação / Reaprovação	
Amanda Pisetta	Cristian Kirschner	Clóvis Kirschner	
27/11/2013	18/06/2019	18/06/2019	

## 8 PADRÃO FERRO FUNDIDO

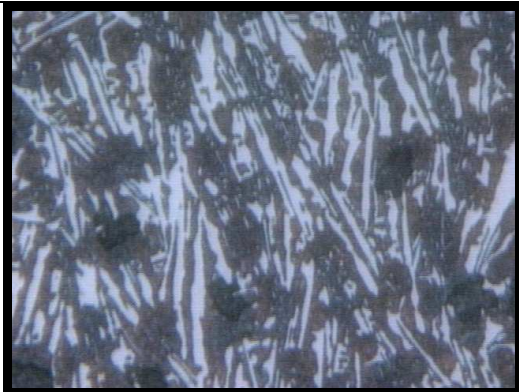


Figura 11: Martensita revenida e 32 % de Carbonetos.

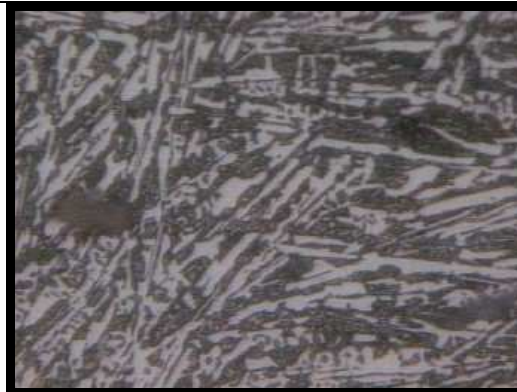


Figura 12: Martensita revenida e 45 % de Carbonetos.



Figura 13: Precipitação de grafita no prato. Máximo permitido.

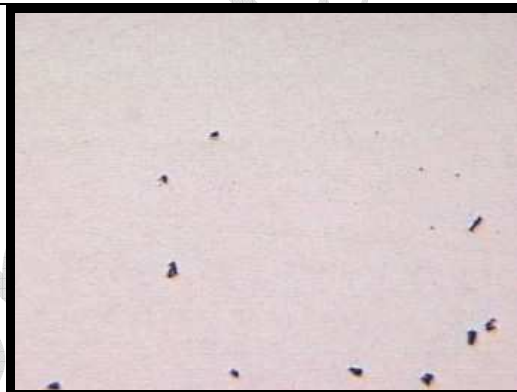


Figura 14: Precipitação de grafita no prato.

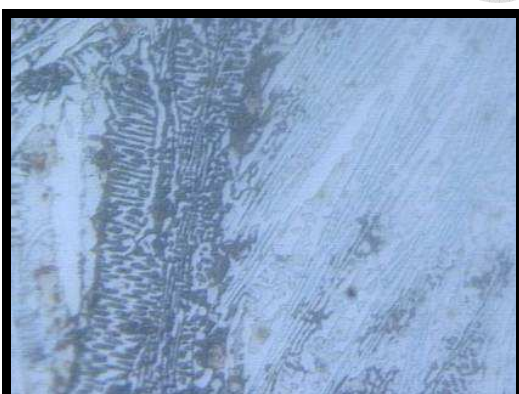


Figura 15: Austenita retida.

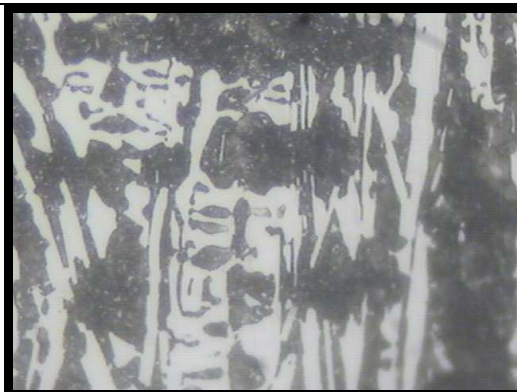


Figura 16: Estrutura bruto de fusão, ledeburita e carbonetos.



	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 16
	ENSAIO METALOGRÁFICO		Revisão 03
Elaboração	Revisão	Aprovação / Reaprovação	
Amanda Pisetta	Cristian Kirschner	Clóvis Kirschner	
27/11/2013	18/06/2019	18/06/2019	

## 9 PADRÃO DE FIXADORES

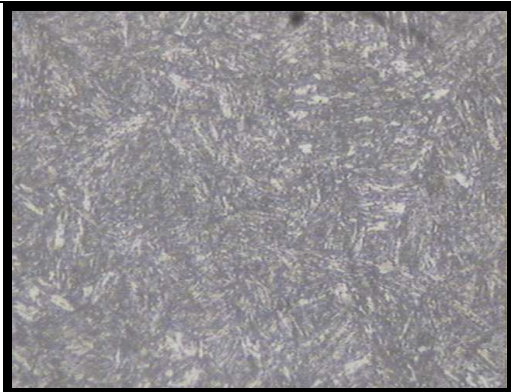


Figura 17: Ampliação 1000X. Ataque de nital 3%. Martensita revenida.

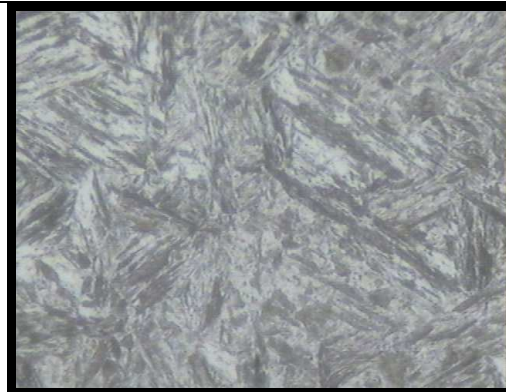


Figura 18: Ampliação 1000X. Ataque de nital 3%. Martensita grosseira não revenida.

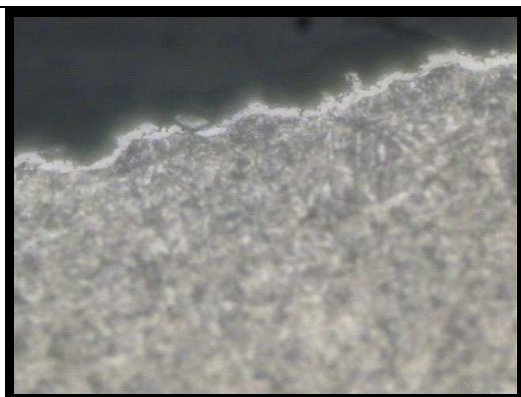


Figura 19: Ampliação 400X. Ataque de nital 3%. Ferrita delta em 5µm.

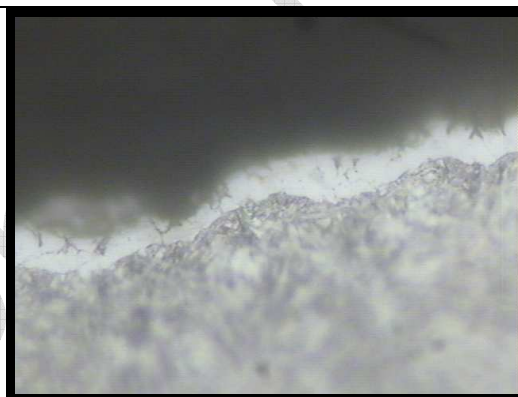


Figura 20: Ampliação 1000X. Ataque de nital 3%. Ferrita delta em 5µm.



Figura 21: Ampliação 400X. Ataque de nital 3%. Superfície isenta de decarbonetação.



Figura 22: Ampliação 400X. Ataque de nital 3%. Superfície com decarbonetação parcial.

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 16
	ENSAIO METALOGRÁFICO		Revisão 03
Elaboração	Revisão	Aprovação / Reaprovação	
Amanda Pisetta	Cristian Kirschner	Clóvis Kirschner	
27/11/2013	18/06/2019	18/06/2019	

## 10 PADRÃO DE TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

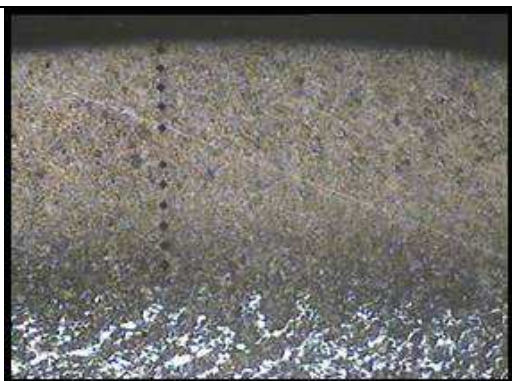


Figura 23: Ampliação 40X. Ataque de nital 3%.  
Camada cementada de 1,2mm.

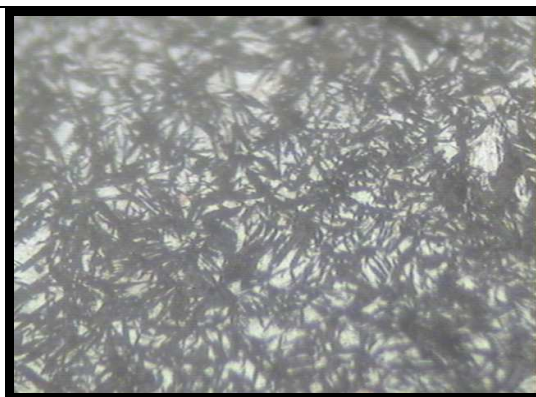


Figura 24: Ampliação 1000X. Ataque de nital 3%.  
Austenita retida e martensita grosseira.

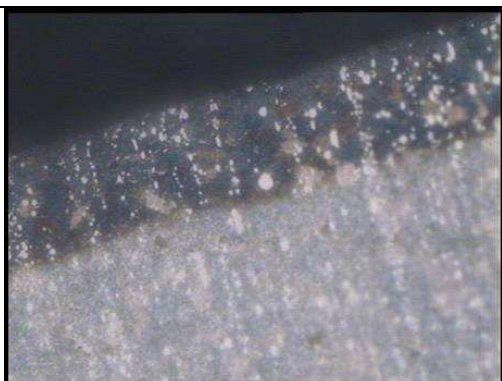


Figura 25: Ampliação 400X. Ataque de nital 3%.  
Camada nitretada de 50µm.

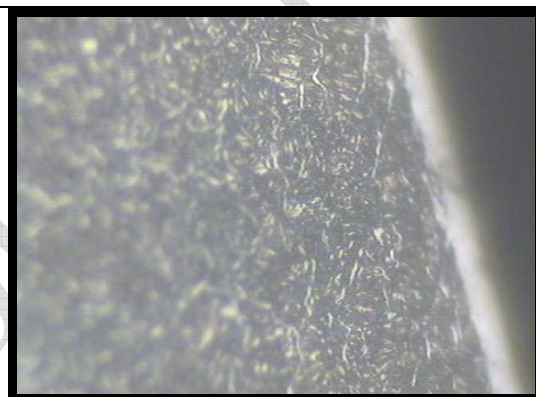


Figura 26: Ampliação 1000X. Ataque de nital 3%.  
Camada nitretada com a presença de camada branca de 7µm.



Figura 27: Ampliação 100X. Ataque de nital 3%.  
Camada de Carbonitretação de 130µm.

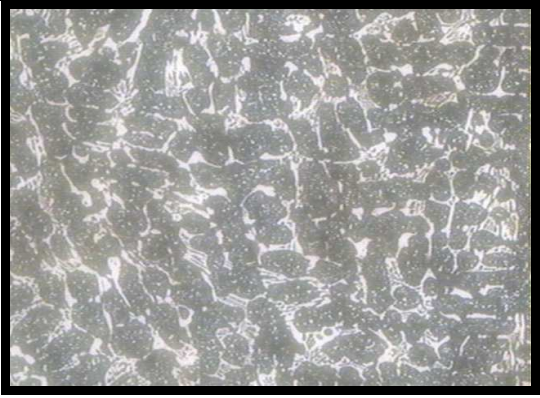
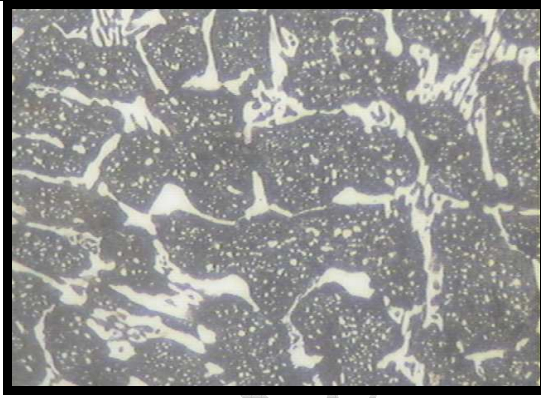
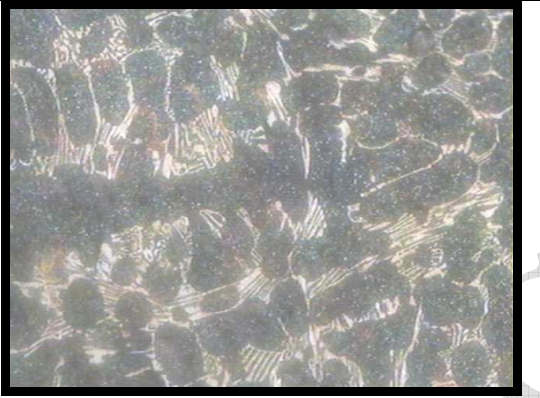
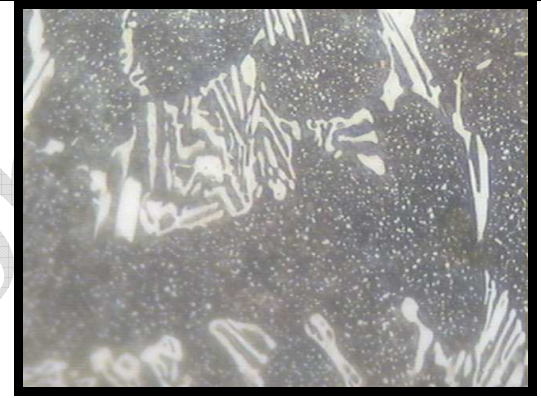
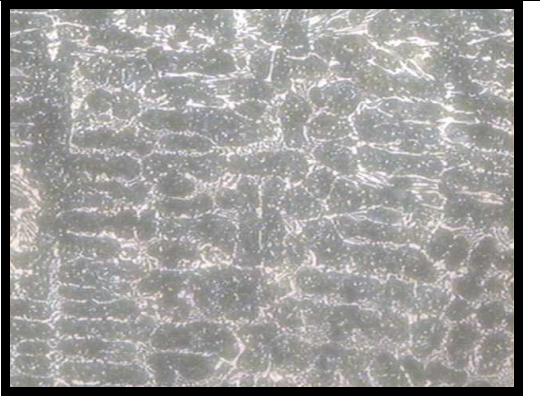
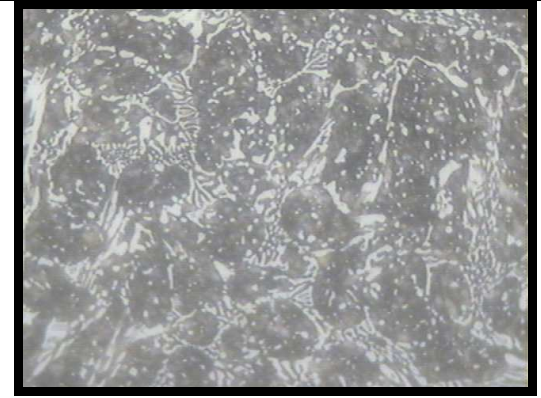


Figura 28: Ampliação 400X. Ataque de nital 3%.  
Camada de Carbonitretação de 130µm.



	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 16
	ENSAIO METALOGRAFICO		Revisão 03
Elaboração	Revisão	Aprovação / Reaprovação	
Amanda Pisetta	Cristian Kirschner	Clóvis Kirschner	
27/11/2013	18/06/2019	18/06/2019	

## 11 PADRÃO DE TRATAMENTOS DE LIGAS ALTO CROMO

	
<p><b>Figura 29: Ampliação 400X. Ataque de Marble. CHR-12. Martensita e rede carbonetos.</b></p>	<p><b>Figura 30: Ampliação 1000X. Ataque de Marble. CHR-12. Martensita e rede carbonetos</b></p>
	
<p><b>Figura 31: Ampliação 400X. Ataque de Marble. CHR-14. Martensita e rede carbonetos.</b></p>	<p><b>Figura 32: Ampliação 1000X. Ataque de Marble. CHR-14 Martensita e rede carbonetos.</b></p>
	
<p><b>Figura 33: Ampliação 400X. Ataque de Marble. CHR-20. Martensita e rede carbonetos.</b></p>	<p><b>Figura 34: Ampliação 1000X. Ataque de Marble. CHR-20. Martensita e rede carbonetos.</b></p>

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 16
	ENSAIO METALOGRÁFICO		Revisão 03
Elaboração	Revisão	Aprovação / Reaprovação	
Amanda Pisetta	Cristian Kirschner	Clóvis Kirschner	
27/11/2013	18/06/2019	18/06/2019	

## 12 PADRÃO DE TRINCAS



Figura 35: Ampliação 400X. Sem Ataque. Camada oxidada em 100µm.



Figura 36: Ampliação 100X. Ataque de nital 3%. Trincas por desgaste a quente.



Figura 37: Ampliação 100X. Ataque de nital 3%. Trincas a partir da furação da ferramenta.

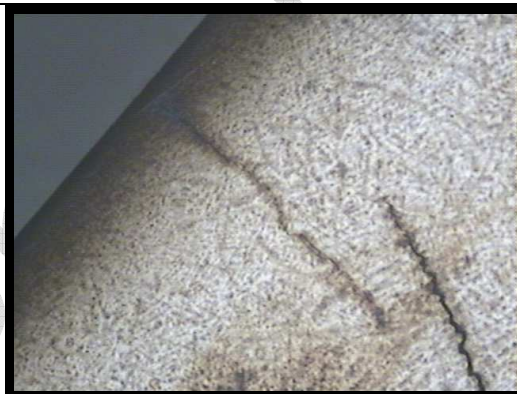


Figura 38: Ampliação 1000X. Ataque de nital 3%. Trincas a partir da superfície da ferramenta.



Figura 39: Ampliação 100X. Ataque de nital 3%. Trinca de conformação.



Figura 40: Ampliação 400X. Ataque de nital 3%. Trincas a partir da camada nitretada.



	INSTRUÇÃO DE TRABALHO		IT 16
	ENSAIO METALOGRAFICO		Revisão 03
Elaboração	Revisão	Aprovação / Reaprovação	
Amanda Pisetta	Cristian Kirschner	Clóvis Kirschner	
27/11/2013	18/06/2019	18/06/2019	

### 13 REGISTROS

Identificação	Armazenamento	Proteção	Recuperação	Retenção	Descarte
Certificado de qualidade	Servidor	Backup	<a href="https://sistema.metalbo.com.br/steeltrater/">https://sistema.metalbo.com.br/steeltrater/</a>	Permanente	Não aplicável
Relatórios de Análise Metalográfica	Rede	Backup	\\ADM01\Users\Public\Relatorios\relatórios steeltrater	Permanente	Não aplicável
Ordem de Produção	Servidor	Backup	<a href="https://sistema.metalbo.com.br/steeltrater/">https://sistema.metalbo.com.br/steeltrater/</a>	Permanente	Não aplicável

### 14 HISTÓRICO DE REVISÕES

Revisão	Descrição da alteração
00	Elaboração do documento.
01	Acrescentado item 14 – histórico de revisões Alterado cabeçalho do documento
02	Alterado cabeçalho do documento Alterado os itens 6.3.2, 6.3.3 e 6.3.4.
03	Alterado método de aprovação do documento Alteração no ensaio de Microdureza Alterado os Registros

*Kleij*

Aprovação do Documento