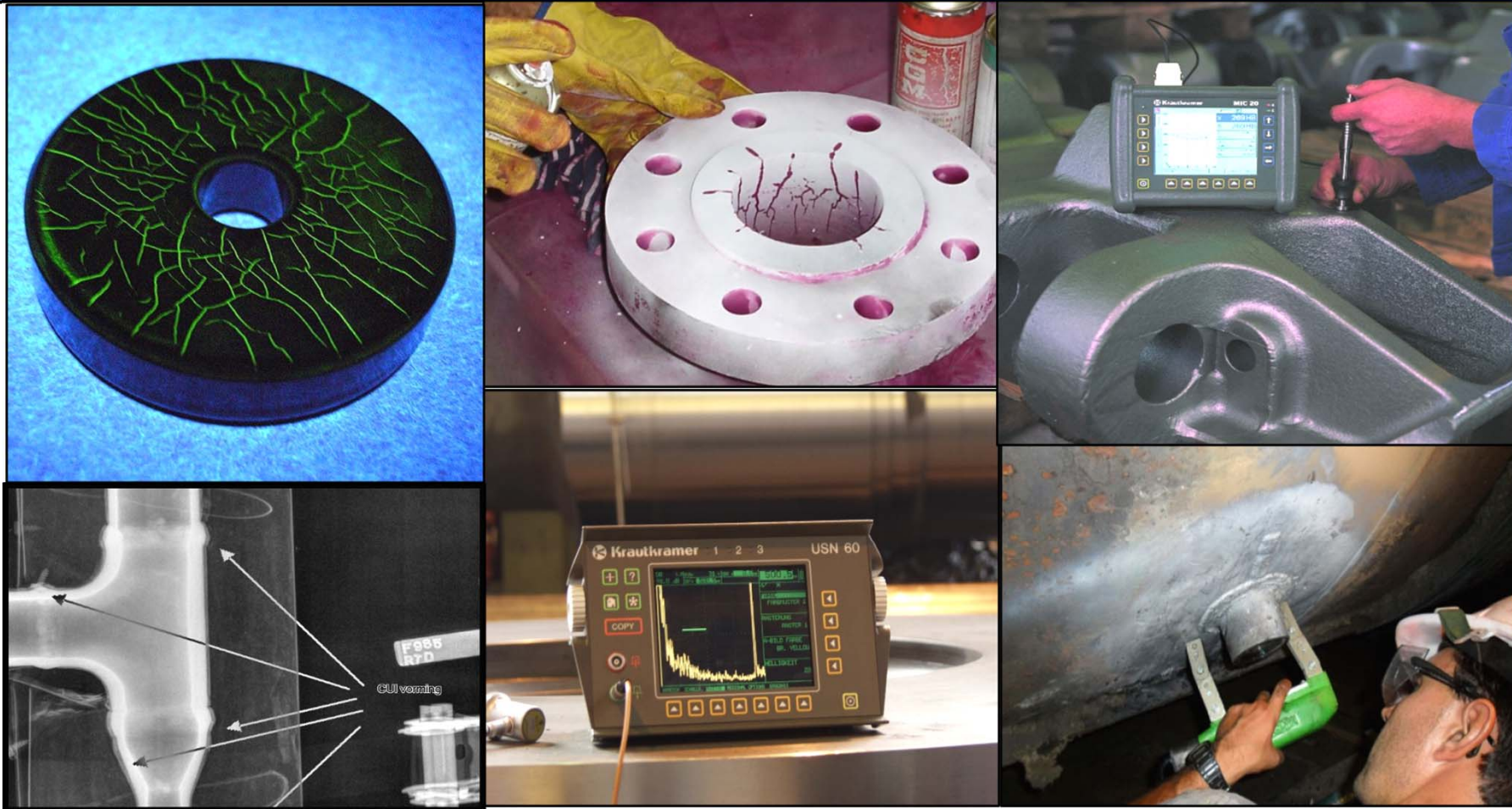


LOM 3084 –INSPEÇÃO E ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS



Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

DESCONTINUIDADES/DEFEITOS EM MATERIAIS

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

**Detecção e dimensionamento de
descontinuidades resultantes dos processos de
fabricação de componentes estruturais**

- **Trincas**
- **Delaminações**
- **Porosidade**
- **Inclusões**
- **Bolhas**
- **Vazios**
- **Falta de penetração**
- **Falta de fusão**
- **Perdas de espessura**

Descontinuidade

Qualquer interrupção na estrutura física normal de um material, que produza uma indicação ou sinal detectável por métodos de Ensaio Não-Destrutivo.

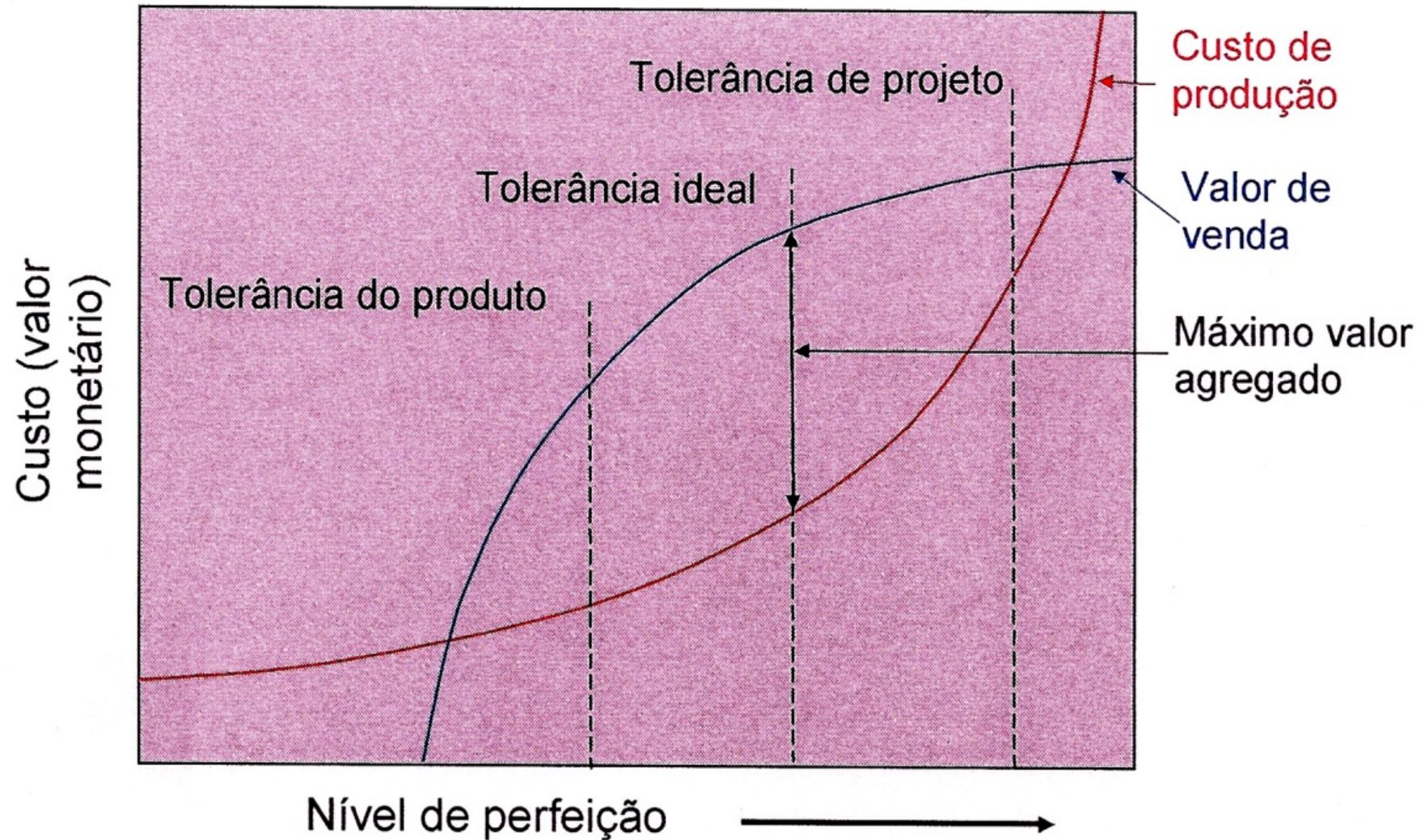
Danos e Defeitos

São descontinuidades que, quando avaliadas de acordo com uma norma ou código de referência, constituem indicações que podem comprometer a utilização do material testado.

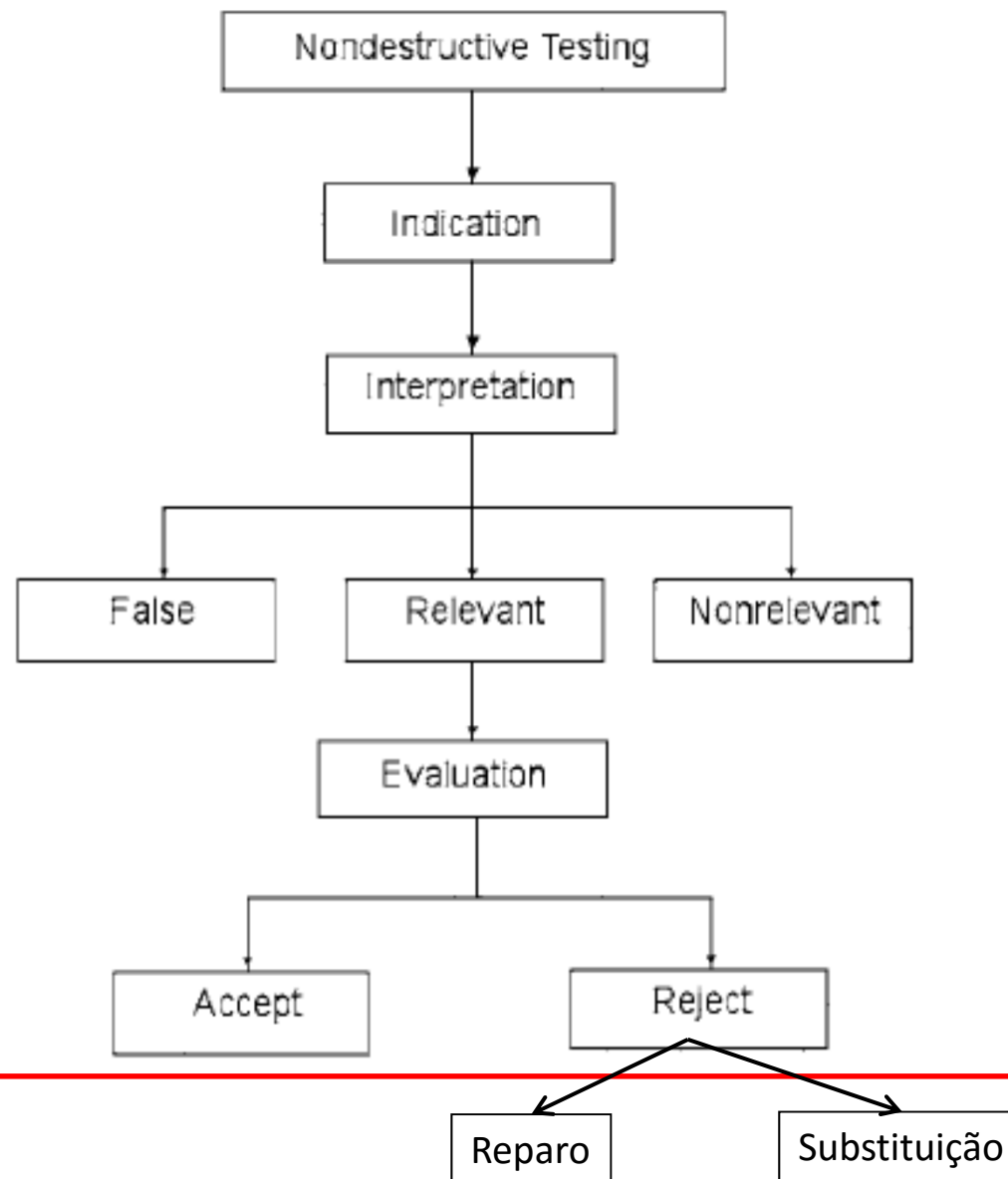
Danos x Defeitos

**Difícil definí-los (e diferenciá-los) claramente,
porém são conceitos de fácil entendimento e
compreensão, na engenharia, quando se
fornecem exemplos adequados**

Balanço custo x grau de perfeição



Fluxograma da aplicação dos END



FABRICAÇÃO DO AÇO



Redução direta

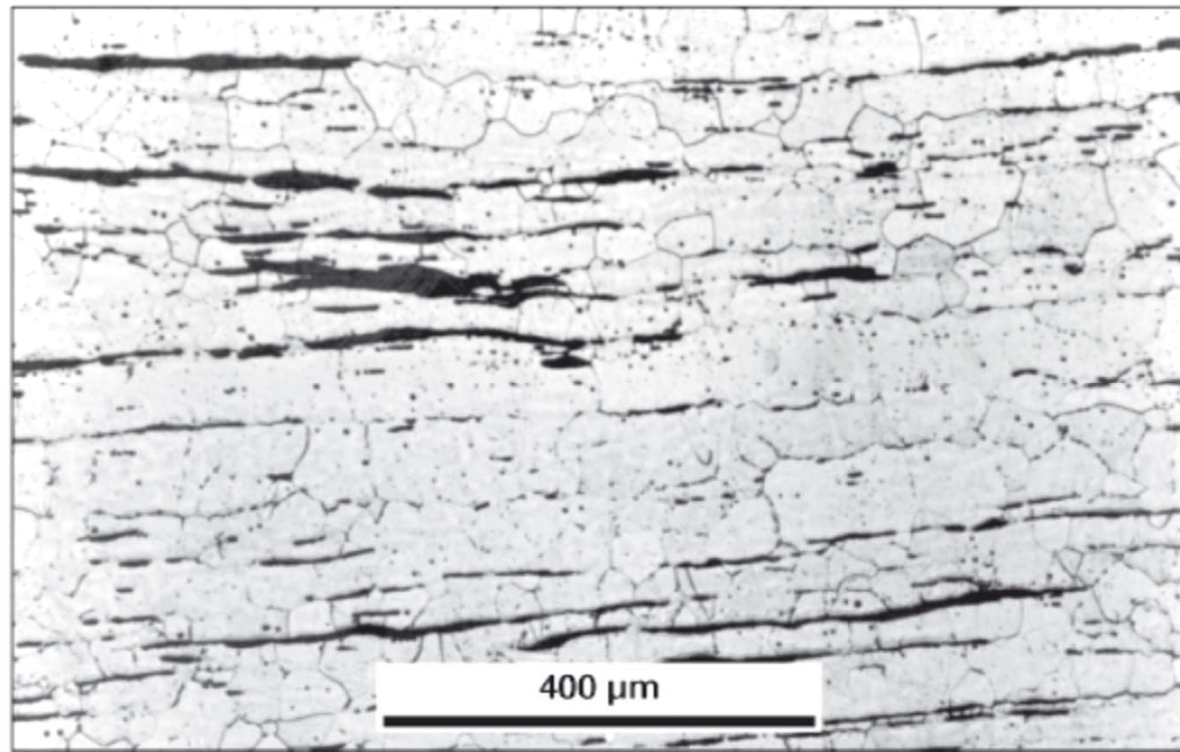
- Precederam o alto-forno;
- Produto sólido: ferro esponja (poroso);
- Matéria prima para aciaria elétrica: fonte de carbono (Fe_3C);
- Até início do séc. XX : obtenção do Fe com baixo teor de C “Forjamento”;
- Final do séc. XVII - “Forjas”: minério de Ferro+ carvão vegetal+ calcário (reduzir o PF) – Forja de ferreiro- Ferro Forjado;
- Séc.XVIII – Henry Cort: redução direta em fornos de pudlagem (Puddle-argila);
- Produto: Ferro pudlado (escórias, inclusões).

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

FABRICAÇÃO DO AÇO

Figura 2.4

Exemplo de ferro “forjado” (*wrought iron*). A matriz é composta de ferrita com teor de carbono muito baixo. Grande quantidade de inclusões não-metálicas à base de silicato (escória do processo de fabricação). As inclusões são alongadas na direção de maior deformação no forjamento, pois eram plásticas na temperatura de trabalho. (Ataque: Nital 2%)
Cortesia de DoITPoMS, Department of Materials Science and Metallurgy, University of Cambridge [7].



(Colpaert)

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

FABRICAÇÃO DO AÇO

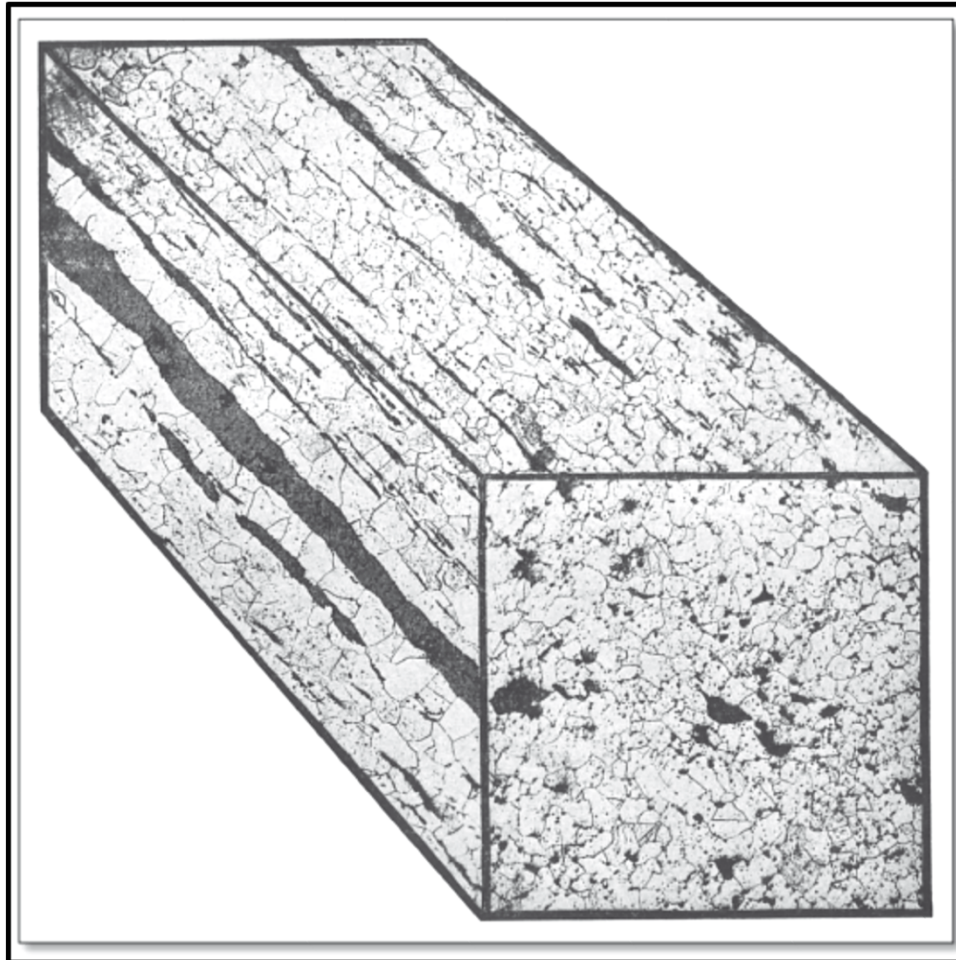


Figura 2.5

Ferro “forjado”. Reconstrução tridimensional com três micrografias. Reproduzido de [8]. Observa-se o alongamento das inclusões não-metálicas na direção de forjamento.

FERRO “PUDLADO”

(Colpaert)

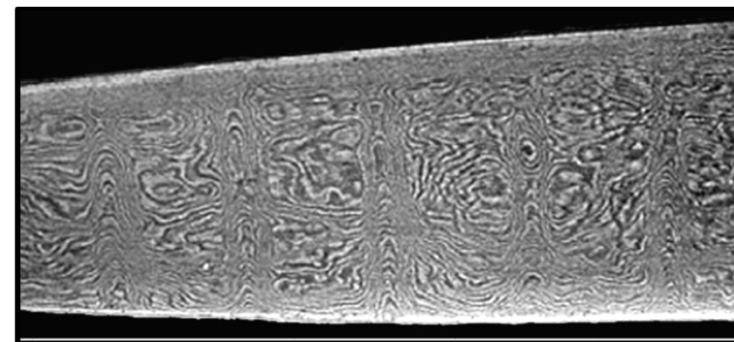
Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

HISTÓRIA



Damascus 1.41 <0.01 0.098 0.006 0.05 0.04 <0.01 <0.01 0.09

Journal of Materials Engineering and Performance 286—Volume 9(3) June 2000 *John D. Verhoeven*



J.D. Verhoeven, A.H. Pendray, and W.E. Dauksch 2004 September • JOM

Image source (http://www.flickr.com/photos/jasleen_kaur/4211340481/)

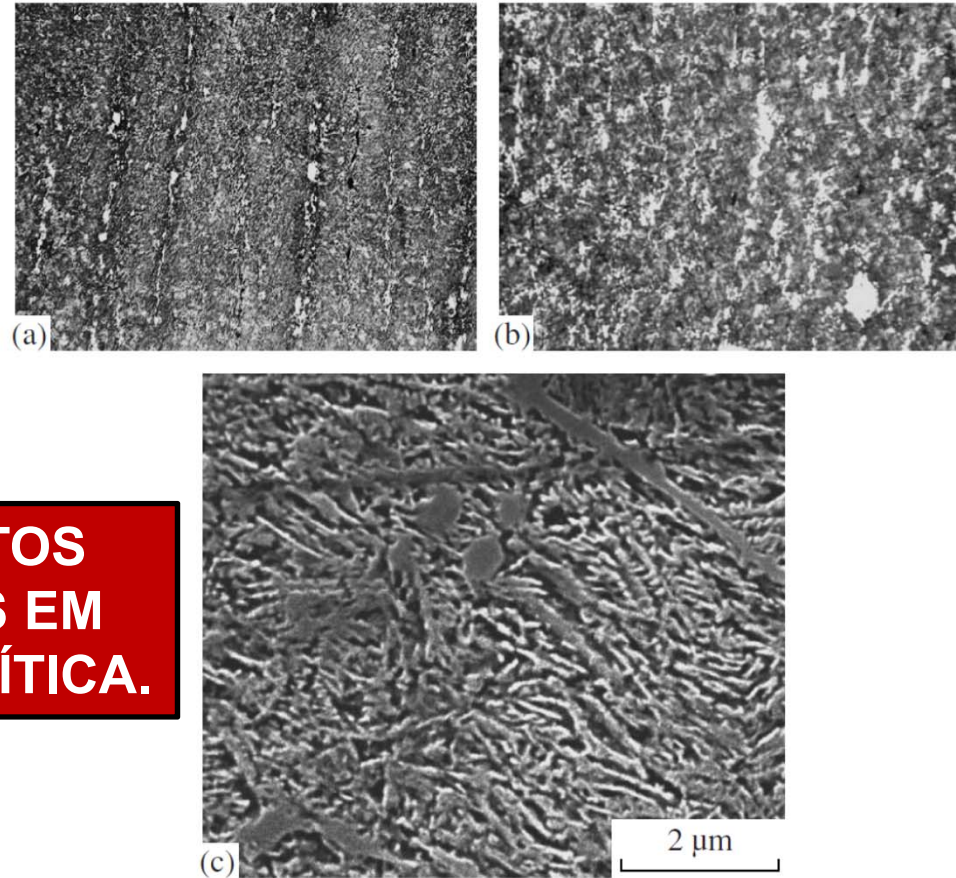


ARQUEOMETALURGIA



s Olivio Figu

HISTÓRIA



**CARBONETOS
ALINHADOS EM
MATRIZ PERLÍTICA.**

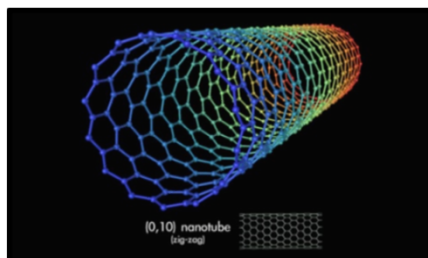
Fig. 5. Microstructure of Anosov bulat (in the plane of the blade): (a) stitches of carbides against the pearlitic background, magn. $\times 120$ (in the longitudinal section); (b) stitches of carbides in the transverse section, magn. $\times 250$; and (c) fine-pearlite structure and carbides (SEM, Kvanta-200), magn. $\times 13\,000$.

HISTÓRIA



Minas específicas da Índia

Minério com traços de V, Mn, Cr, Co E Ni.



Fundição com madeira da “Cassia auriculata” e folhas da “Calotropis gigantean”



Cassia auriculata



Calotropis gigantean

AÇO WOOTZ

DAMASCO-SÍRIA

Forjamento e tratamentos térmicos cíclicos



(InstronTechNotes56_FullVersion)

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO AÇO



(ri.gerdau.com)

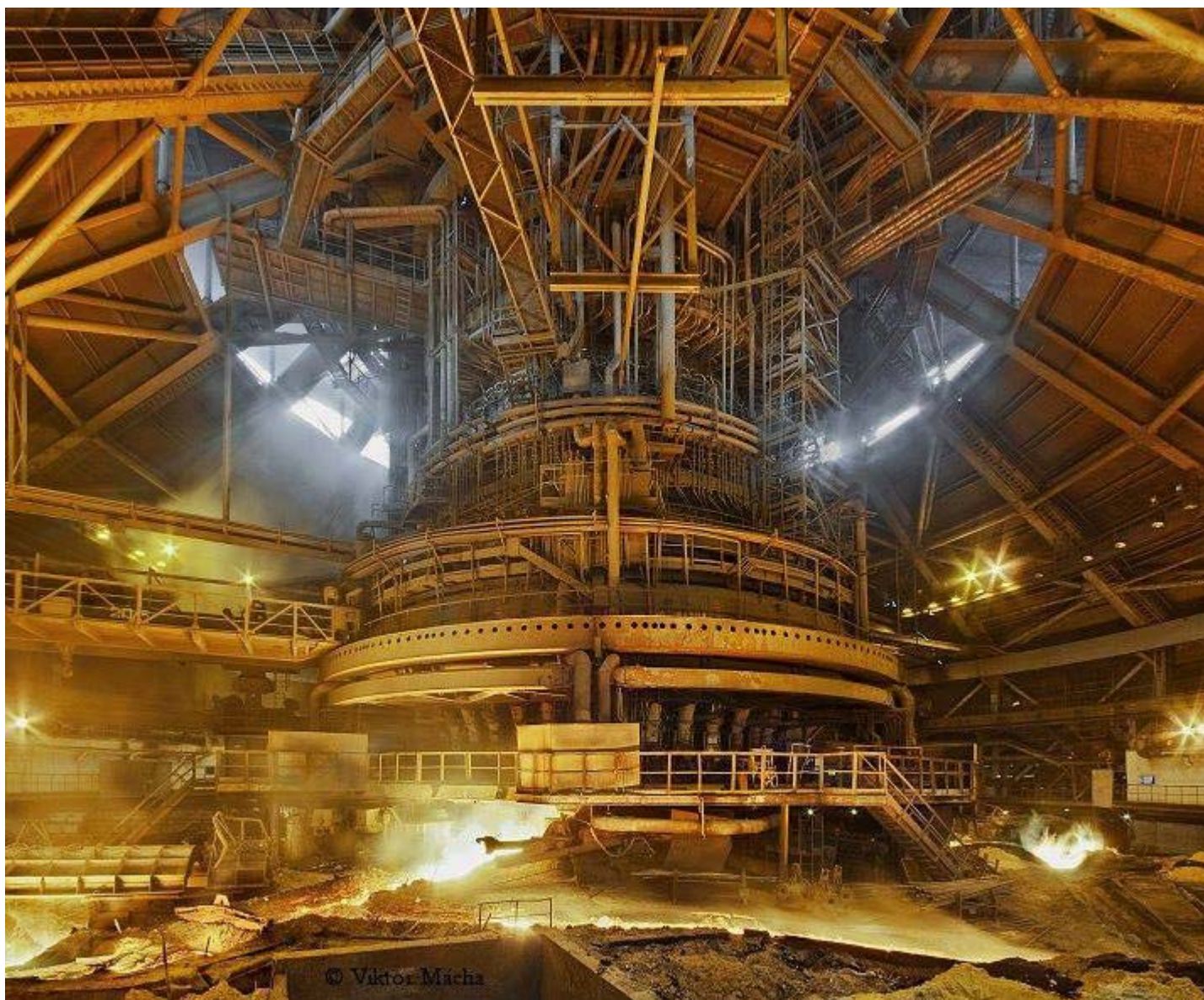
Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

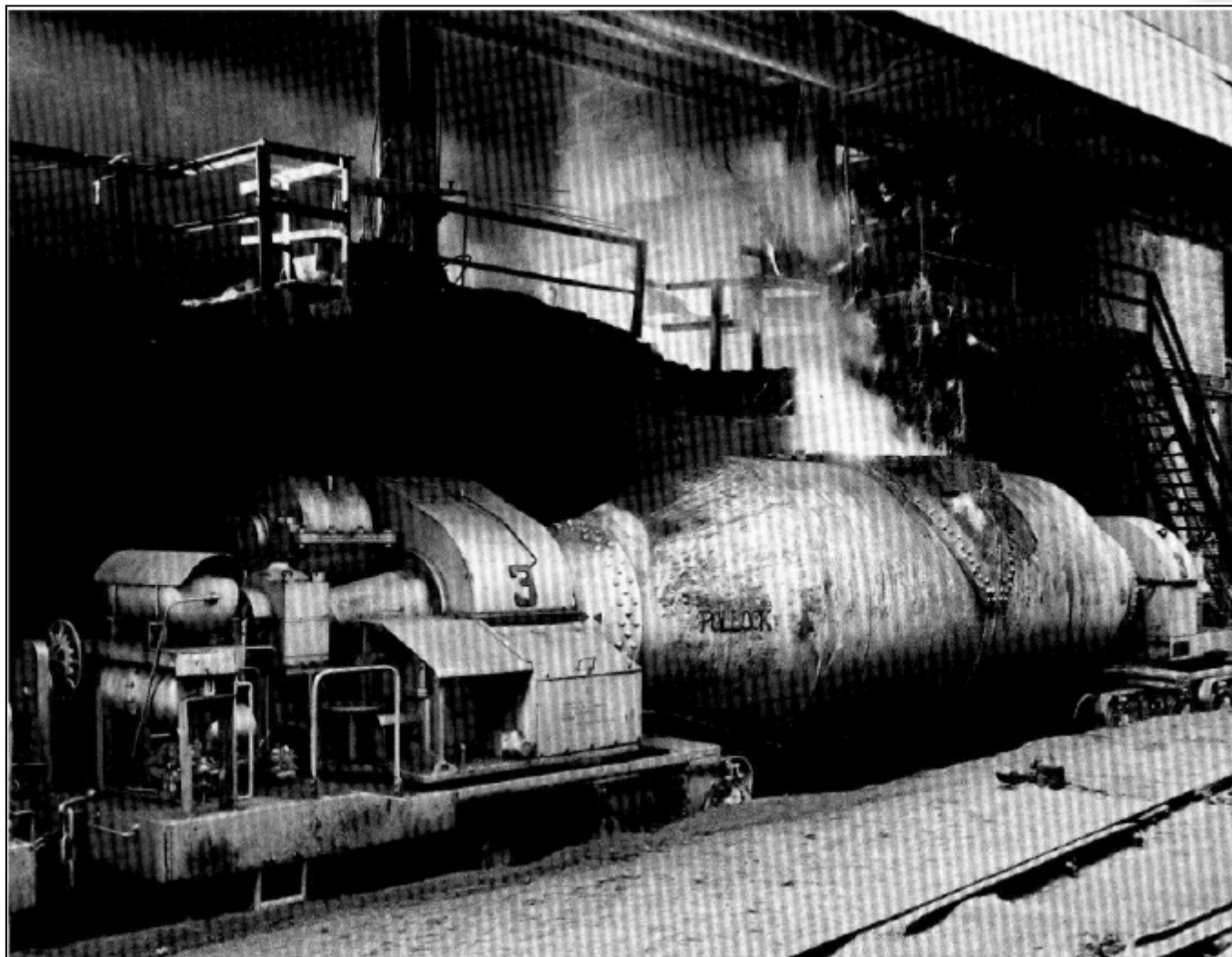


ALTO-FORNO

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

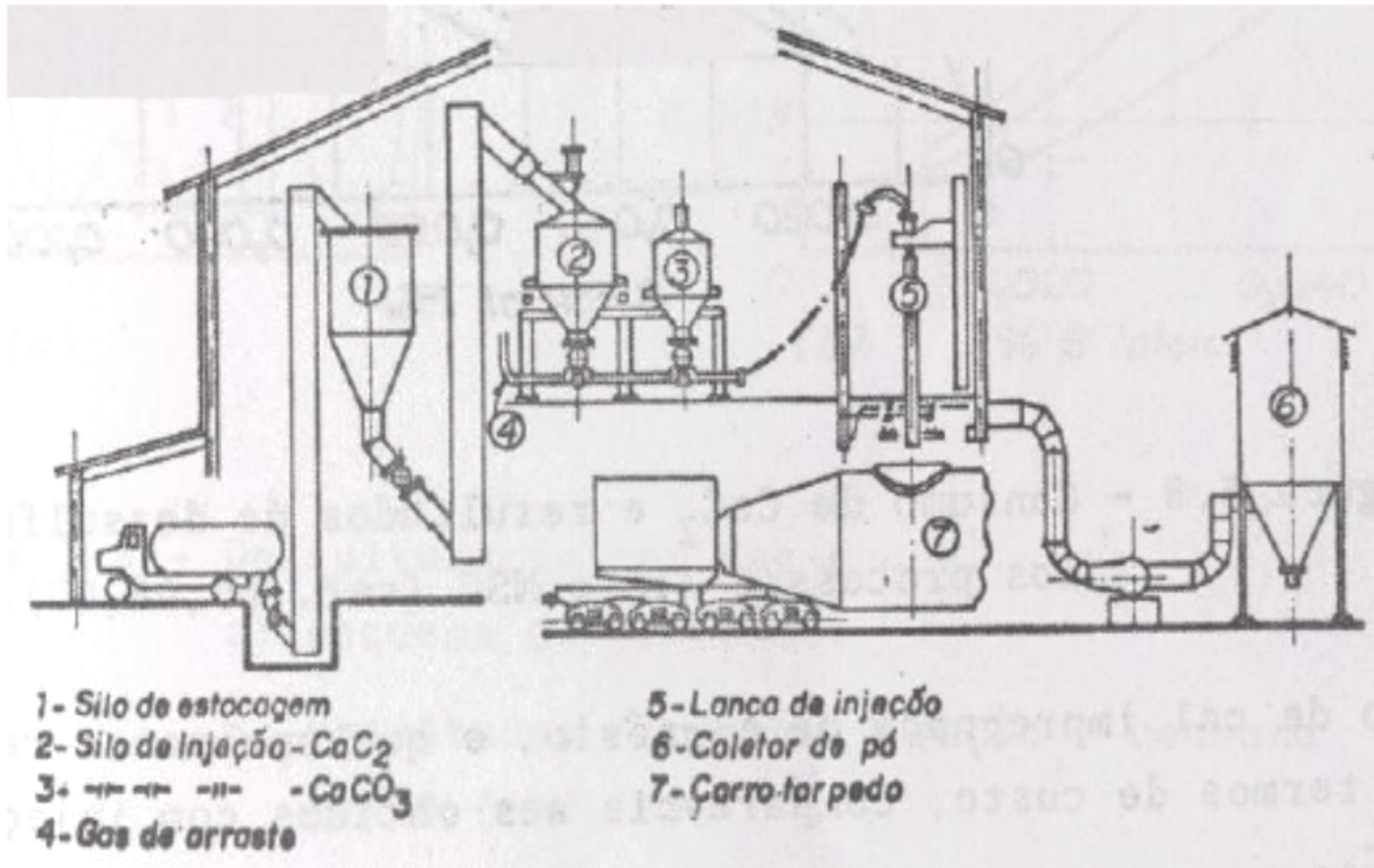
SOLEIRA DO ALTO-FORNO





Marcelo F. Moreira

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

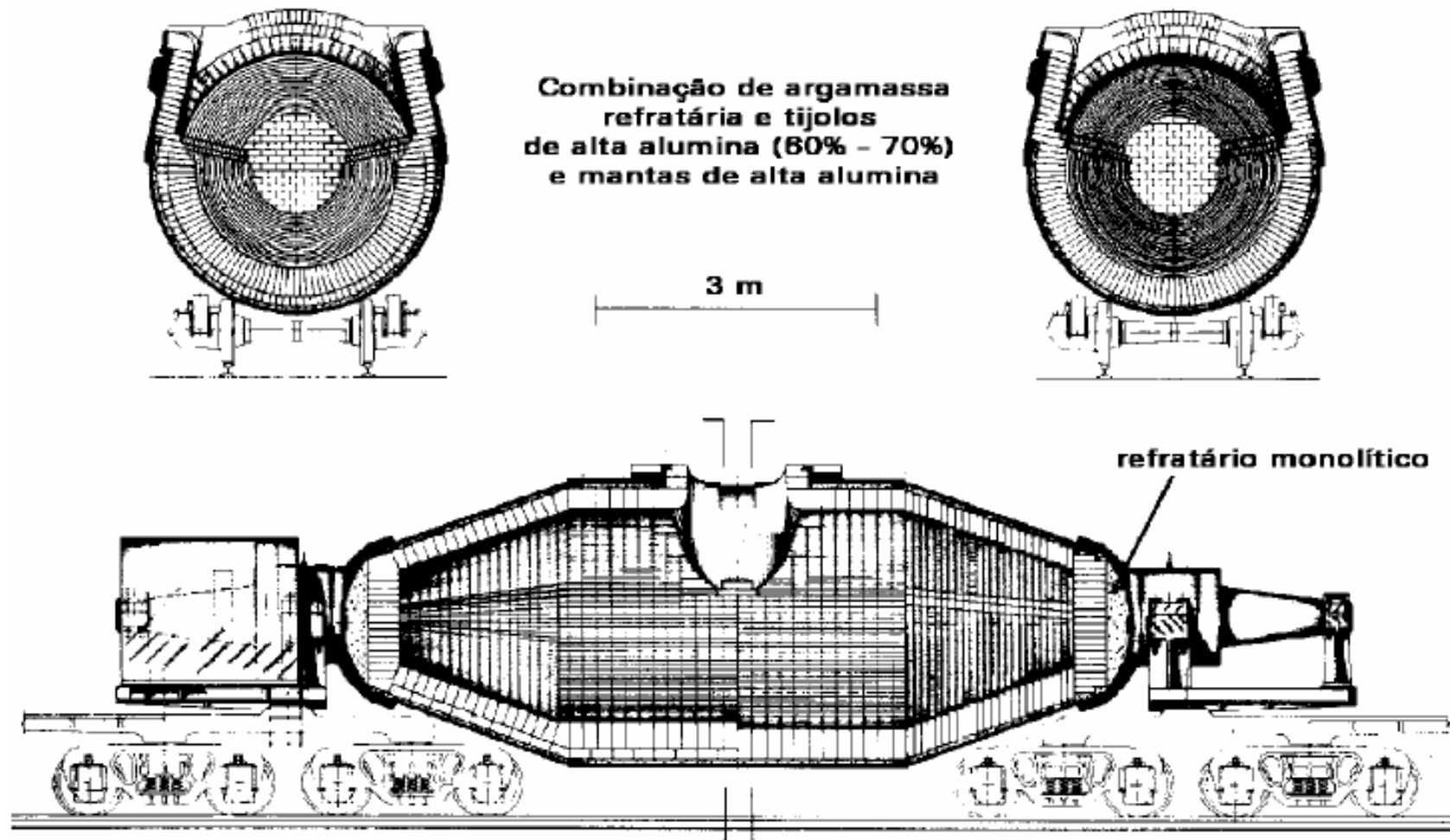


Esquema mostrando uma estação de dessulfuração de gusa no carro torpedo.

Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

Carro-torpedo



Combinação de argamassa
refratária e tijolos
de alta alumina (80% - 70%)
e mantas de alta alumina

3 m

refratário monolítico

Siderurgia Marcelo F. Moreira

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

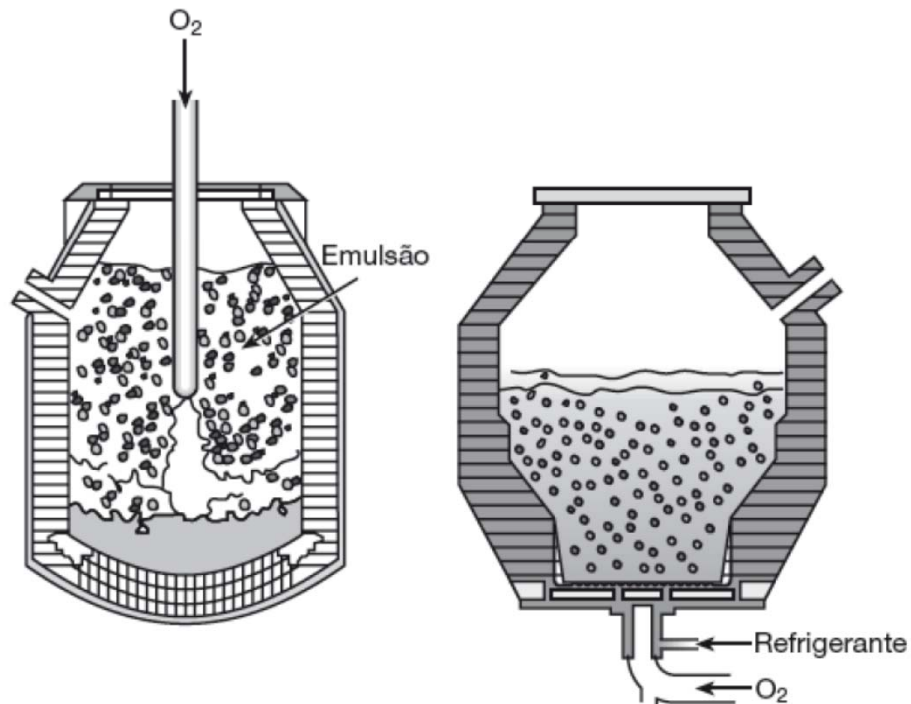
FABRICAÇÃO DO AÇO

Conversão do gusa

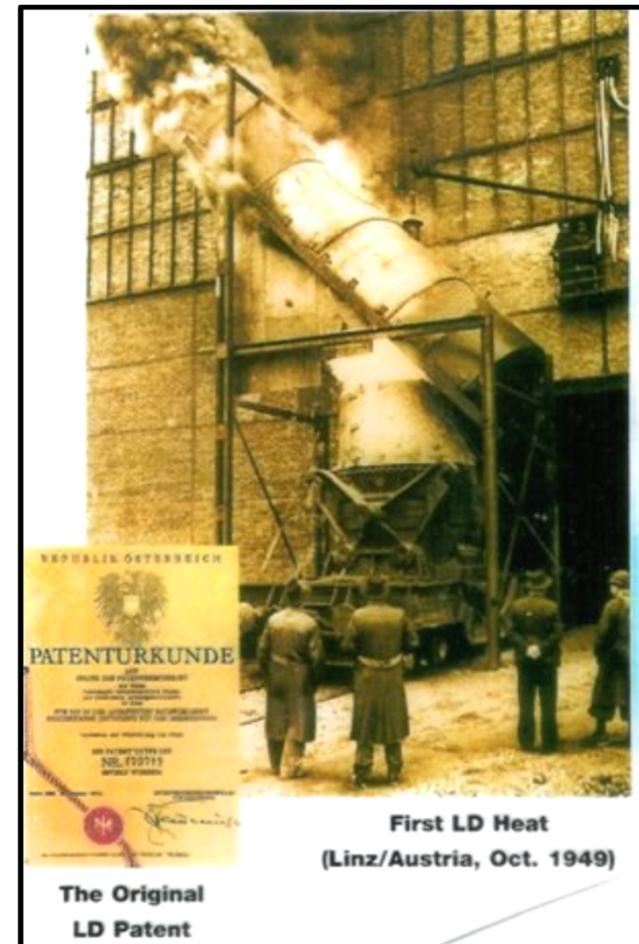
Conversor LD

L : LINZ NA ÁUSTRIA (VOEST ALPINE) – 1952.

D: DONAWITZ NA ÁUSTRIA – 1953.



(COLPAERT)



Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

DESCARREGAMENTO DO GUSA PARA OS CONVERSORES



Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert



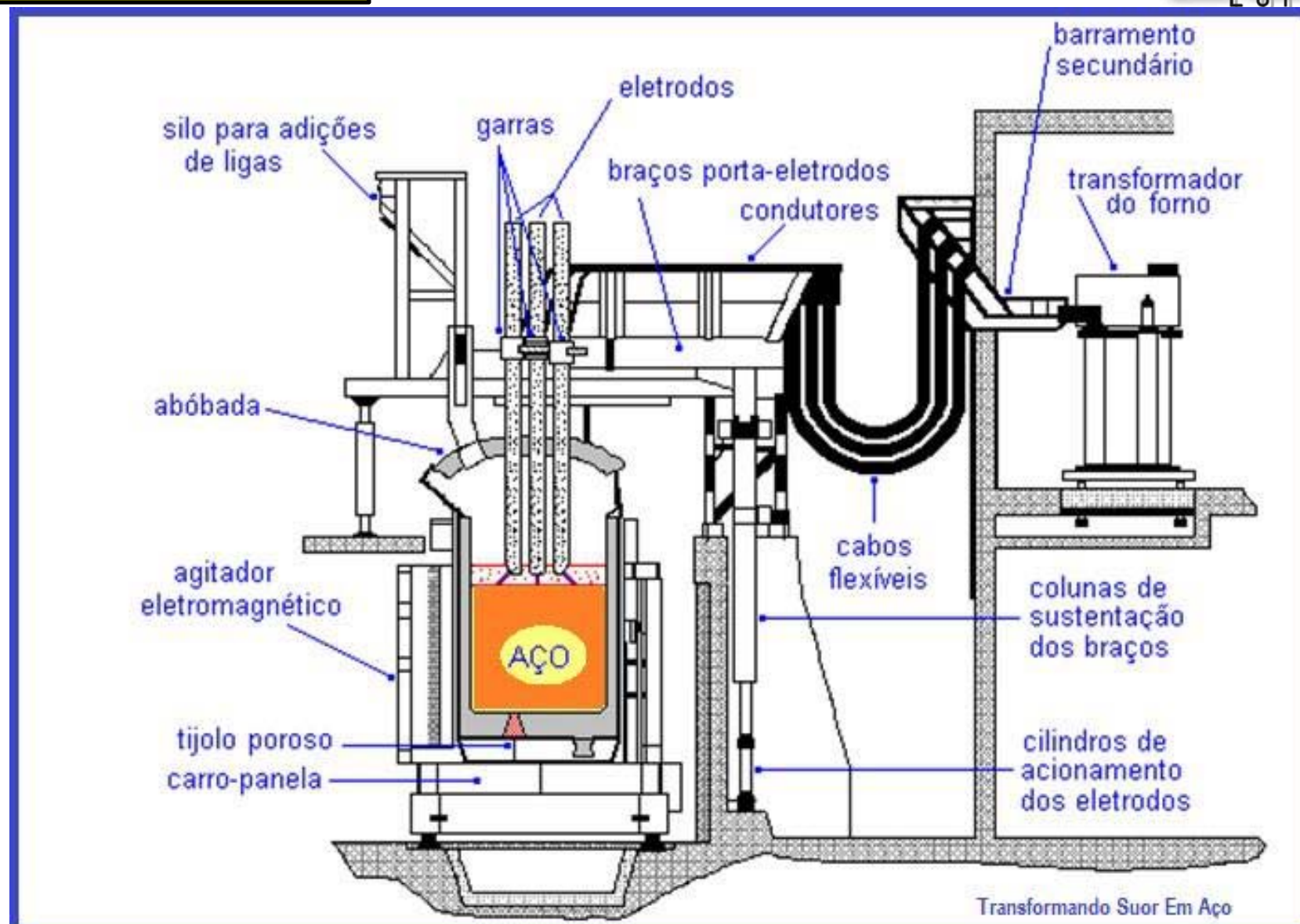
Aciaria Elétrica



FORNO - PANELA

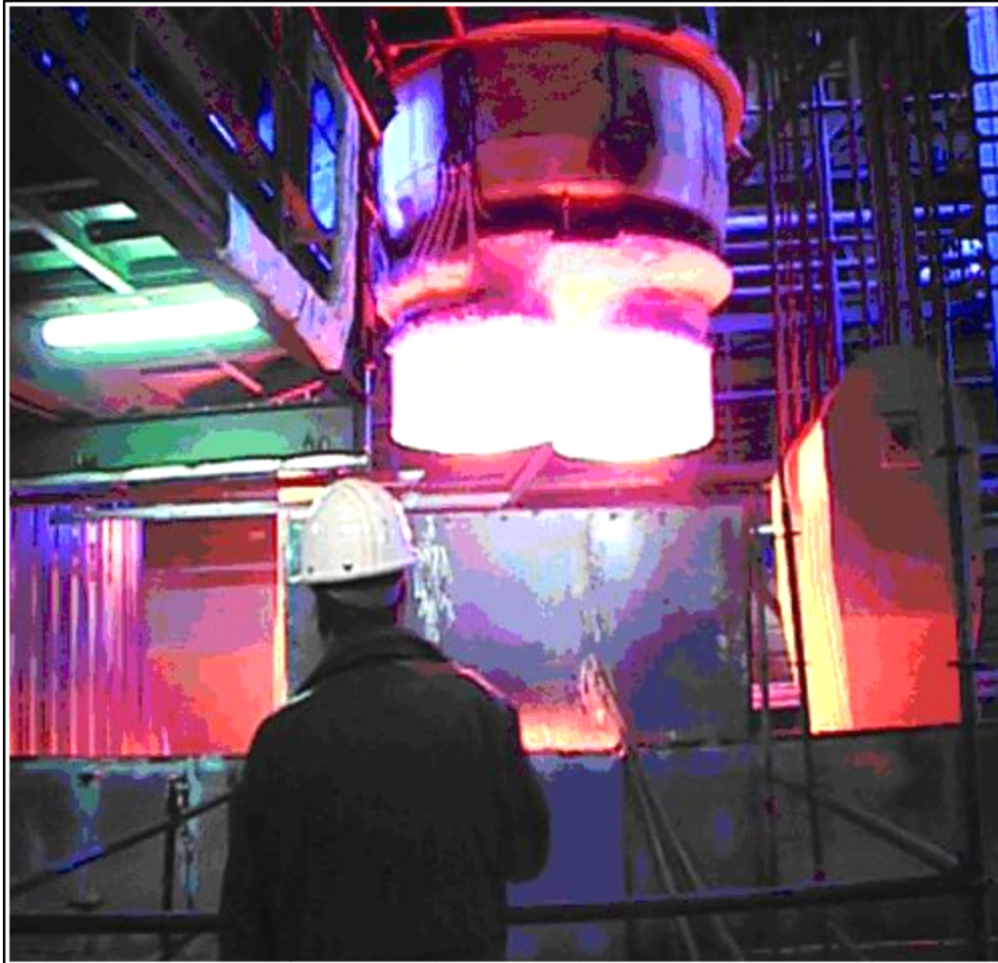


FORNO - PANELA



DESGASEIFICAÇÃO

Principal objetivo é eliminar os gases dissolvidos no aço líquido, especialmente o **hidrogênio**



(www.manutencaoesuprimentos.com.br)

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

Lingotamento convencional



Lingotamento convencional



SOLIDIFICAÇÃO

Figura 8.44

Contração de solidificação em lingotes. À direita, lingote sem “cabeça-quente”: A solidificação progride uniformemente ao longo de toda a parede da lingoteira. O isolamento e os materiais exotérmicos na “cabeça-quente” retardam a solidificação desta região em relação ao restante do lingote (à esquerda). O metal líquido contido na “cabeça” alimenta o lingote, compensando sua contração. Todo o volume correspondente à contração fica contido na “cabeça”. (Ver Figura 8.45).

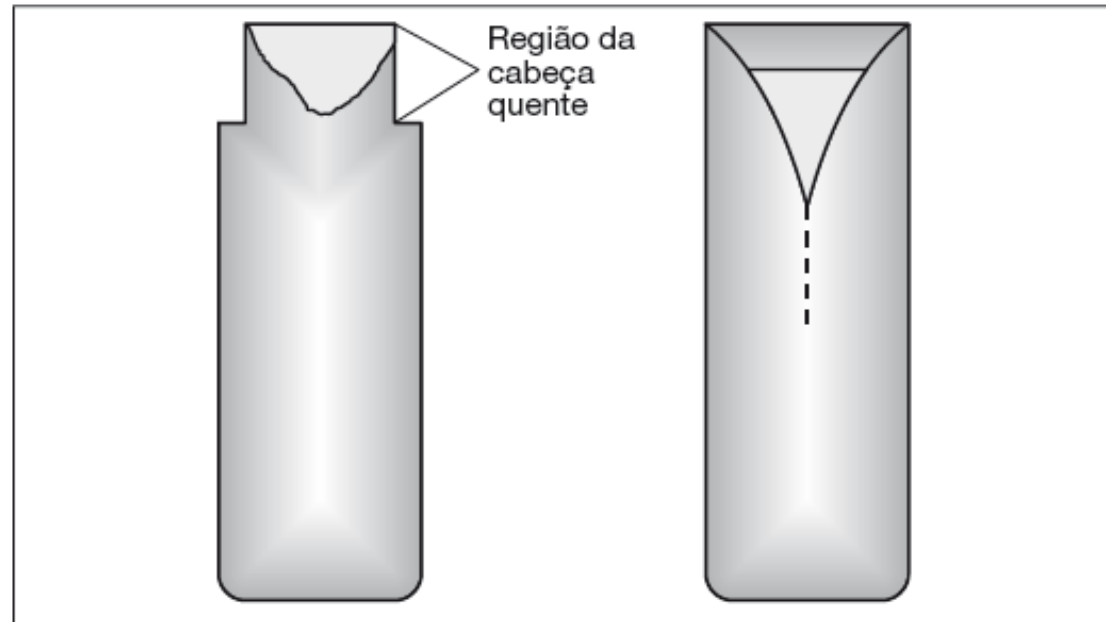
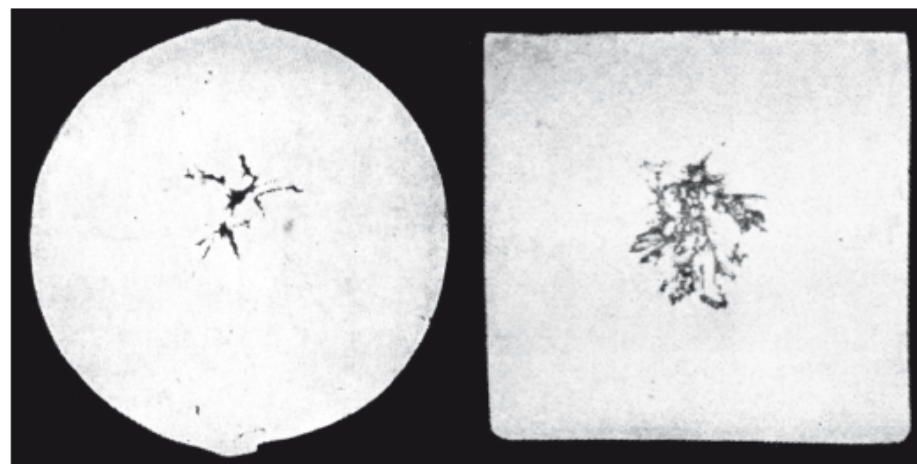


Figura 8.45

Macrografias de exemplos de “restos de vazio” em barras conformadas a quente. Sem ataque.

(Colpaert)



SOLIDIFICAÇÃO

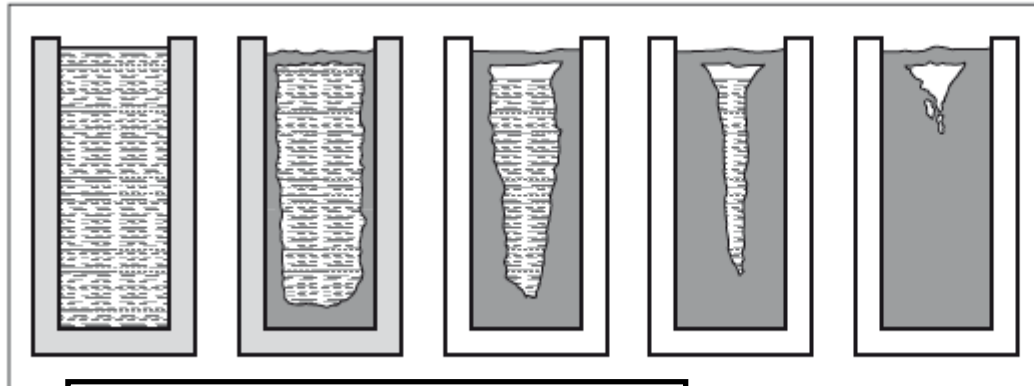
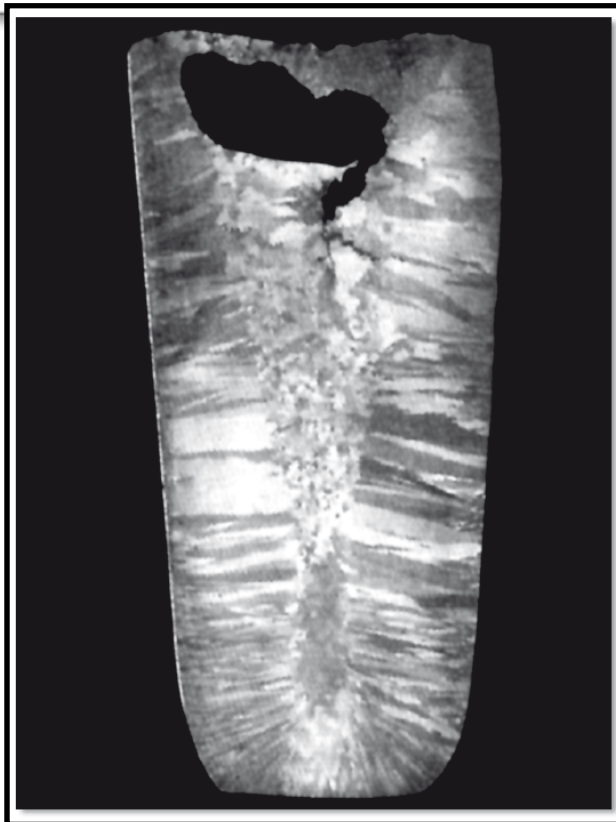
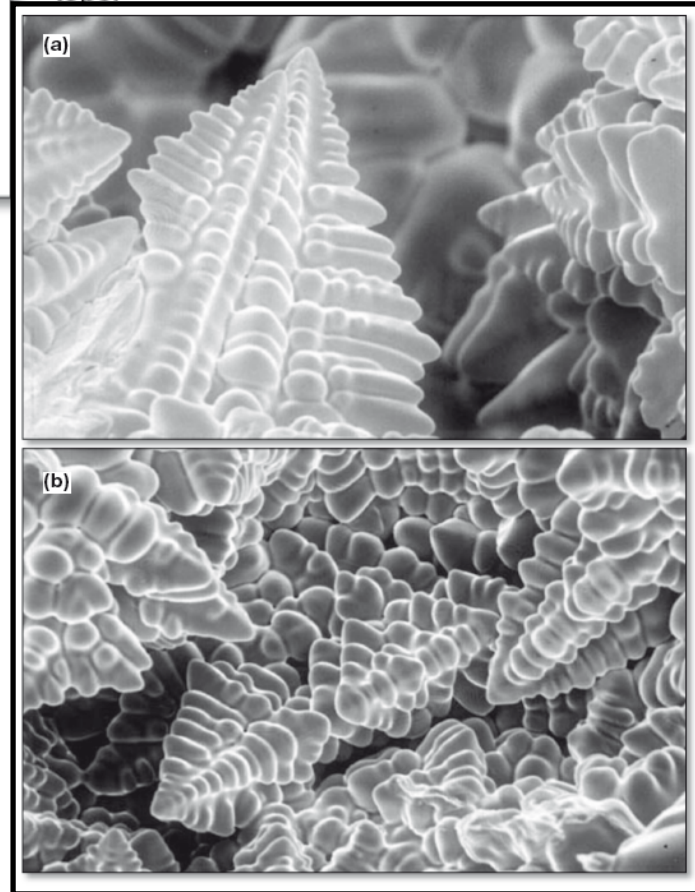


Figura 8.4

Progresso da solidificação em um molde metálico em que a extração de calor se passa, principalmente, pelas laterais e pela base e, de forma secundária, pelo topo.



(Colpaert)



Olivio Figueiredo Terra Ruchert

SOLIDIFICAÇÃO

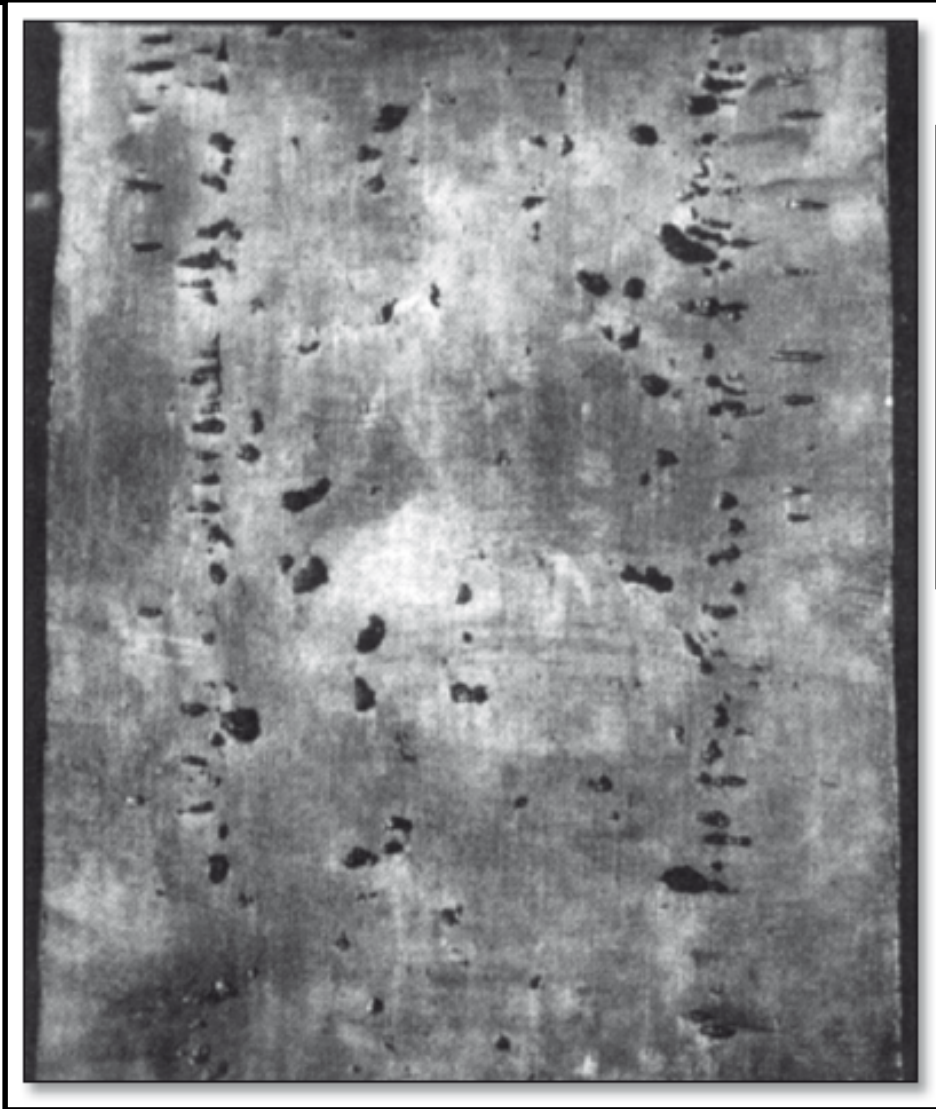


Figura 8.1

Macrografia da seção longitudinal de um lingote de aço efervescente. As bolhas de CO formadas durante a solidificação compensam a contração de solidificação. Sem ataque. [1], pg. 380. Copyright Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Reproduzido com autorização.

(Colpaert)

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

SOLIDIFICAÇÃO

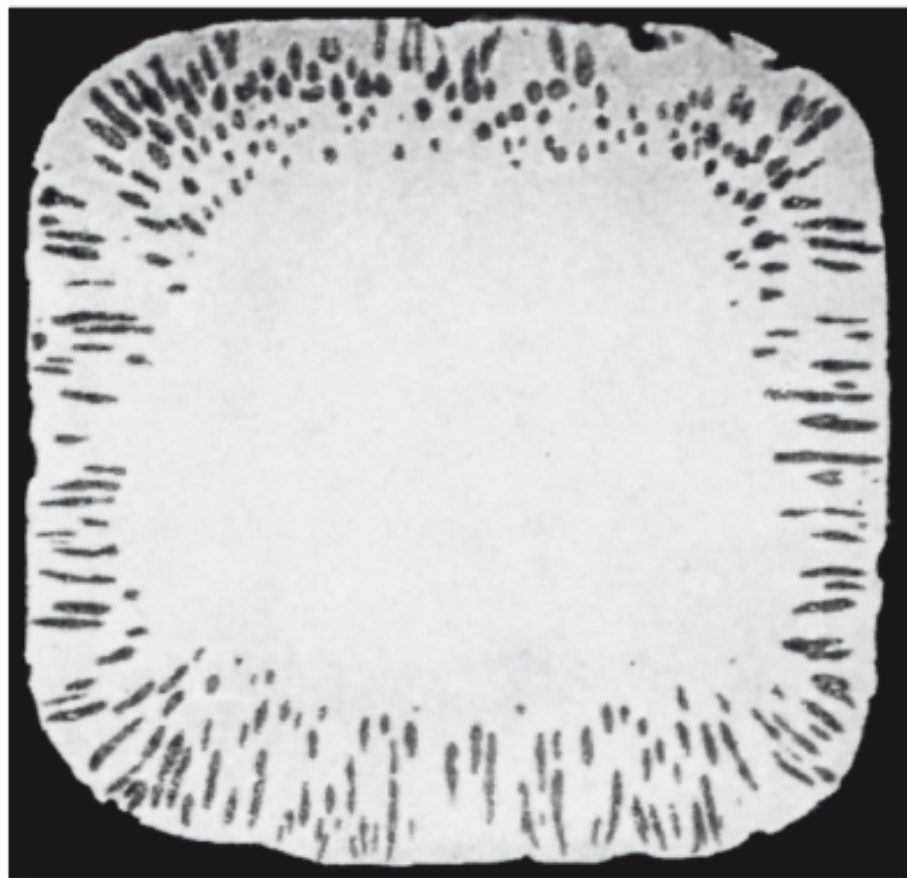


Figura 8.2

Macrografia da seção transversal de um lingote com bolhas junto à superfície. Aspecto típico de lingote de aço efervescente. As bolhas nucleiam após o início da solidificação e crescem na direção de solidificação. Sem ataque.

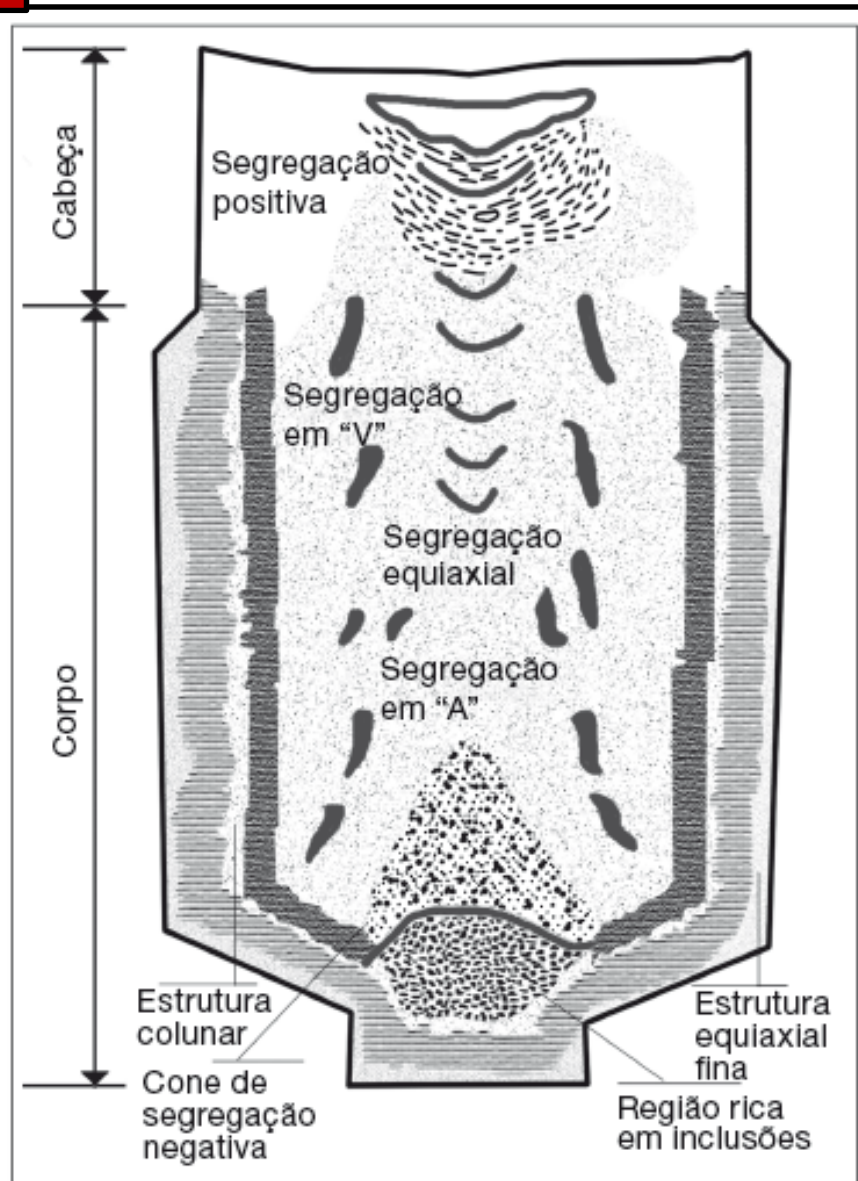
**PIN-HOLES
BLOW-HOLES**

**IMPRESSÃO DE BAUMANN
OU MACROATAQUE:
REAGENTE DE IODO OU
HCl**

(Colpaert)

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

SOLIDIFICAÇÃO



(Colpaert)



**MINÉRIO/SUCATA/CO
QUE/REFRATÁRIO
(S,P,Si)**

**CONVERSORES
(O₂)**

**TRATAMENTOS PARA
ACALMAR
(Ca,Al,Mn,Mg)**

**INCLUSÕES NÃO
METÁLICAS: ENDÓGENAS E
EXÓGENAS**

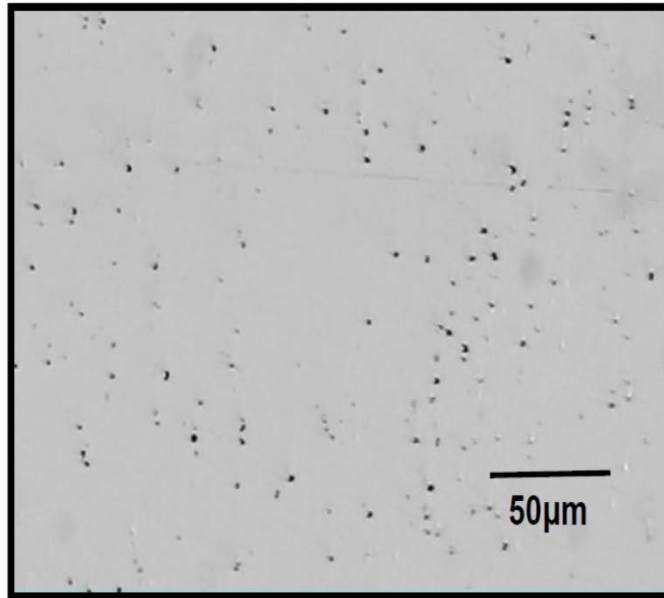
**TIPO A
SULFETOS
(Mn,Fe,Ca)**

**TIPO B
ALUMINA
(Al₂O₃)**

**TIPO C
SILICATOS
(SiO₂)**

**TIPO D
ÓXIDOS
GLOBULARES
(Mn,Fe,Ca)**

(MARCOMINI)



Amostra 3. Inclusões de óxido globular (tipo D), nível 3, série fina e grossa.



INCLUSÕES DE SULFETO-
1000X

análise de microinclusões do CP3. Tipos A,B, nível1, série fina

**ANÁLISE DE INCLUSÕES: AMOSTRA LONGITUDINAL,
SEM ATAQUE
AUMENTO DE 100X**



Figura 17 – Microinclusões tipo C, série fina , nível 3 e tipo D série fina , nível 2, conforme ASTM E 45.

(MARCOMINI)



Amostra da chapa – Micrografia acusando a presença de silicatos. Aumento: 1000X
.Ataque: Nital 3%

(MARCOMINI)

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

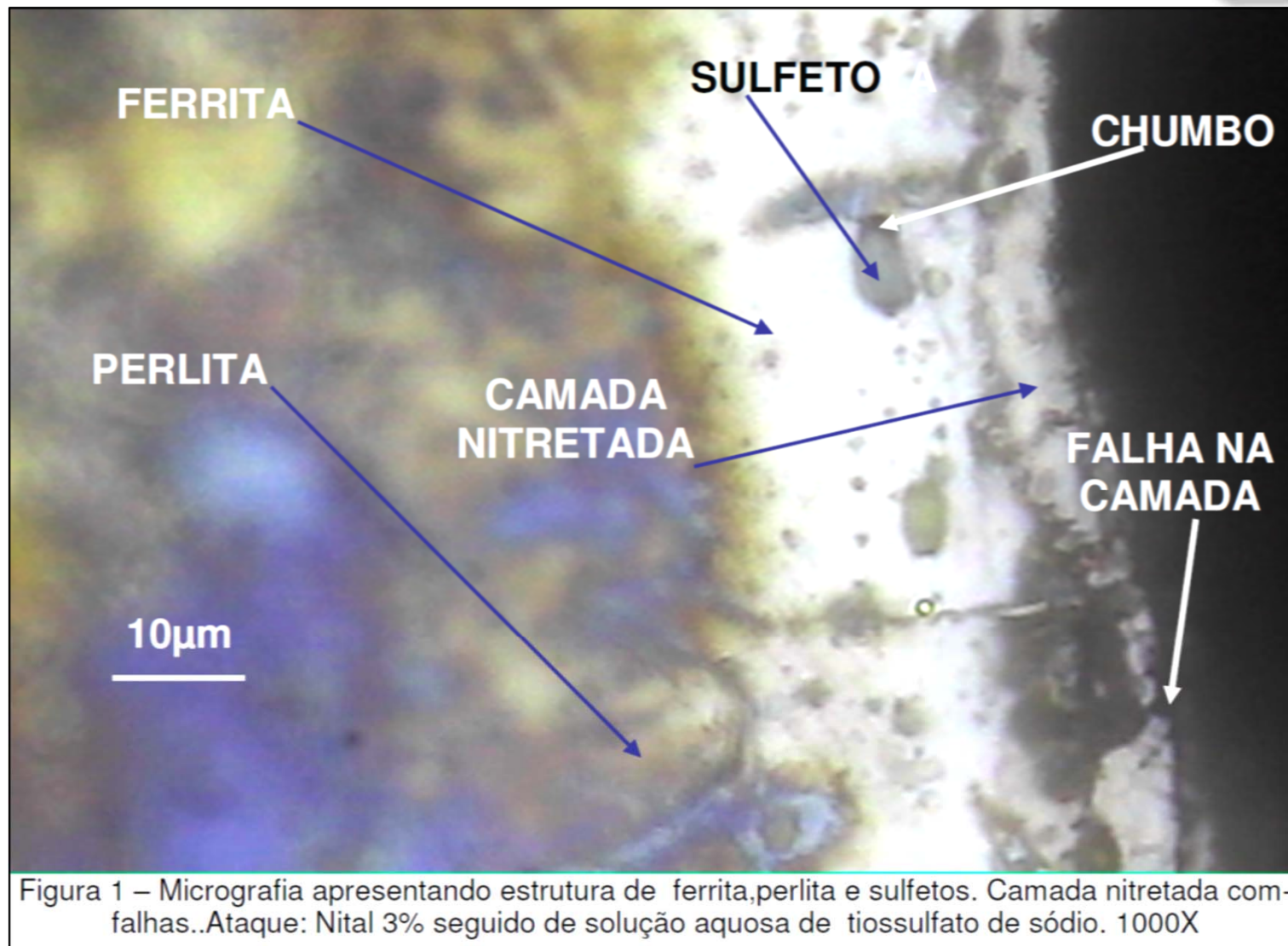
**ANÁLISE DE INCLUSÕES: AMOSTRA LONGITUDINAL,
SEM ATAQUE
AUMENTO DE 100X**



Figura 4 – Micrografia apresentando sulfetos tipo médio curto com boa distribuição.

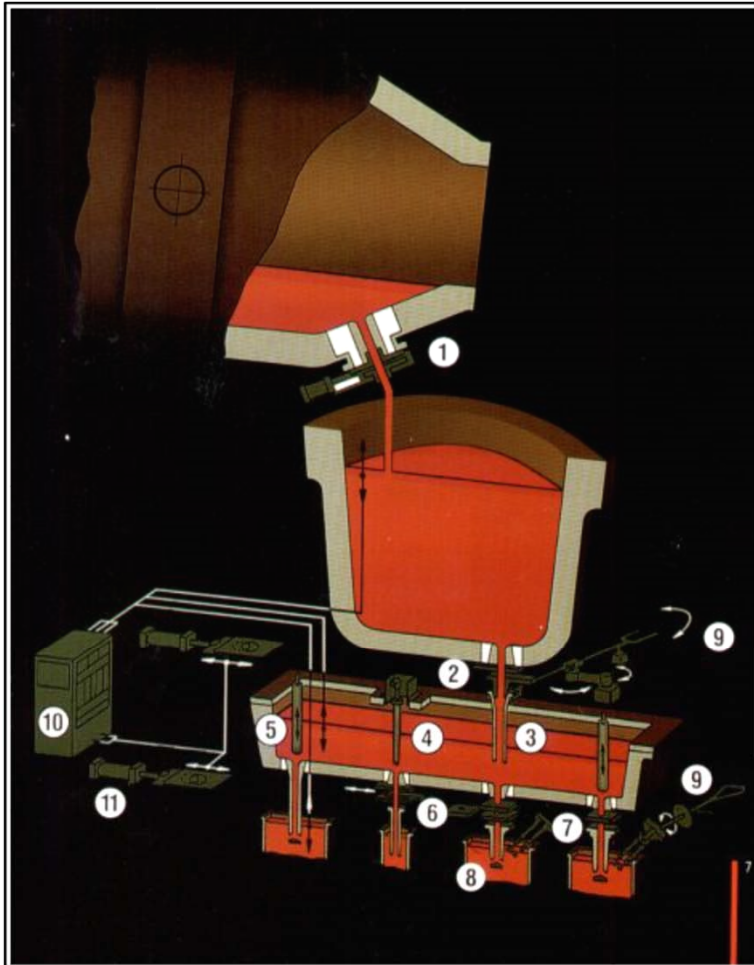
Material ABNT 1213/ DIN 9SMn28 Rd. 22,22mm trefilado

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert



Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

Lingotamento Contínuo



(www.kaptandemir.com.tr)

(www.edef.net)

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

Lingotamento Contínuo

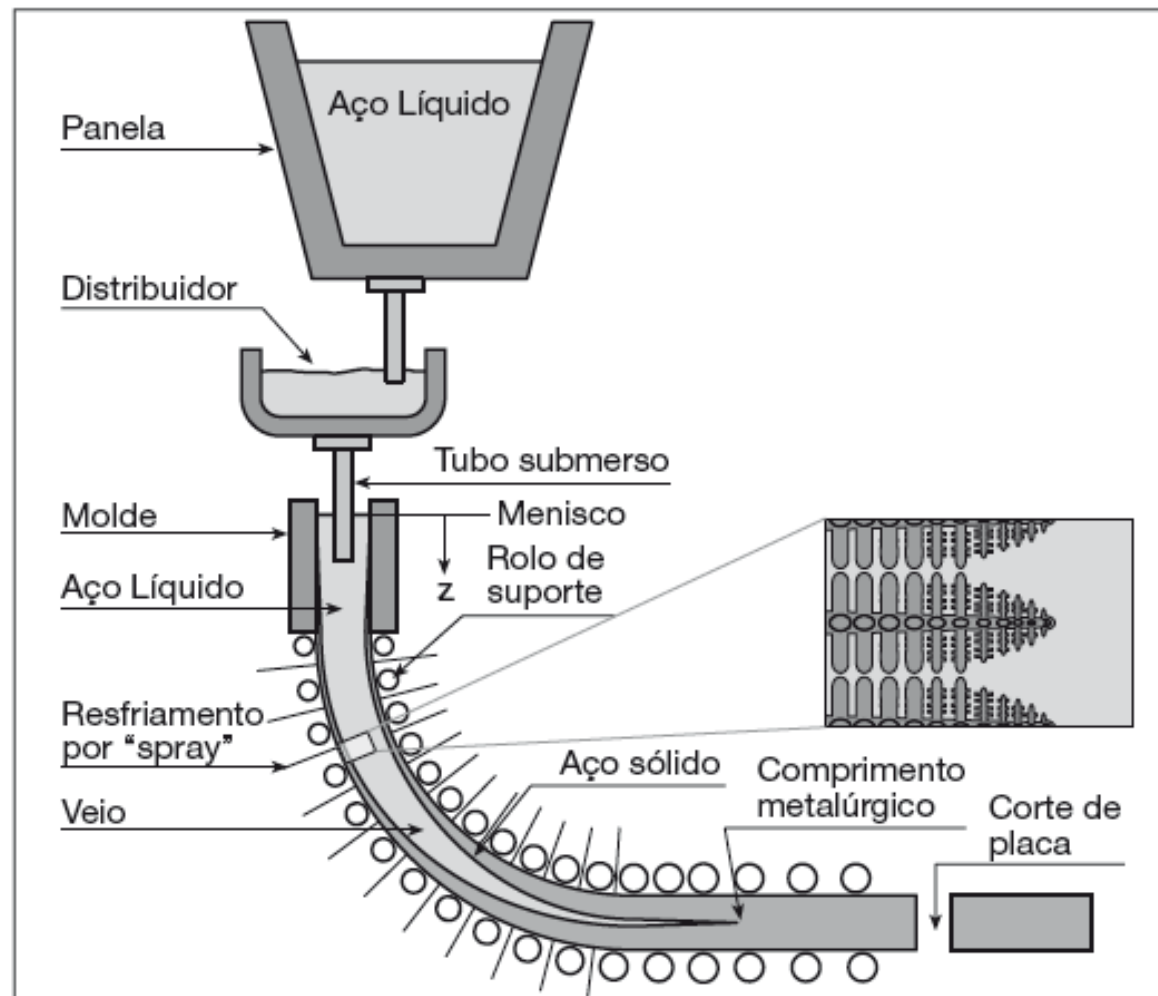


SOLIDIFICAÇÃO

Figura 8.48

Esquema de uma máquina de lingotamento contínuo. A solidificação é concluída vários metros abaixo do nível do menisco formado no interior do molde (comprimento metalúrgico). Velocidades de lingotamento (ou do veio) da ordem de 1 a 2 m/min são típicas. Como o veio é curvo, a estrutura não é perfeitamente simétrica (ver Figura 8.52).

(Colpaert)



SOLIDIFICAÇÃO

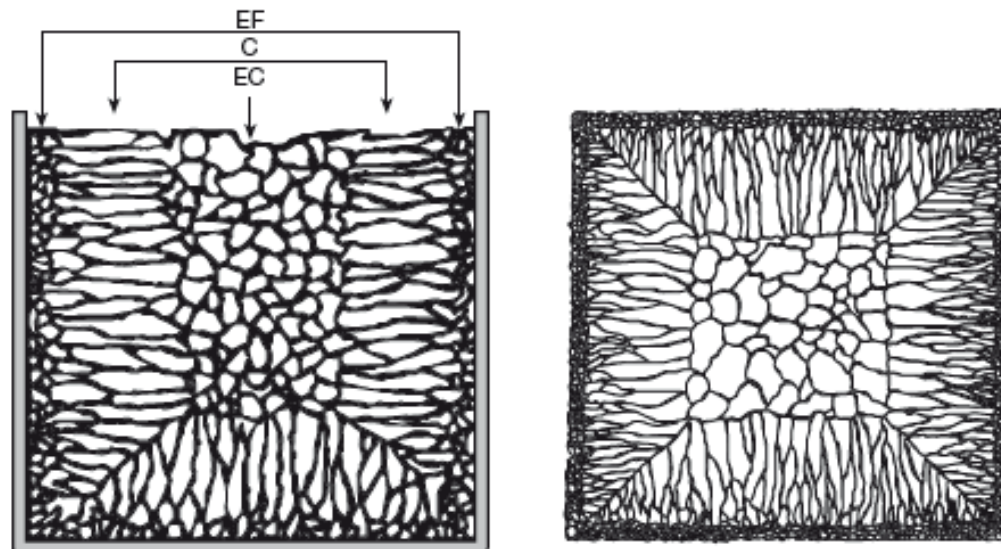


Figura 8.49

Diferentes estruturas em um lingote: Zona Equiaxial Fina (EF), Zona Colunar (C) e Zona Equiaxial Central (EC). A extensão de cada zona depende do material solidificado e das condições de solidificação. À esquerda, corte longitudinal (parcial) e à direita, corte transversal. As mesmas estruturas ocorrem em produtos de lingotamento contínuo. [5]

(Colpaert)

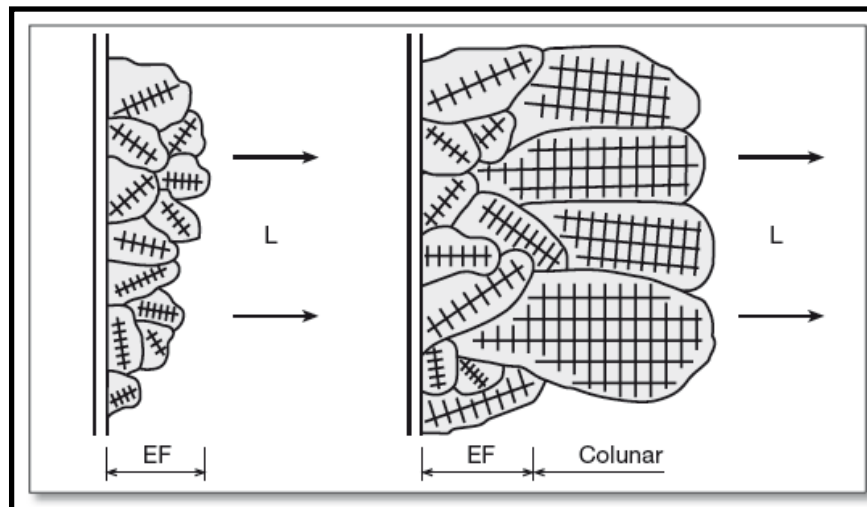


Figura 8.50

Transição da zona de cristais equiaxiais finos (EF) para zona de crescimento colunar. Os grãos com orientação cristalográfica favorável em relação à direção de extração de calor crescem mais rápido e dominam a estrutura. [5]

gueiredo Terra Ruchert

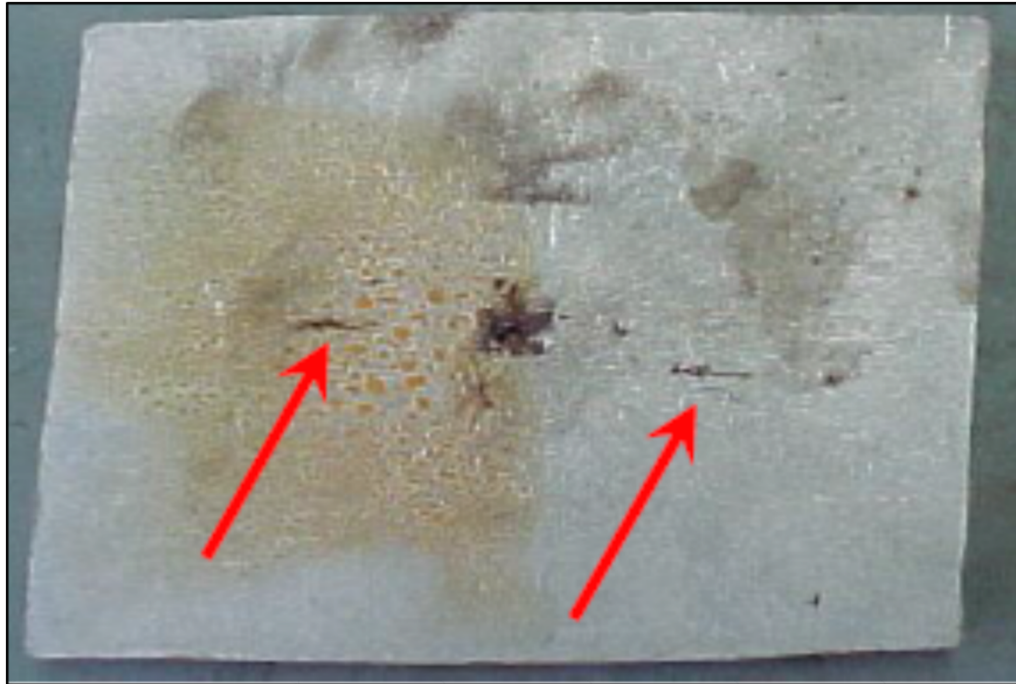


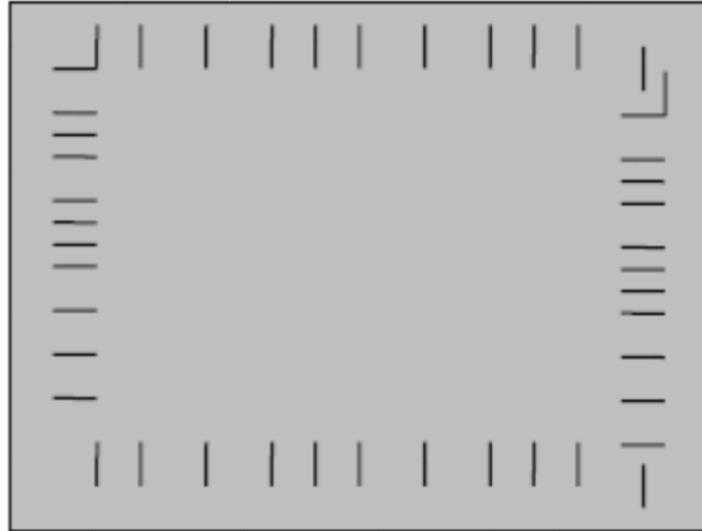
Blowholes



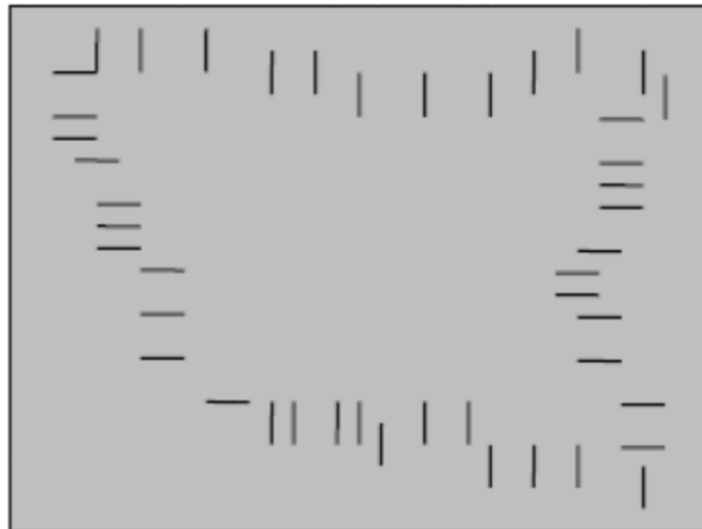
Pinholes

TRINCAS INTERNAS NO TARUGO DE LC – CAUSAS TENSÕES DURANTE A SOLIDIFICAÇÃO



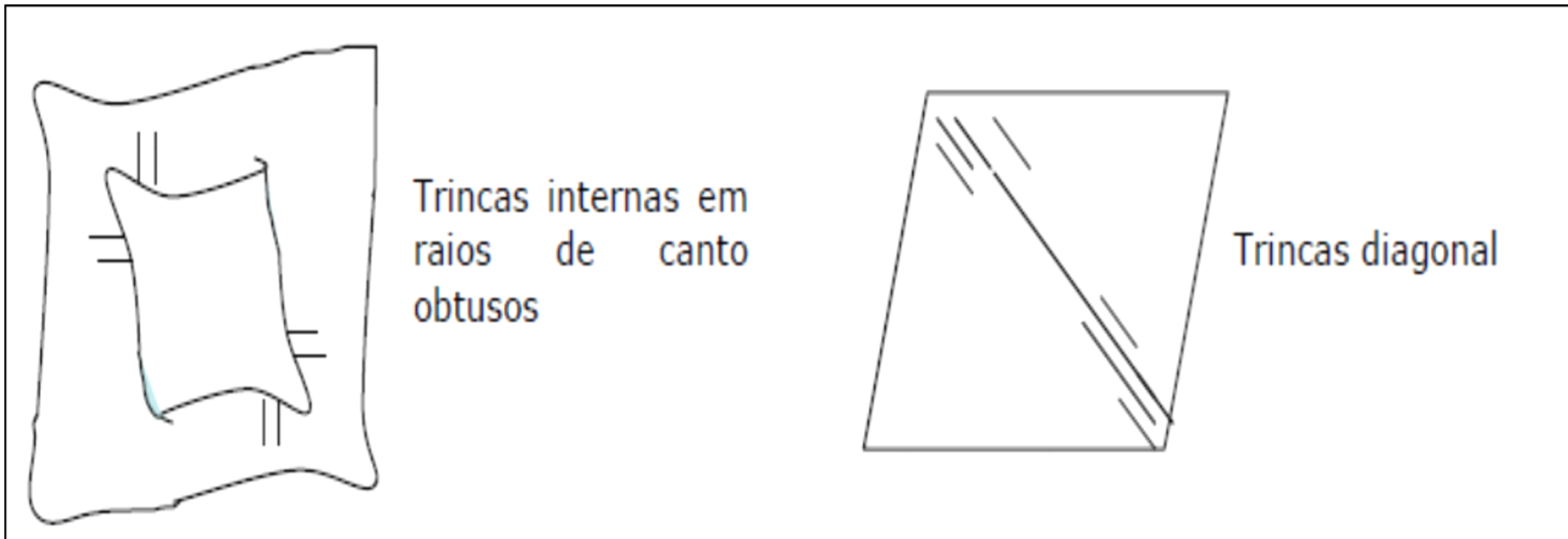


Trincas interdendríticas localizadas abaixo da zona coquilhada em um tarugo de lingotamento contínuo.

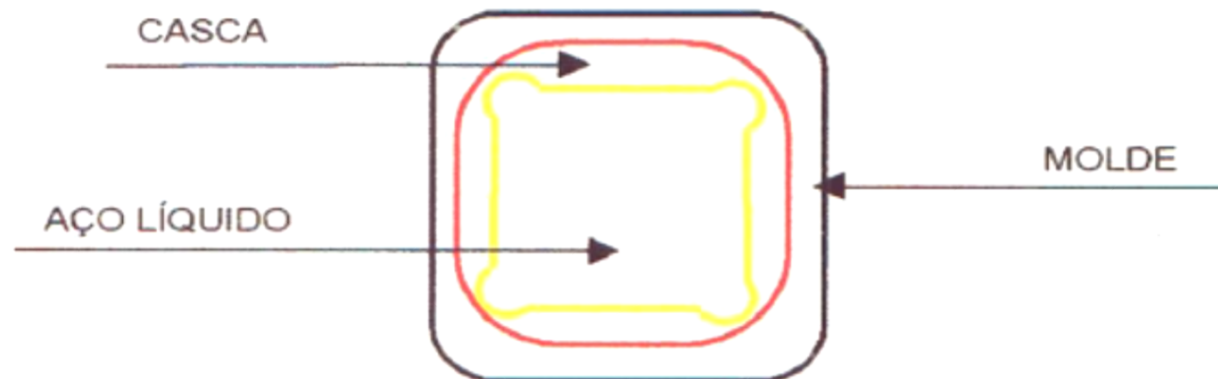


Localização das trincas interdendríticas quando a camada coquilhada é irregular (resfriamento desigual das paredes do molde).

TRINCAS INTERNAS NO TARUGO DE LC – CAUSAS DEFEITO DE FORMA: ROMBOIDAL

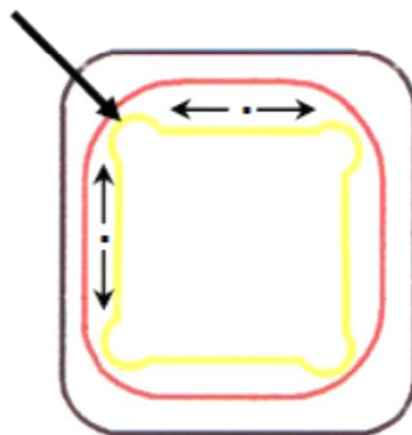


COMO SURGE A FORMA ROMBOIDAL?



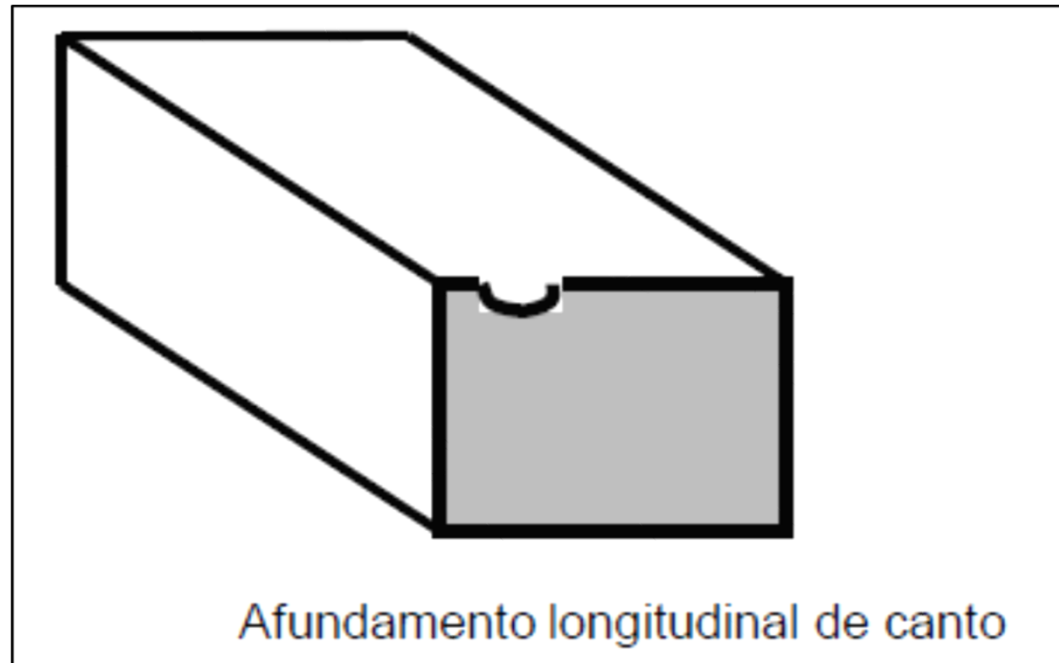
A casca solidificada é mais fina e tem maior folga nos cantos.

C – Como consequência, se a folga de contração é maior no canto, as forças de contração agem mais ou menos assim:

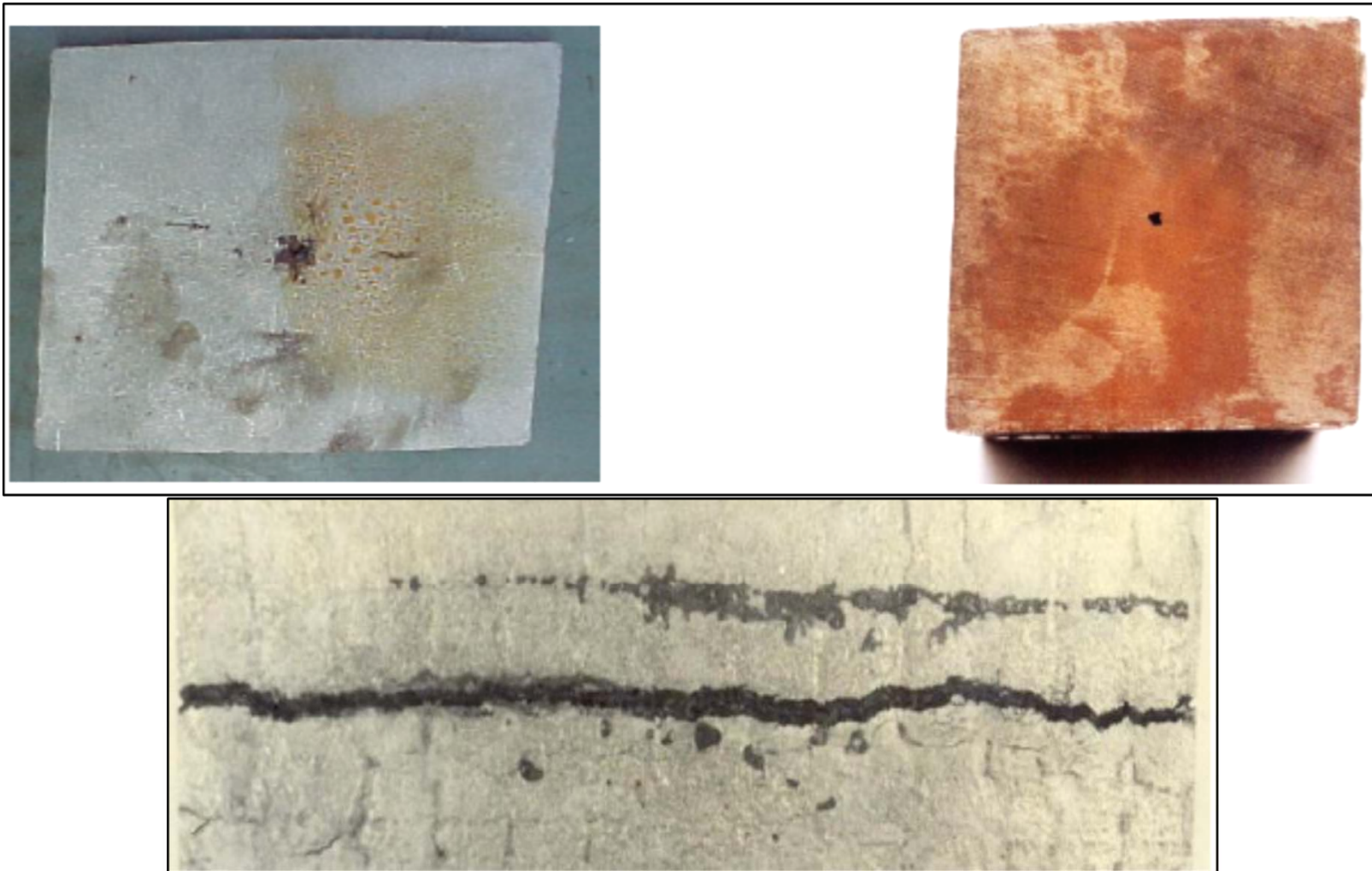


As forças de contração tracionam a casca solidificada, deformando mais no canto, que é a zona mais fina.

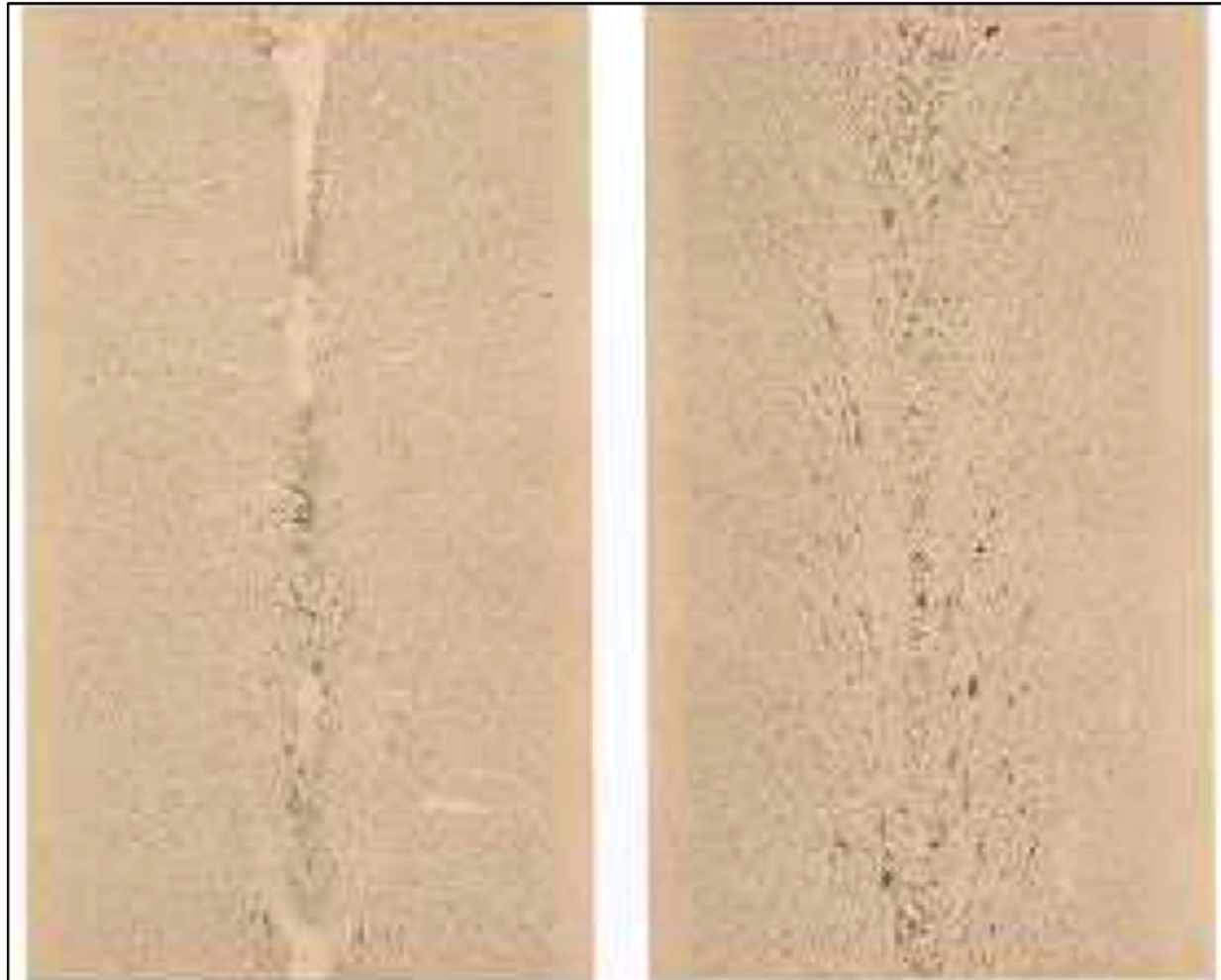
**ESTE DEFITO DÁ ORIGEM À ESFOLIAÇÃO NA
TREFILAÇÃO!!!**



RECHUPE CENTRAL

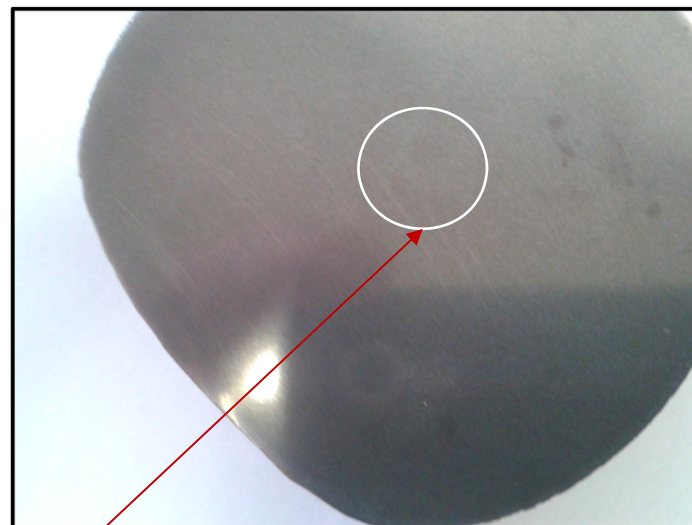
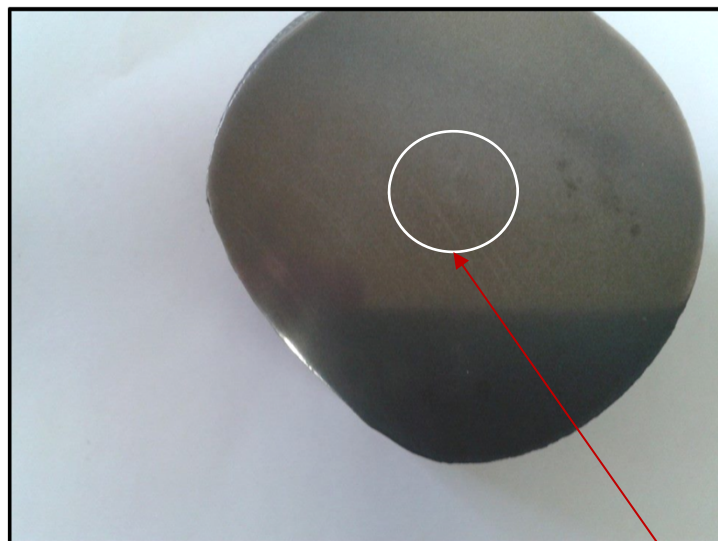


Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert



Influência do agitador na estrutura de solidificação[Danieli]

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert



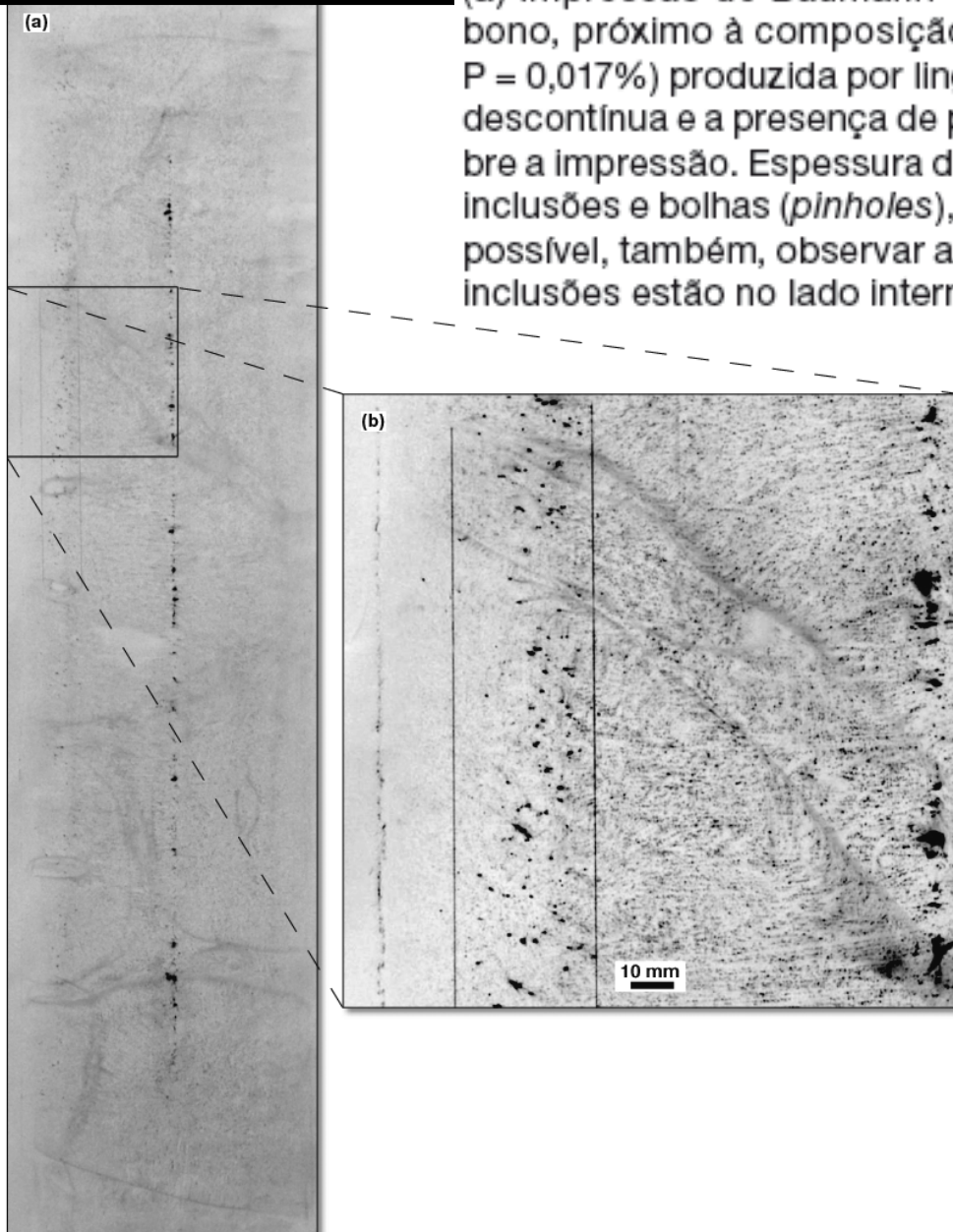
BANDA BRANCA

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

SOLIDIFICAÇÃO

Figura 8.64

(a) Impressão de Baumann⁽¹⁶⁾ no plano transversal de placa de aço baixo carbono, próximo à composição peritetóide (C = 0,13%, Mn = 0,65%, S = 0,010%, P = 0,017%) produzida por lingotamento contínuo. Observa-se segregação central descontínua e a presença de pequenos defeitos indicados pelas retas traçadas sobre a impressão. Espessura da placa 250 mm. (b) Detalhe da região com pequenas inclusões e bolhas (*pinholes*), marcadas pelas retas traçadas sobre a impressão. É possível, também, observar a estrutura colunar e as descontinuidades centrais. As inclusões estão no lado interno (ou superior) da curvatura da máquina.



(Colpaert)

ueiredo Terra Ruchert

**TODAS AS DESCONTINUIDADES OU
DEFEITOS ORIUNDOS DO
LINGOTAMENTO SE AGRAVAM NOS
PROCESSOS DE CONFORMAÇÃO.**

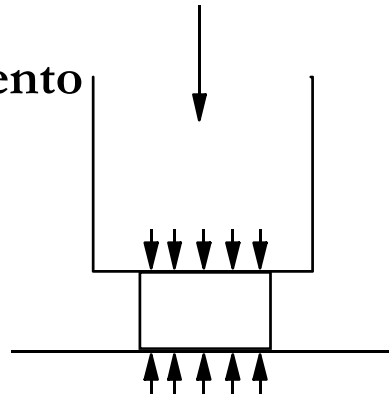
Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

PROCESSOS DE CONFORMAÇÃO

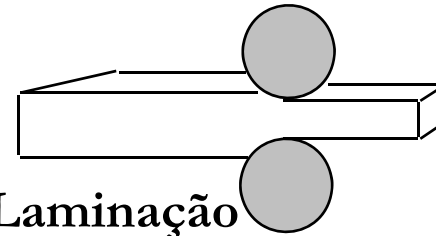
Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

PRINCÍPAIS TIPOS DE CONFORMAÇÃO

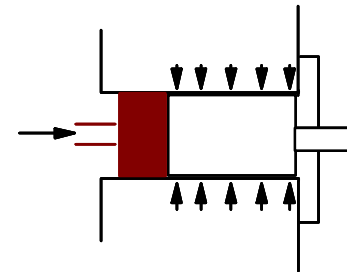
Forjamento



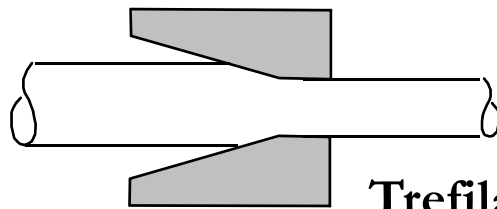
Laminação



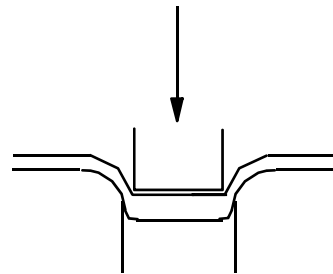
Extrusão



Trefilação



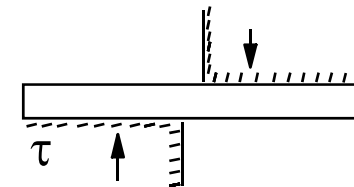
Embutimento
Profundo



Estiramento

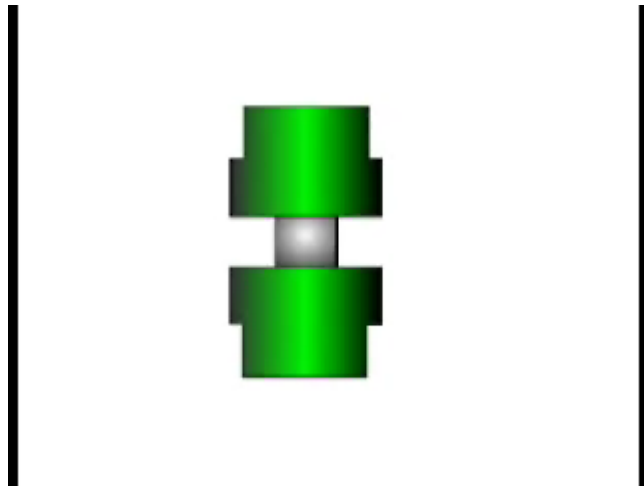


Cisalhamento

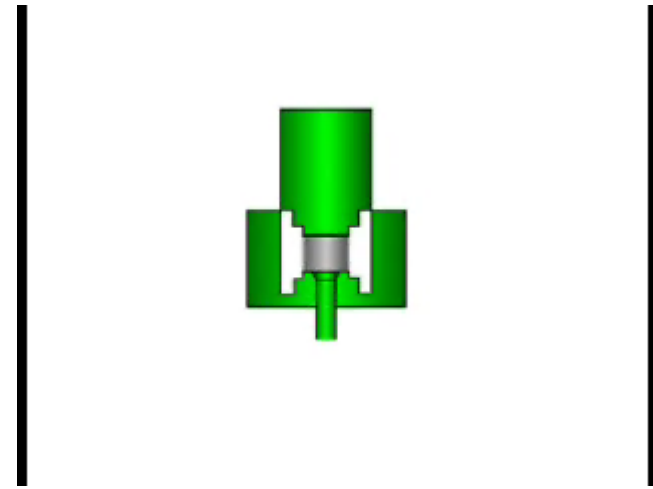


Forjamento

FORJAMENTO (Quente ou Frio)

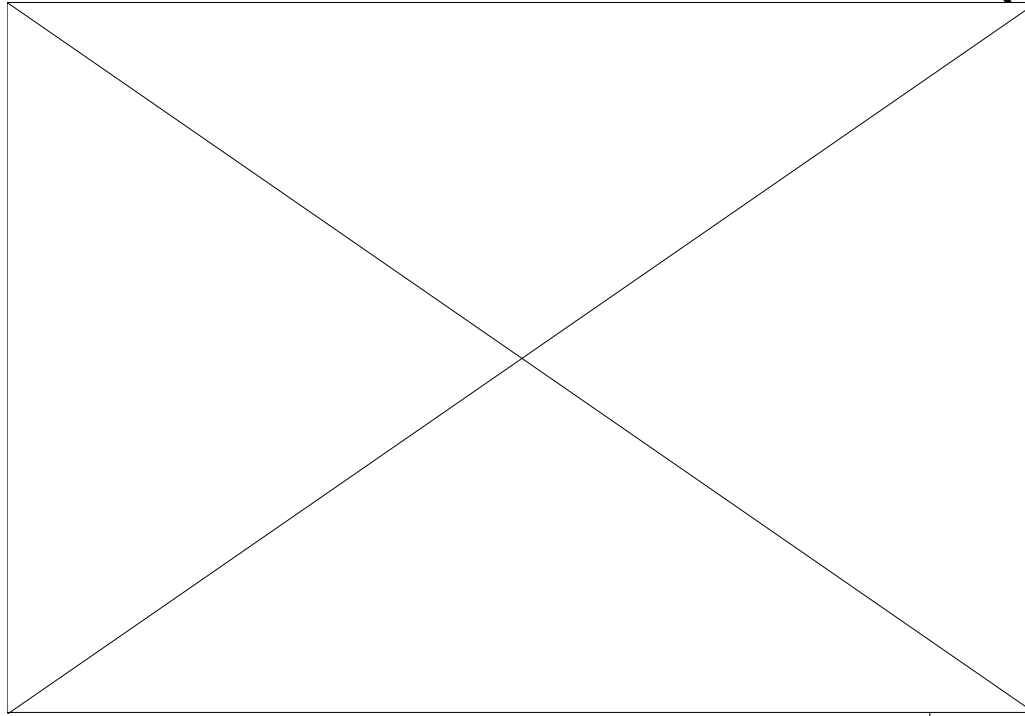


MATRIZ ABERTA

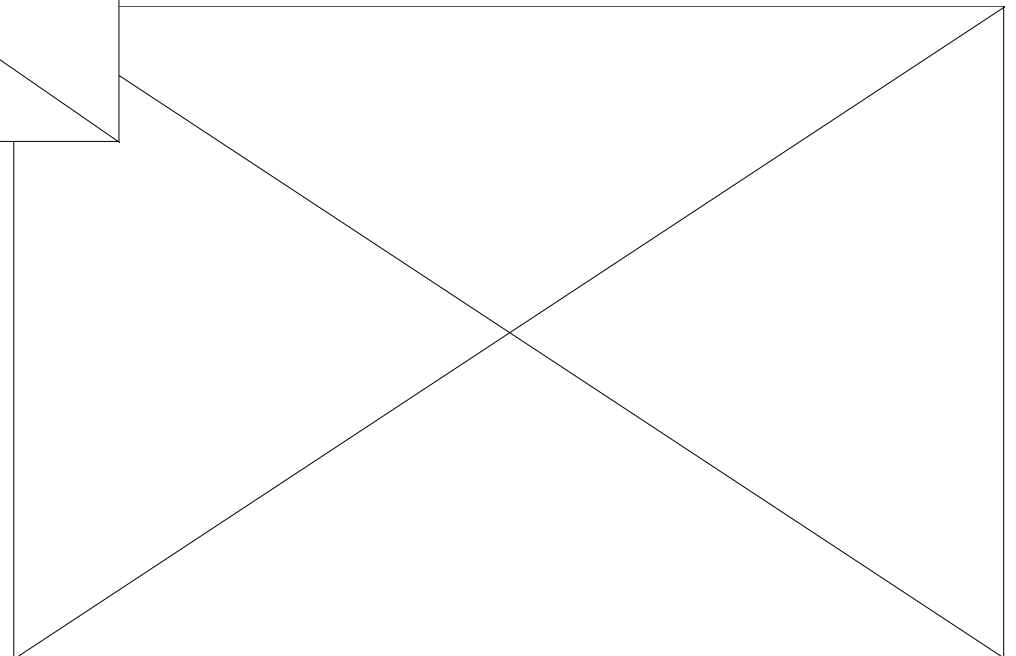


MATRIZ FECHADA S/
REBARBAS

FORJAMENTO (Quente ou Frio)

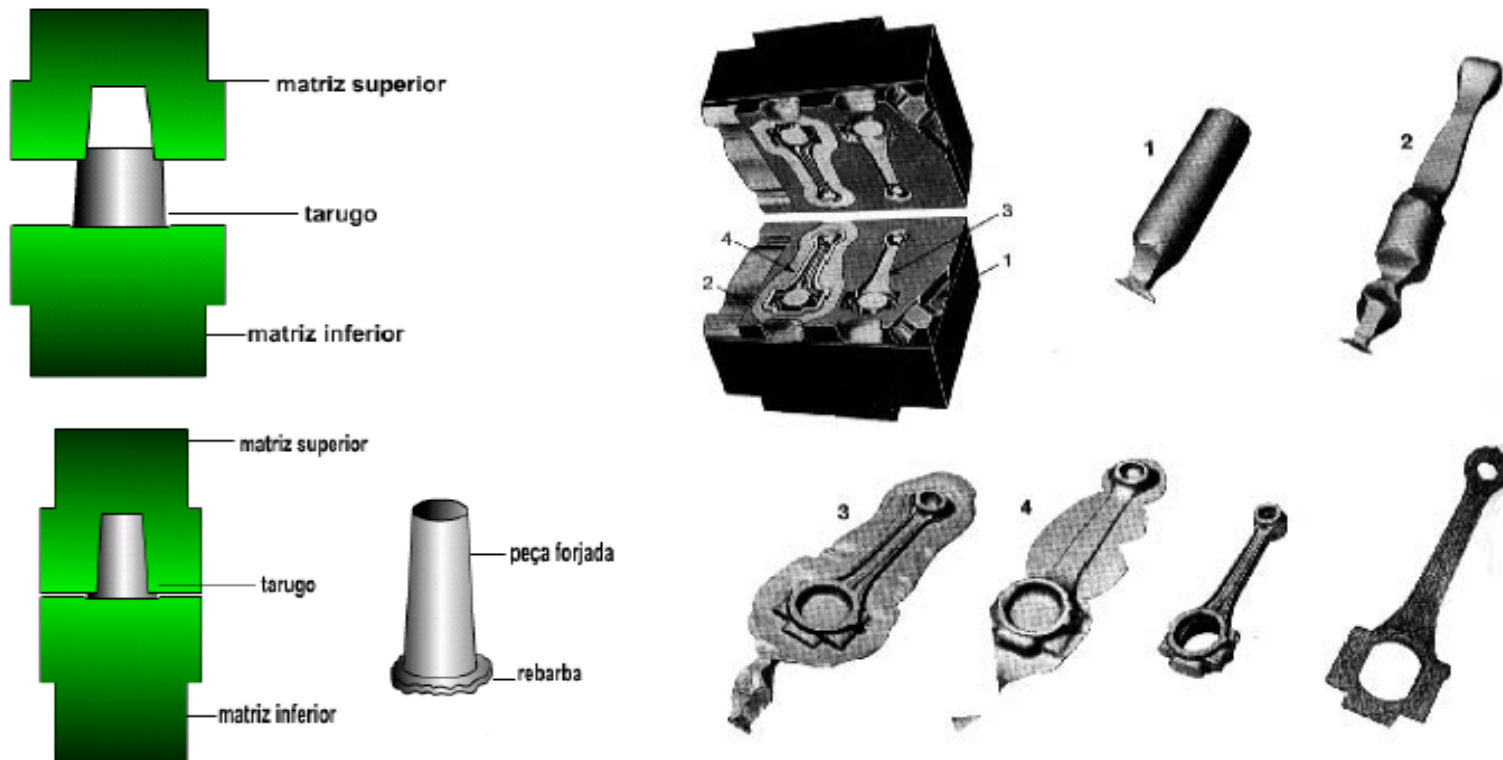


Forjamento em Matriz Aberta

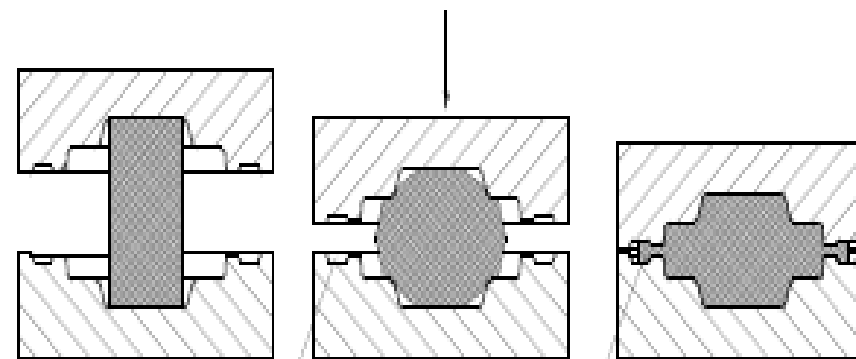


Forjamento em Matriz Fechada

FORJAMENTO

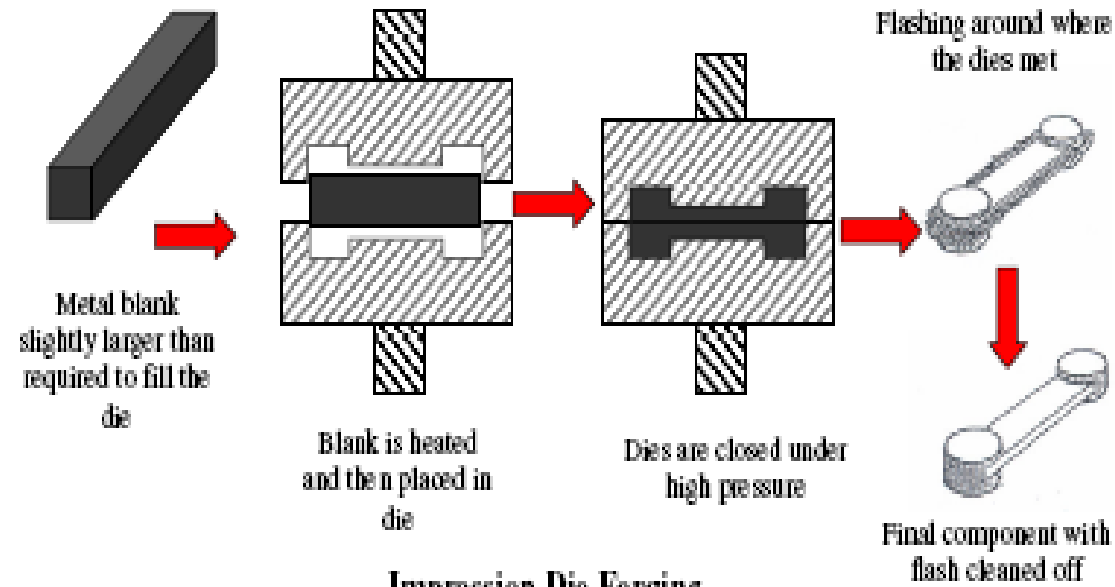


MATRIZ FECHADA C/ REBARBA



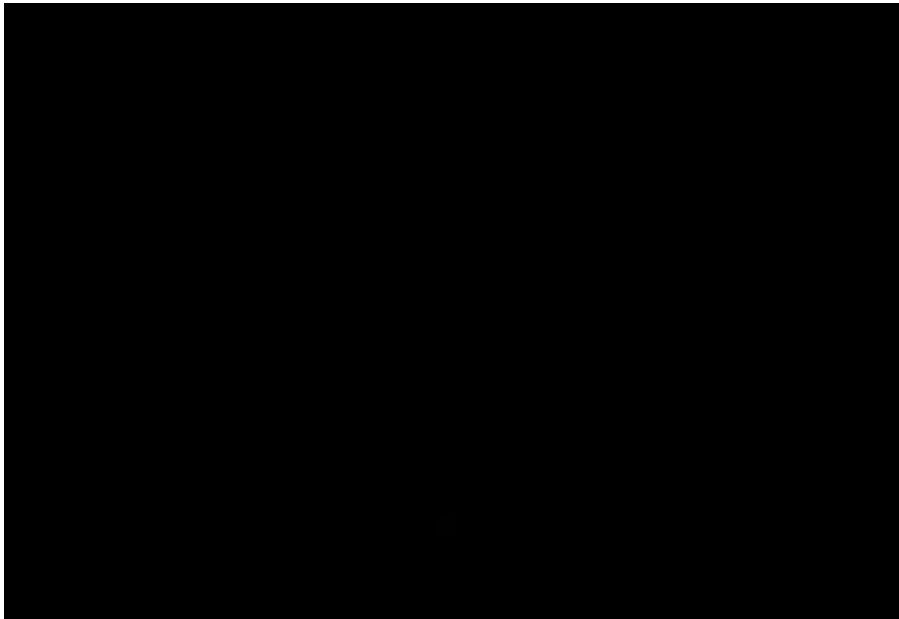
Flash gutter

Flash

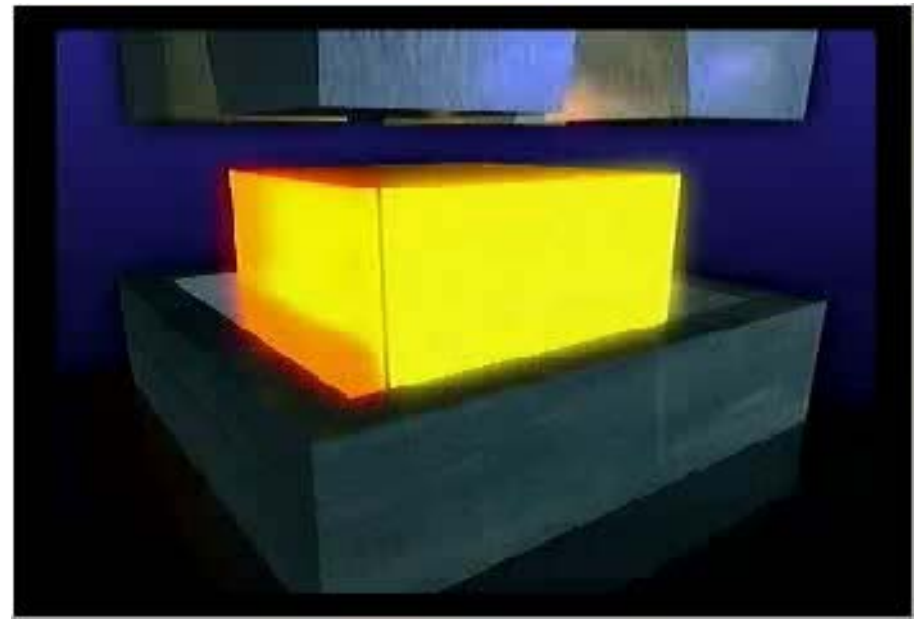


Impression Die Forging

Exemplos Forjamento a Quente

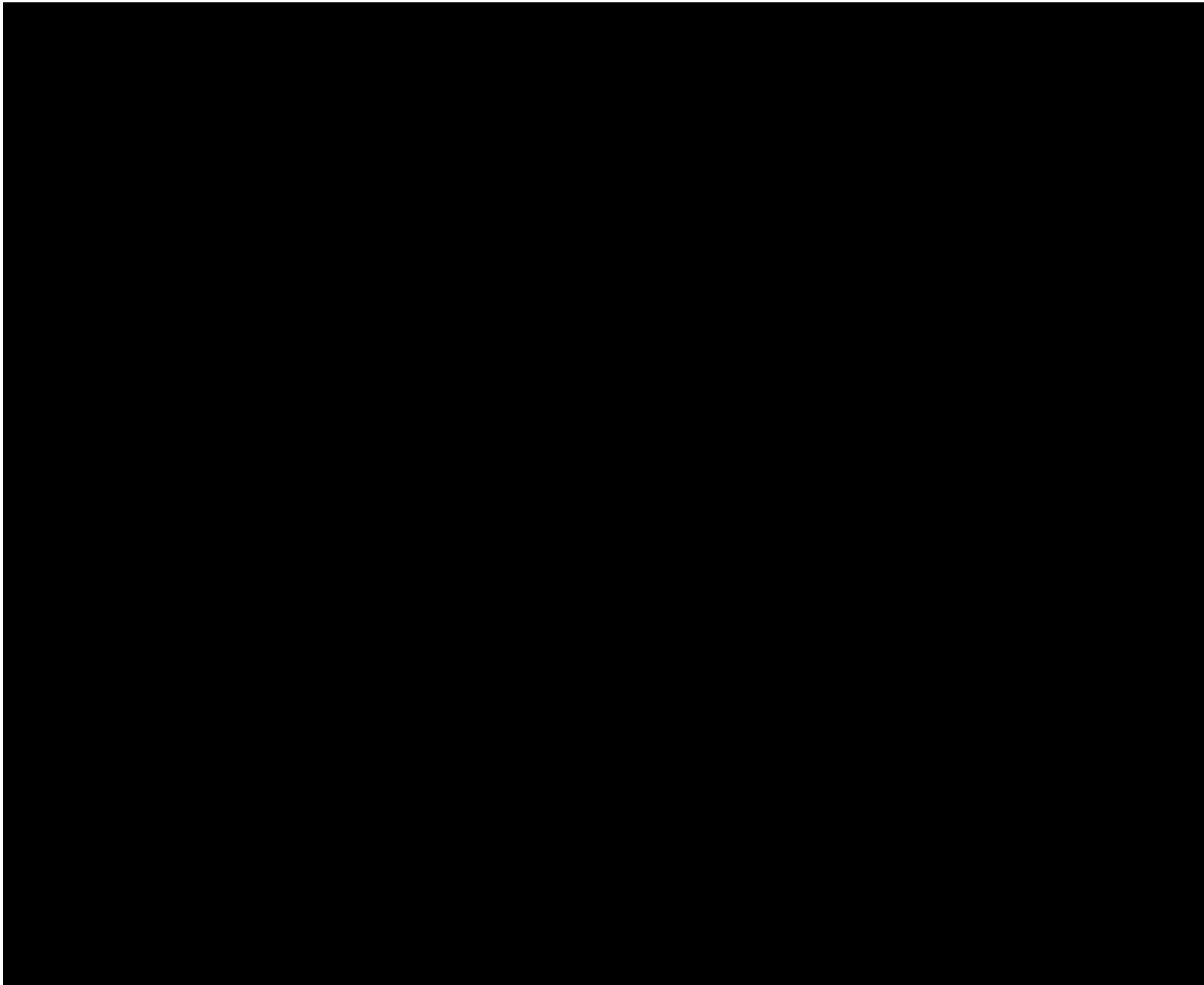


Matriz Aberta



Matriz Fechada
(simulação)

Open Die Forging



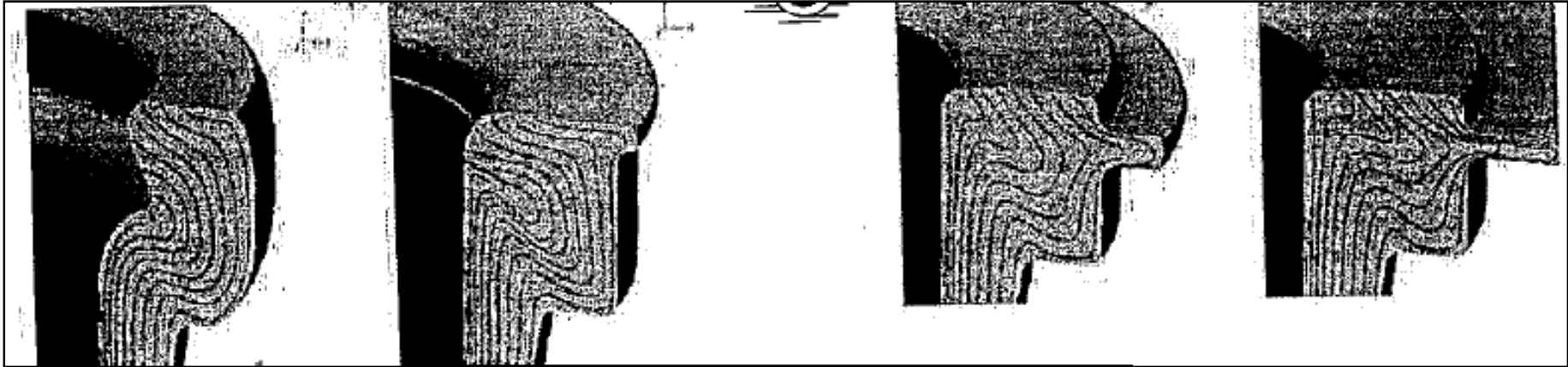


Forjamento a Quente
(Matriz Aberta)

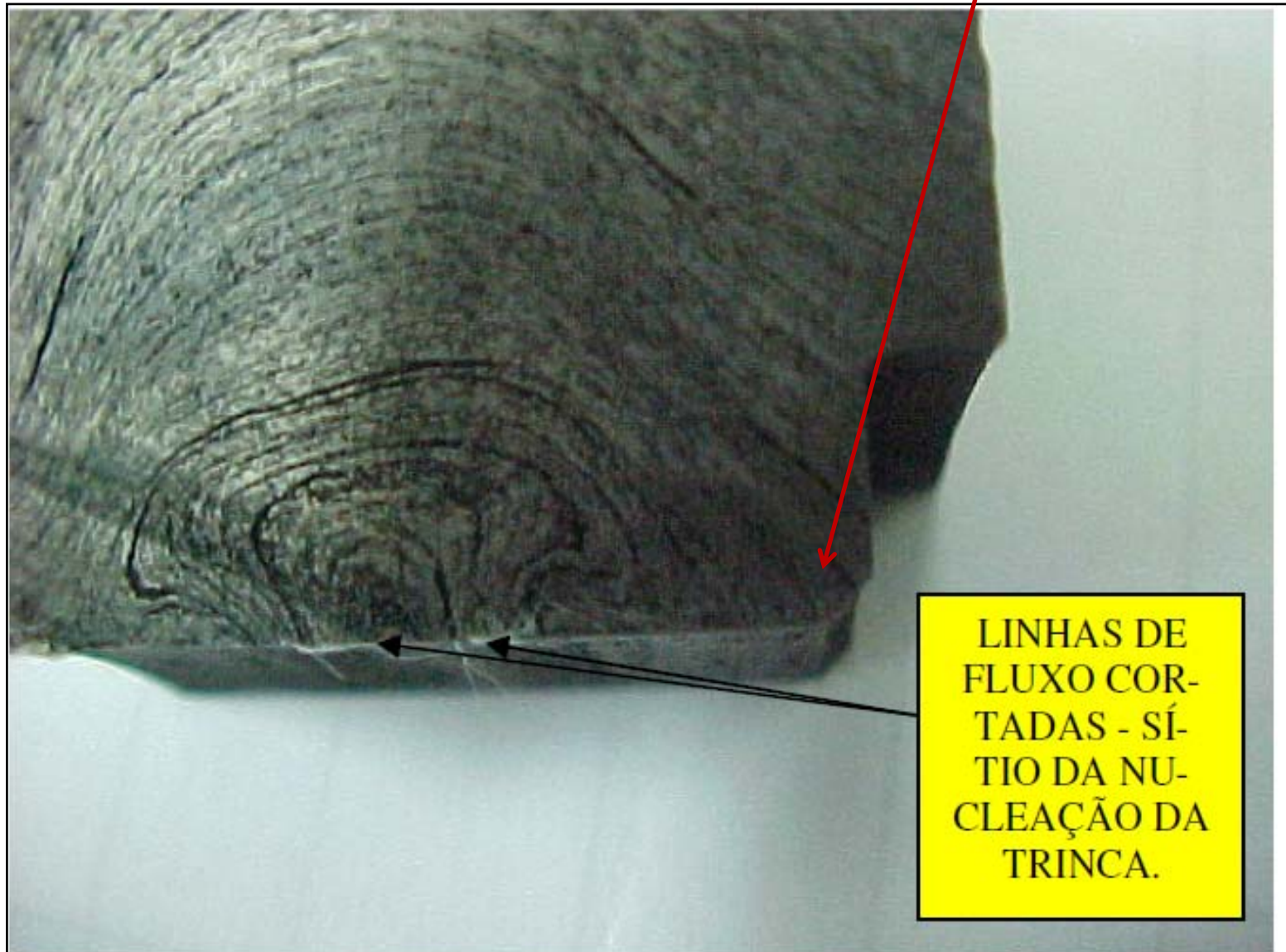
Forjamento a Quente
(Matriz Fechada)

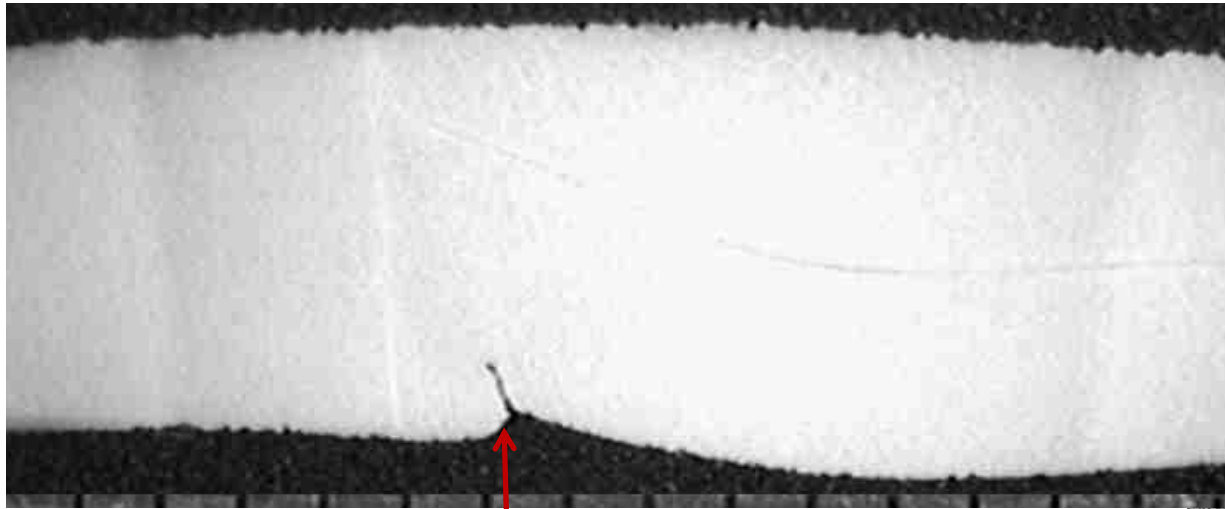


DOBRA DE FORJAMENTO



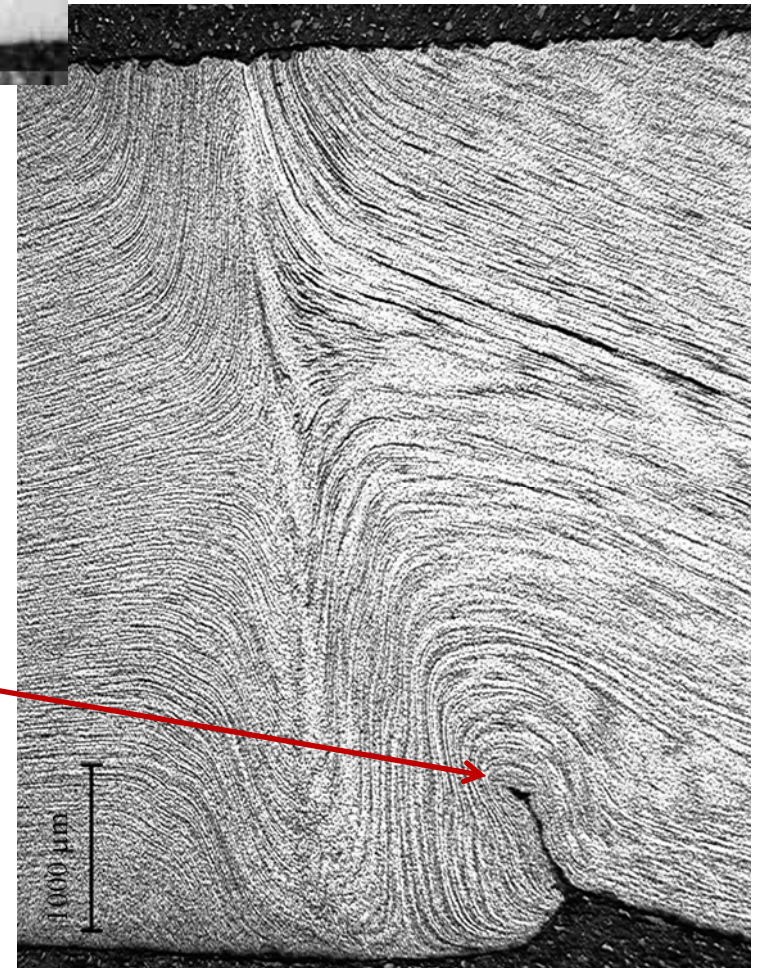
DOBRAS DE FORJAMENTO





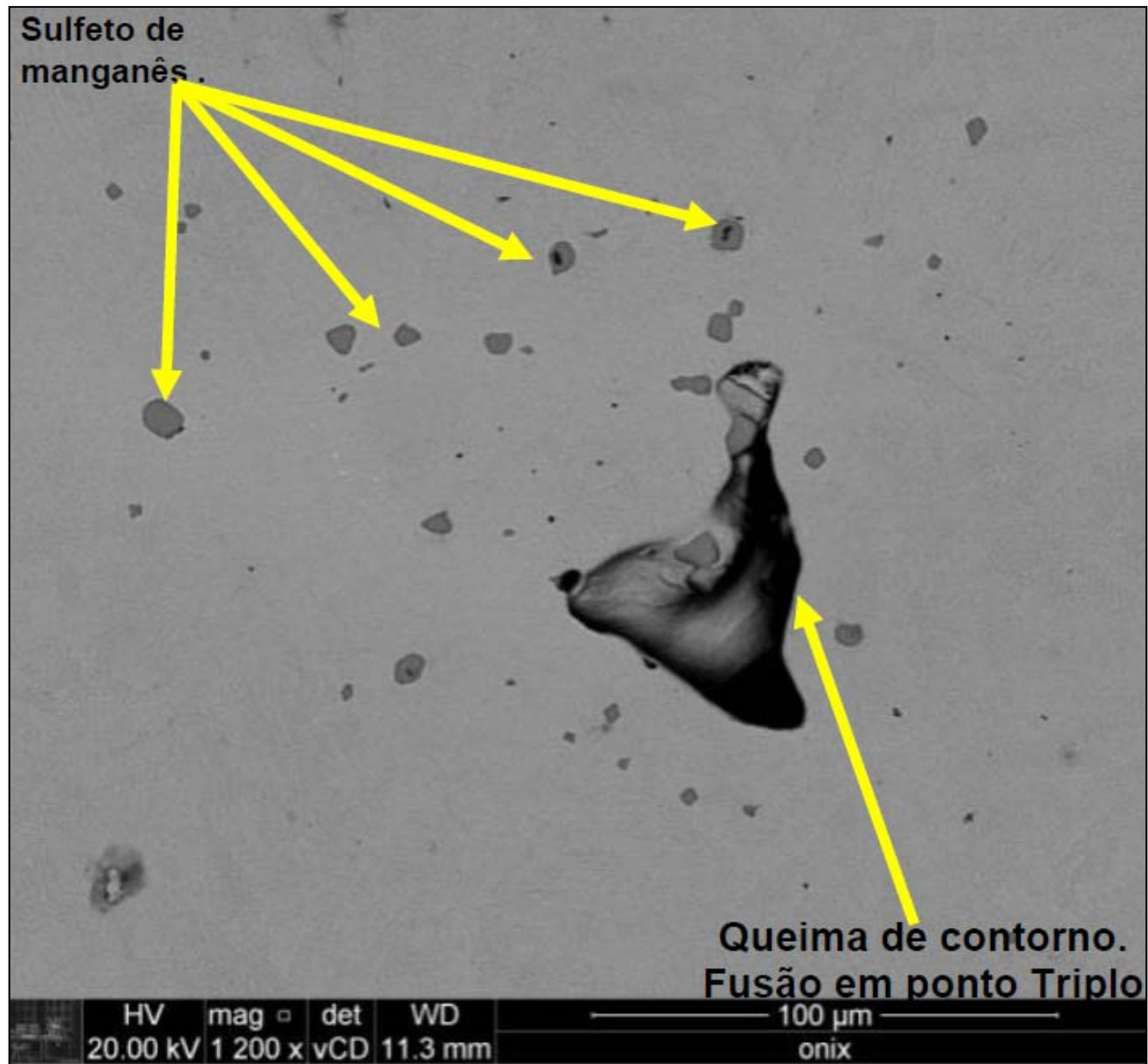
DOBRAS DE FORJAMENTO

LINHAS DE
FLUXO COR-
TADAS - SÍ-
TIO DA NU-
CLEAÇÃO DA
TRINCA.



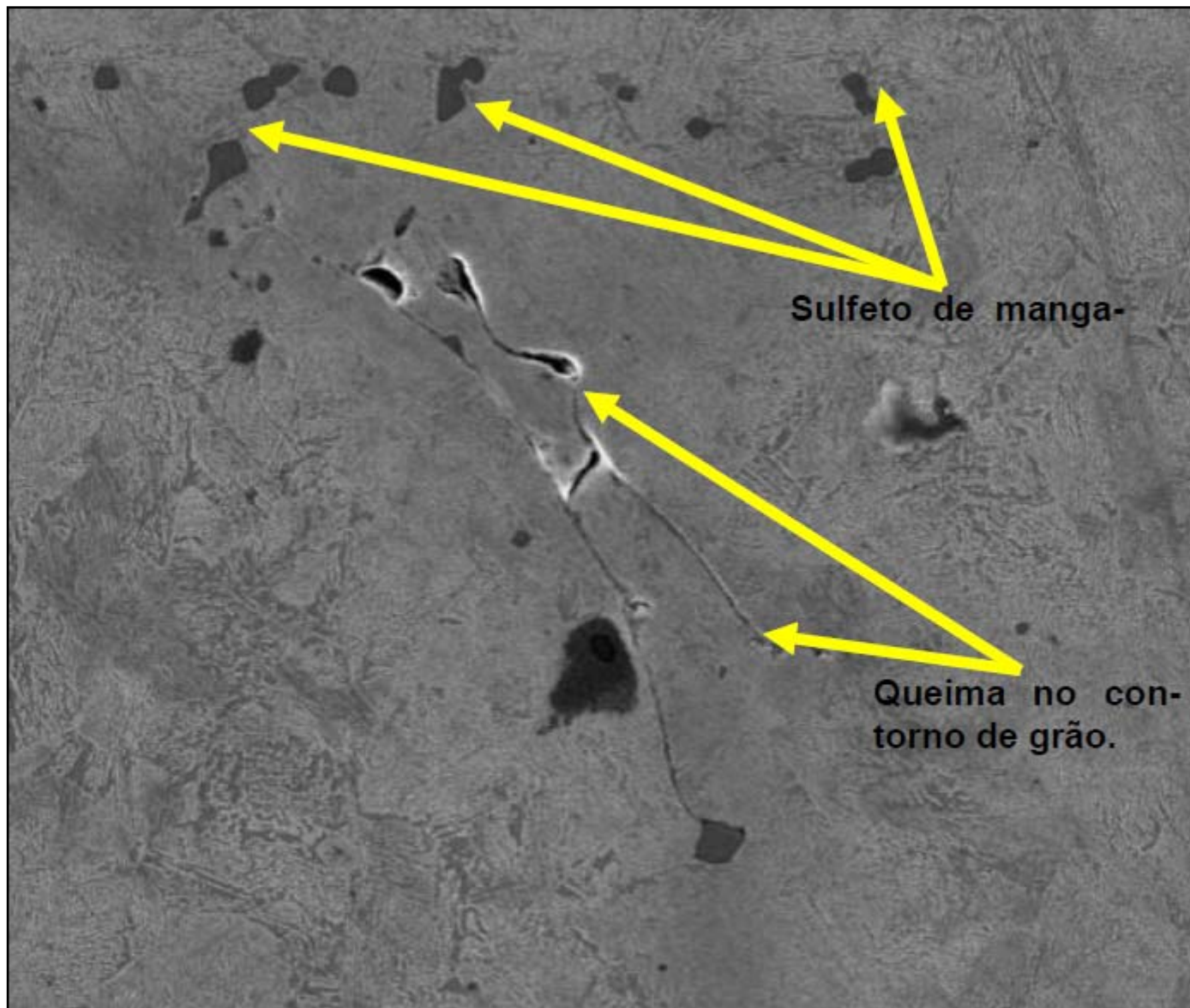
FALHAS EM SERVIÇO

QUEIMA DE GRÃO NO FORJAMENTO

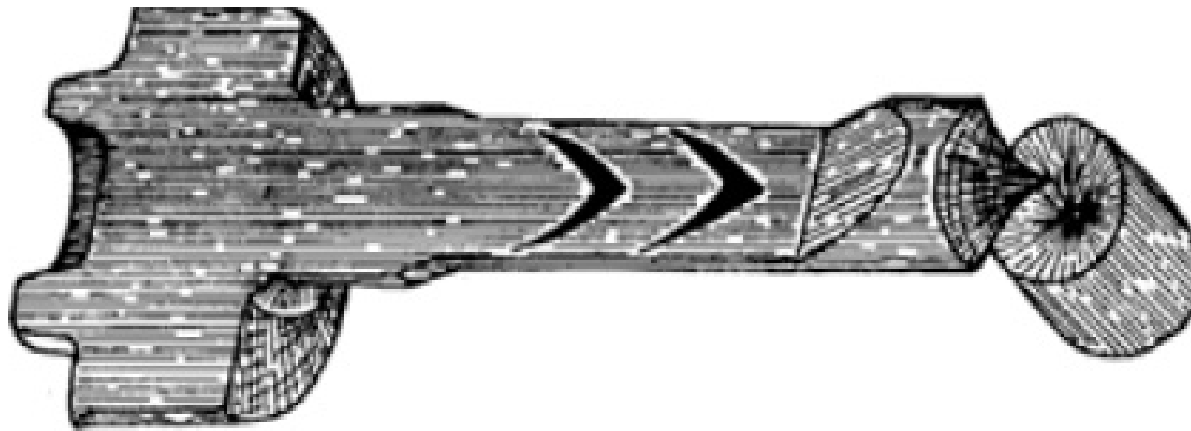


FALHAS EM SERVIÇO

QUEIMA DE GRÃO NO FORJAMENTO



CHEVRON OU “CENTRAL BURST”

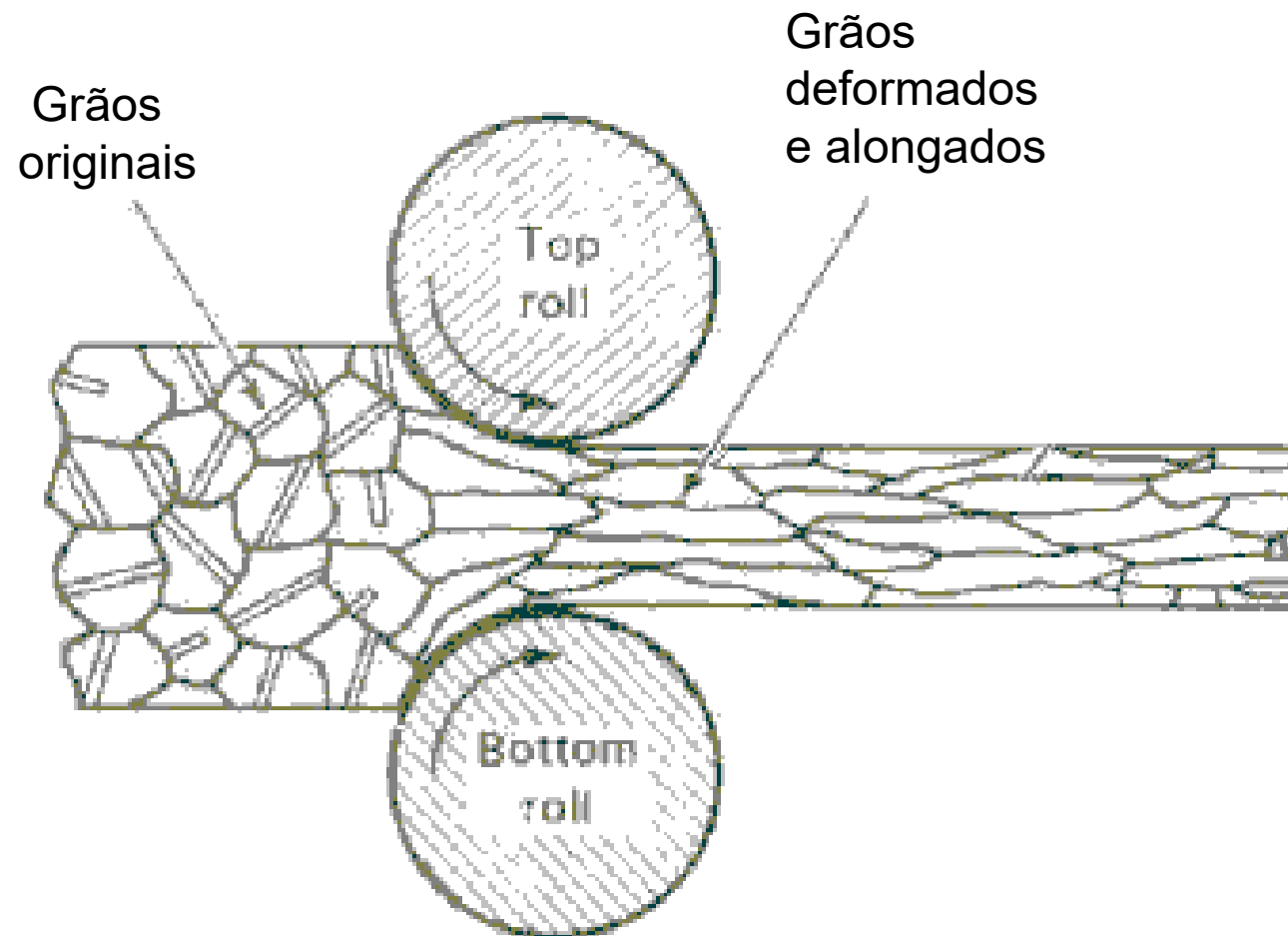


Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

Laminação

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

MECÂNICA DA LAMINAÇÃO A FRIO



MECÂNICA DA LAMINAÇÃO A FRIO

cena 1/2

Conformação
Processo de laminação a frio



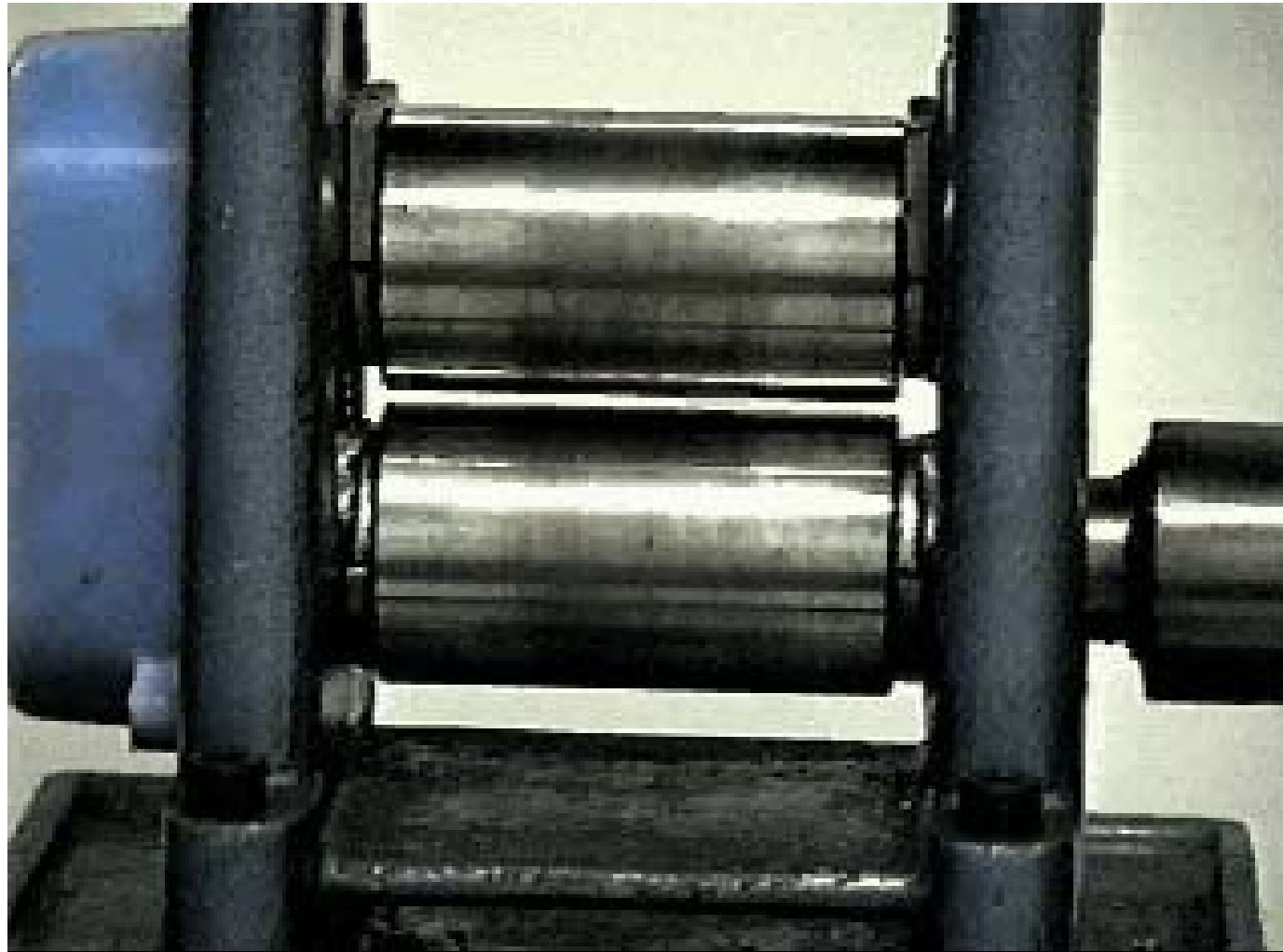
☒ Cena por cena

LAMINAÇÃO A FRIO

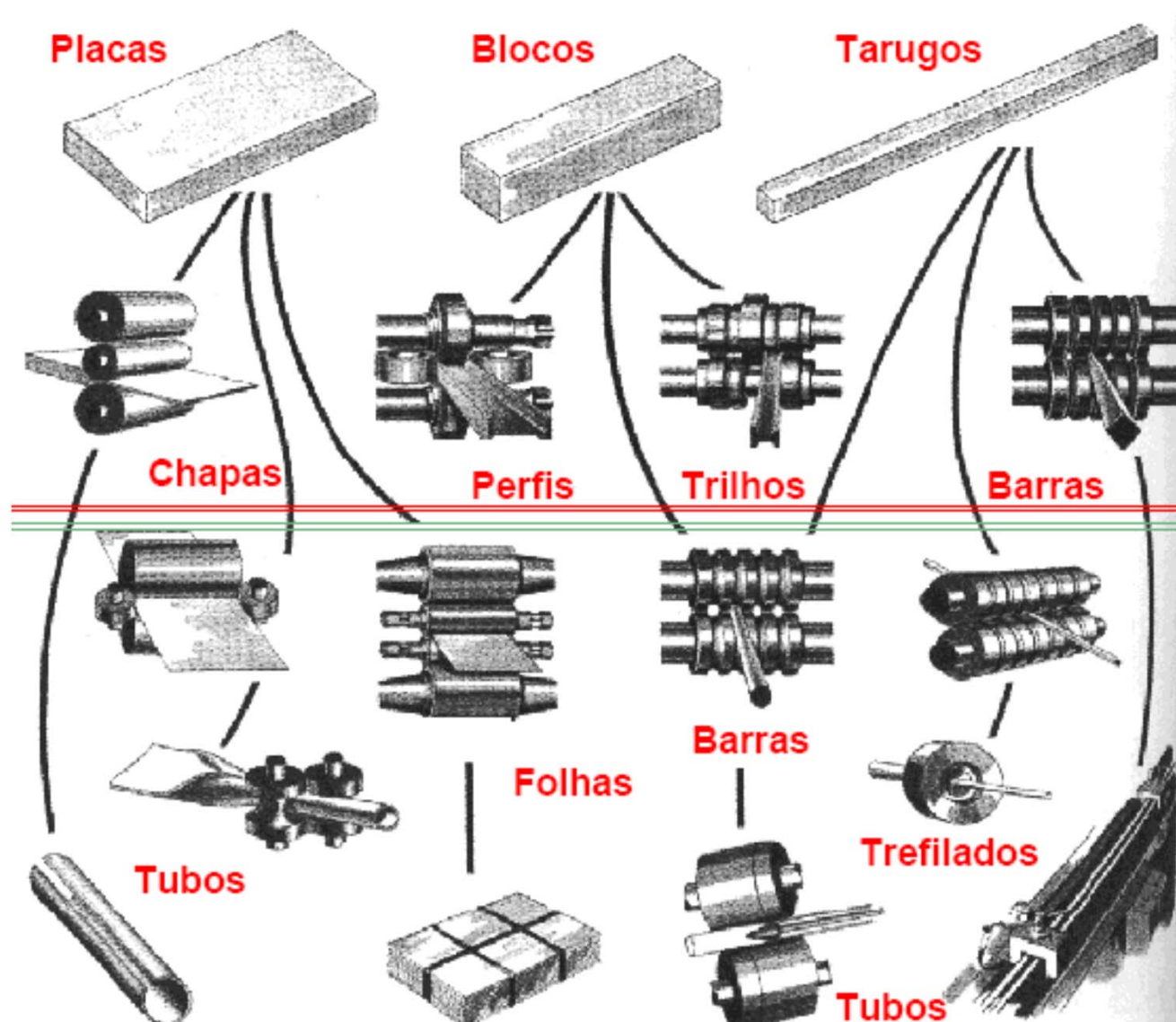


Laminador Tiras à Frio - USIMINAS

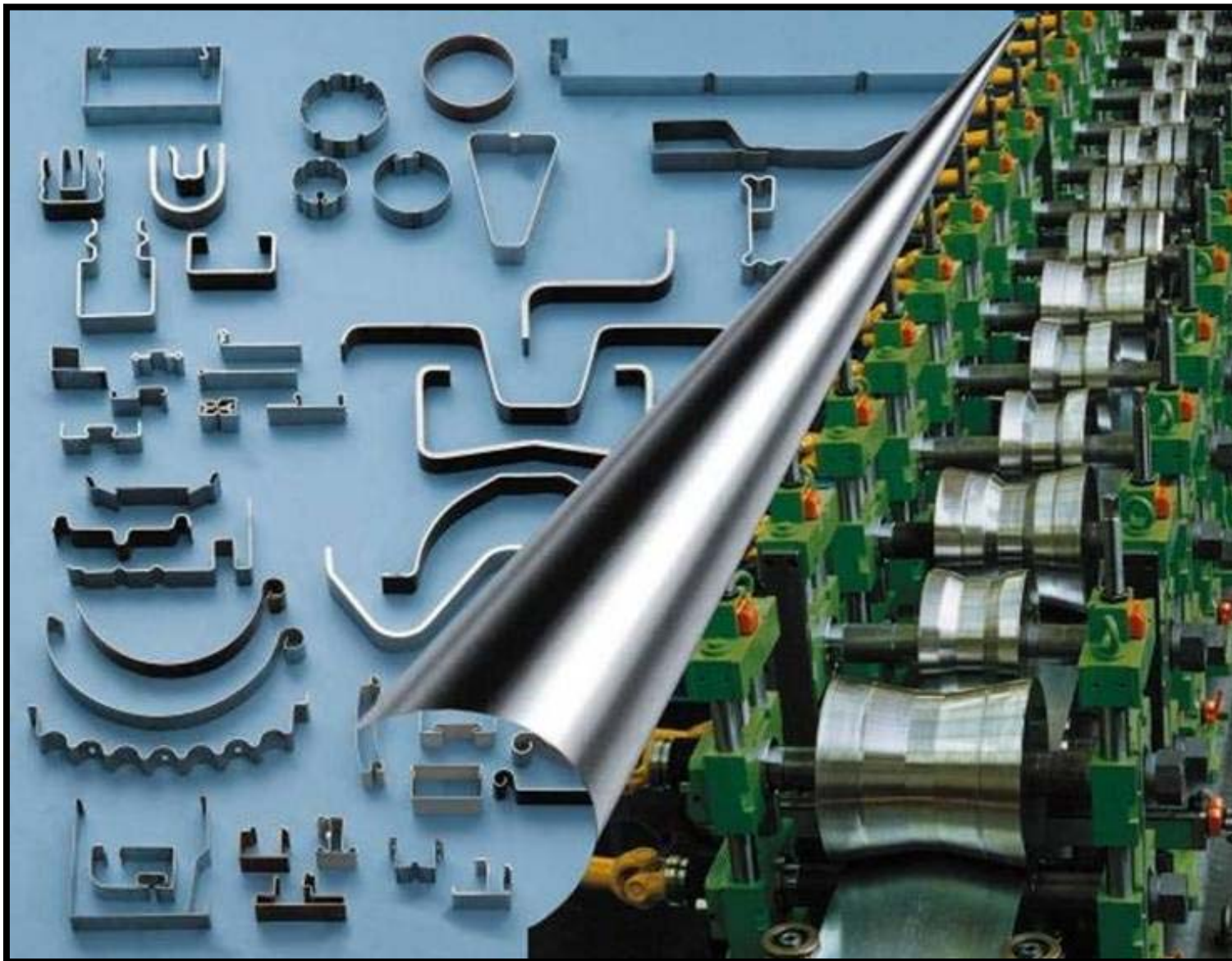
Laminação a Frio



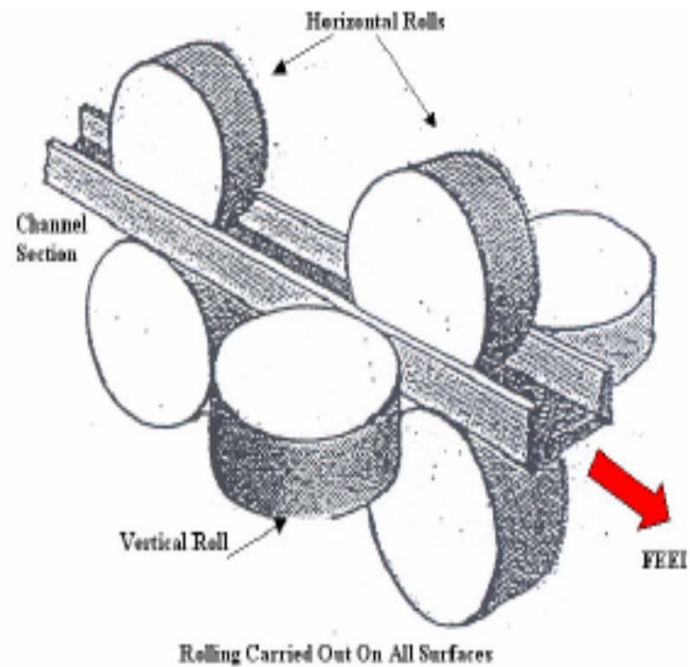
LAMINAÇÃO - PRODUTOS



LAMINADOR SEQÜENCIAL DE PERFIS



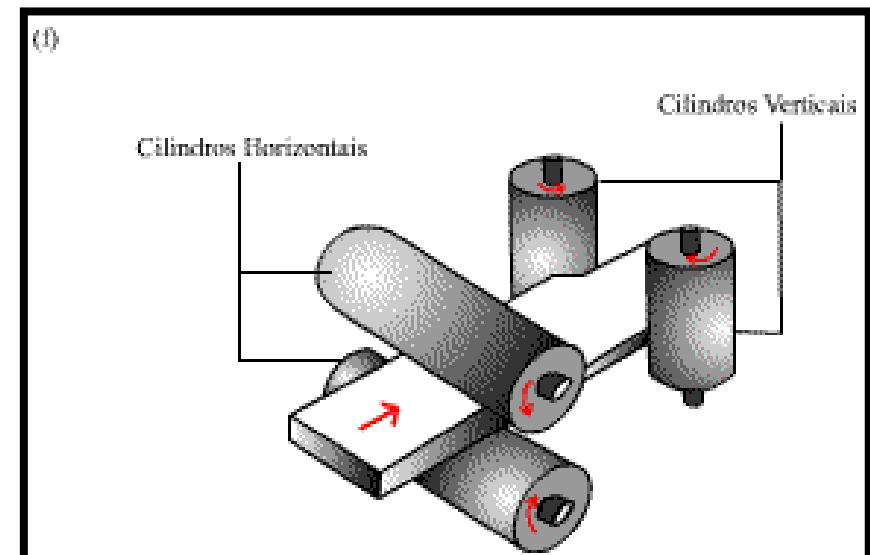
ARRANJOS TÍPICOS DE ROLOS PARA LAMINADORES



Conformação
Laminação de Barras e Perfis



LAMINADOR UNIVERSAL



MECÂNICA DA LAMINAÇÃO A QUENTE

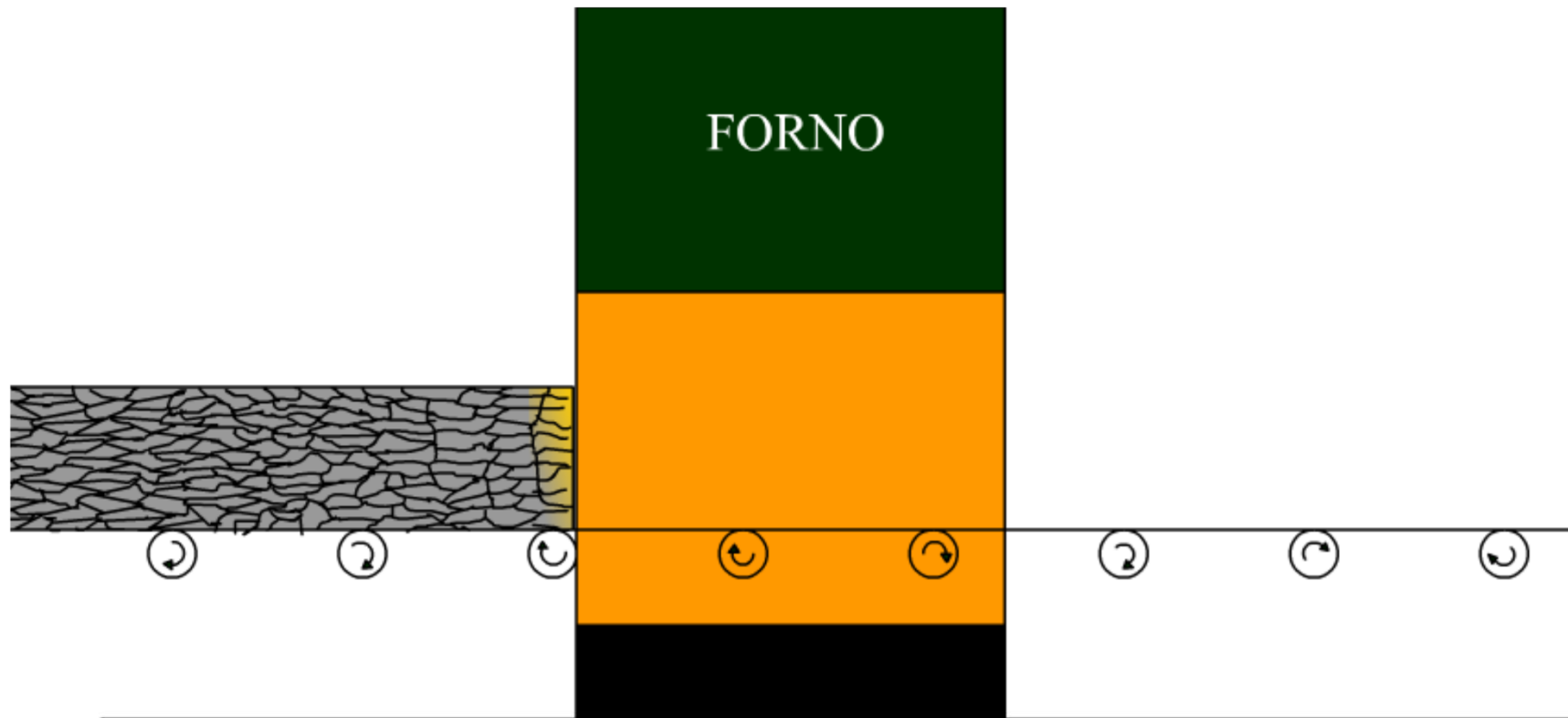
cena 1/2

Conformação
Processo de laminação a quente

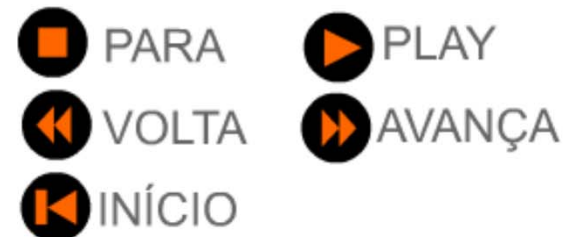


☒ Cena por cena

RECRISTALIZAÇÃO DINÂMICA



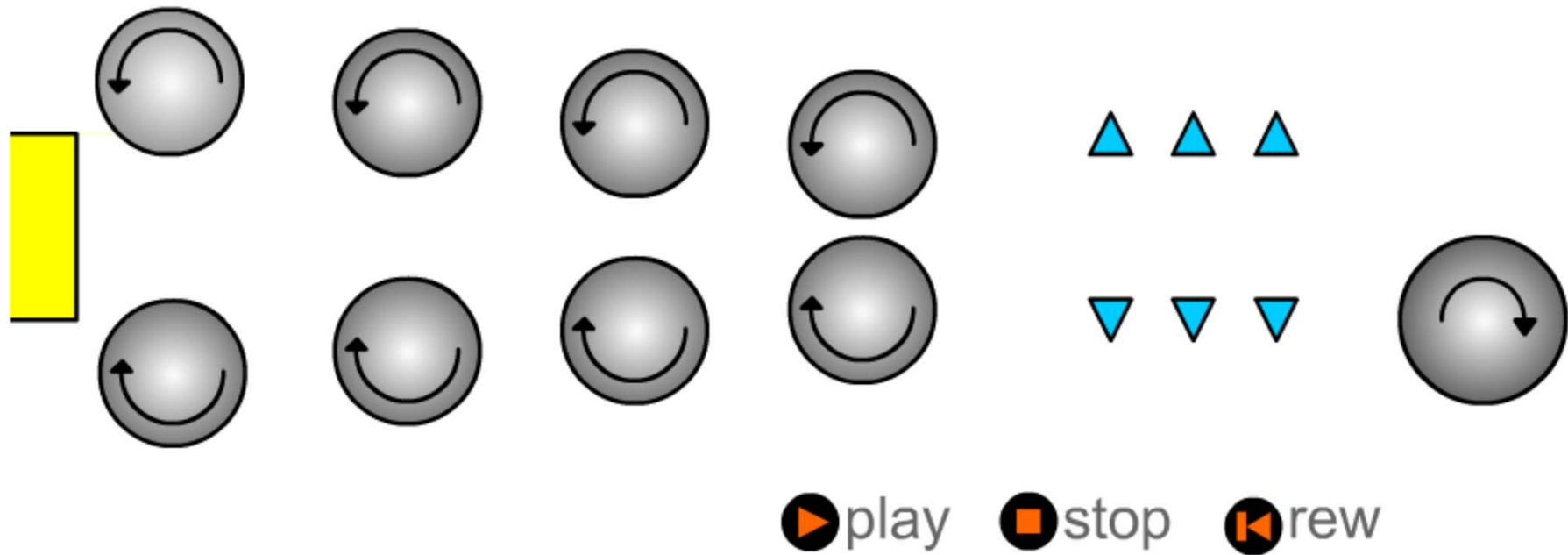
Processo de Recristalização



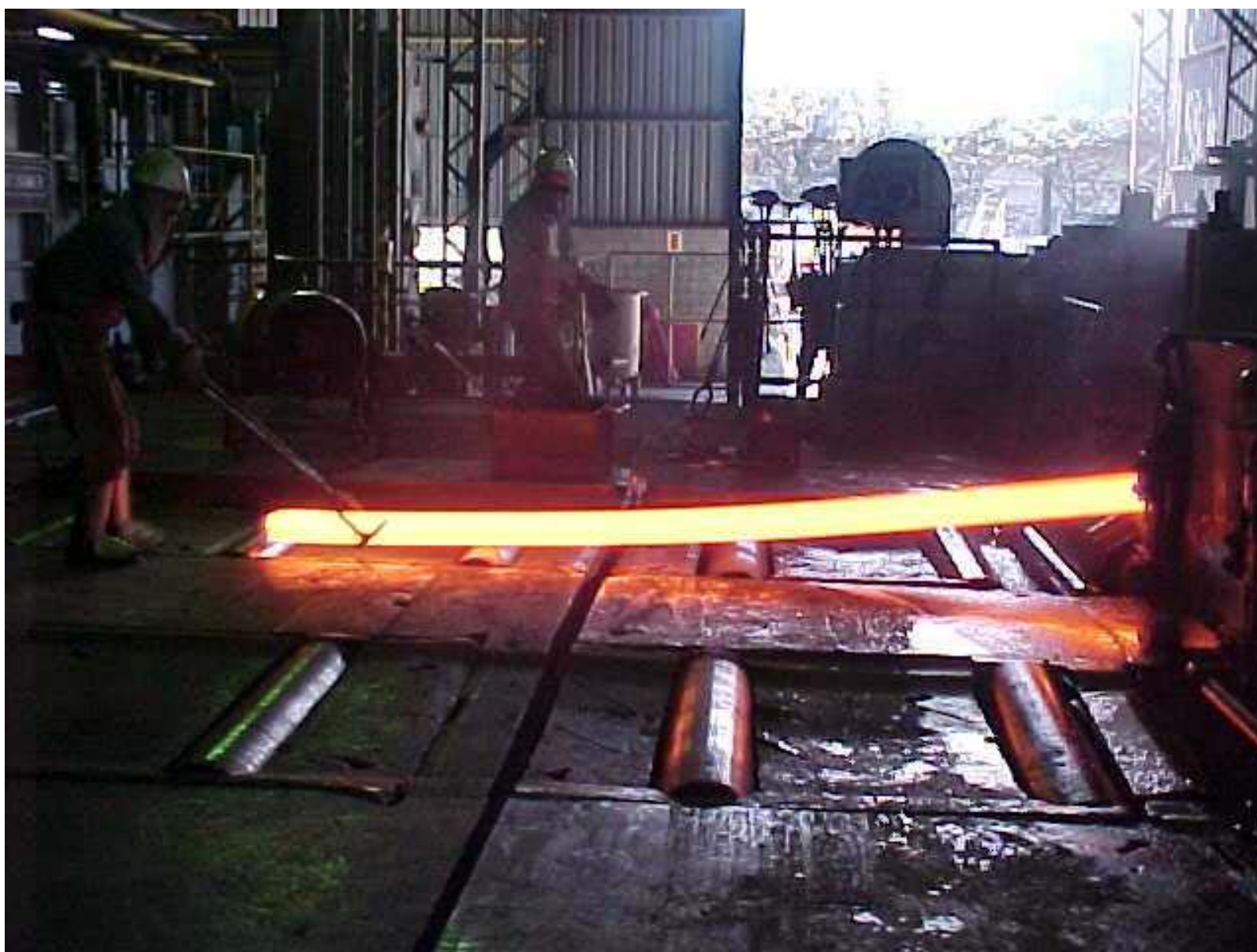
Laminação a Quente

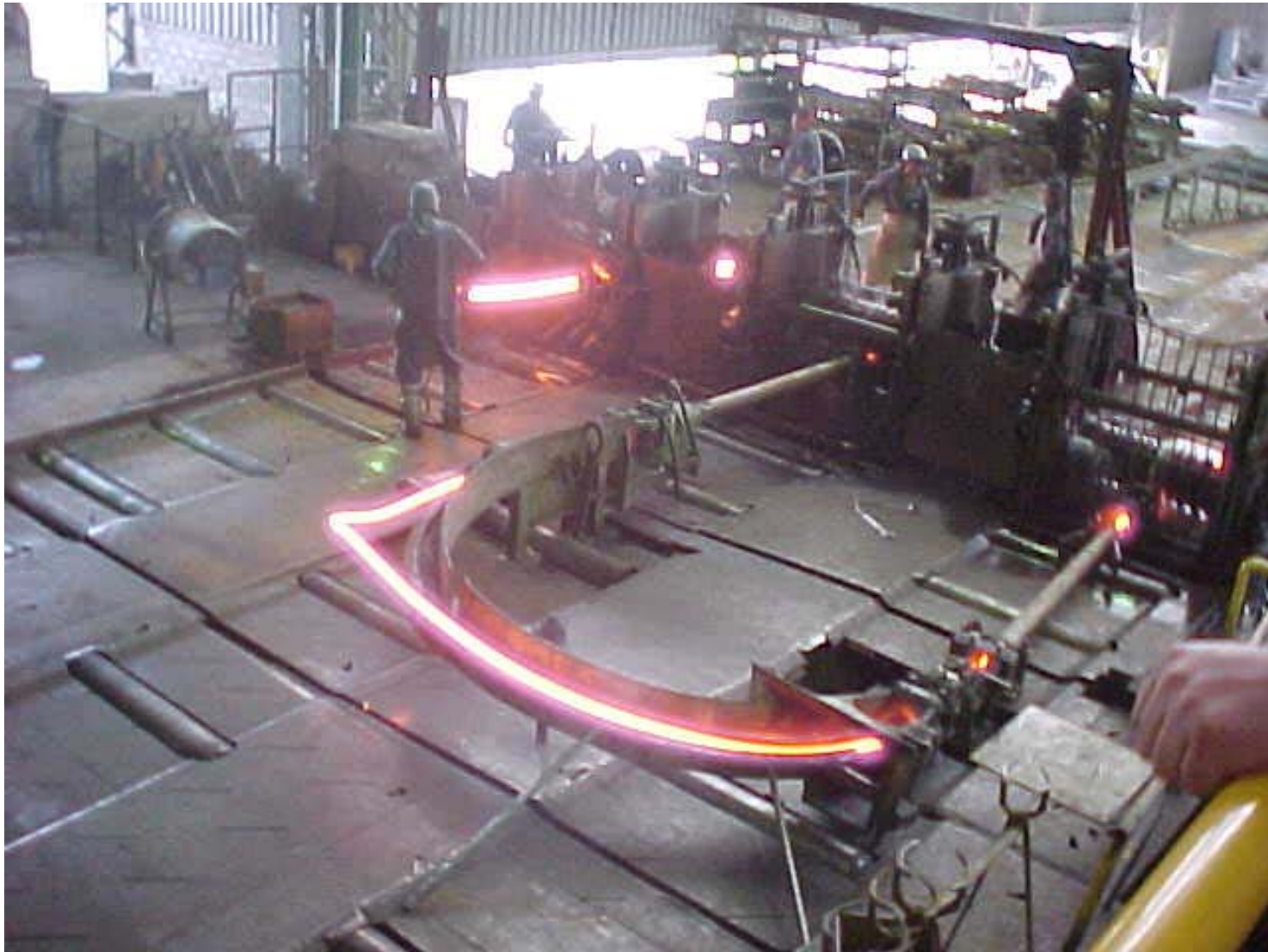


Laminação Contínua



Trem Contínuo de Laminação a Quente















**ALÉM DOS PROBLEMAS TÉCNICOS:
FATOR HUMANO – FALTA DE COMUNICAÇÃO
UMA DAS SOLUÇÕES: REUNIÕES DIÁRIAS**

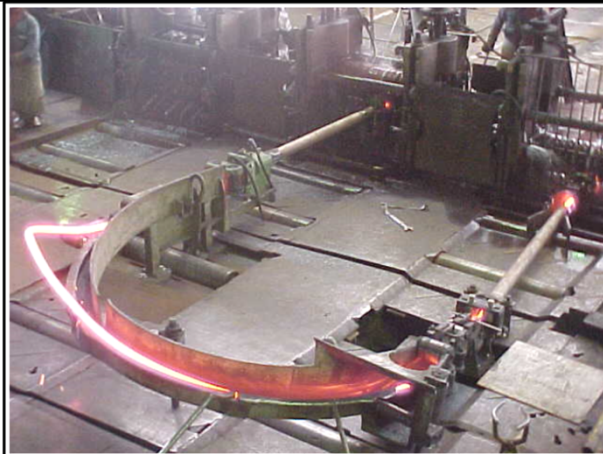
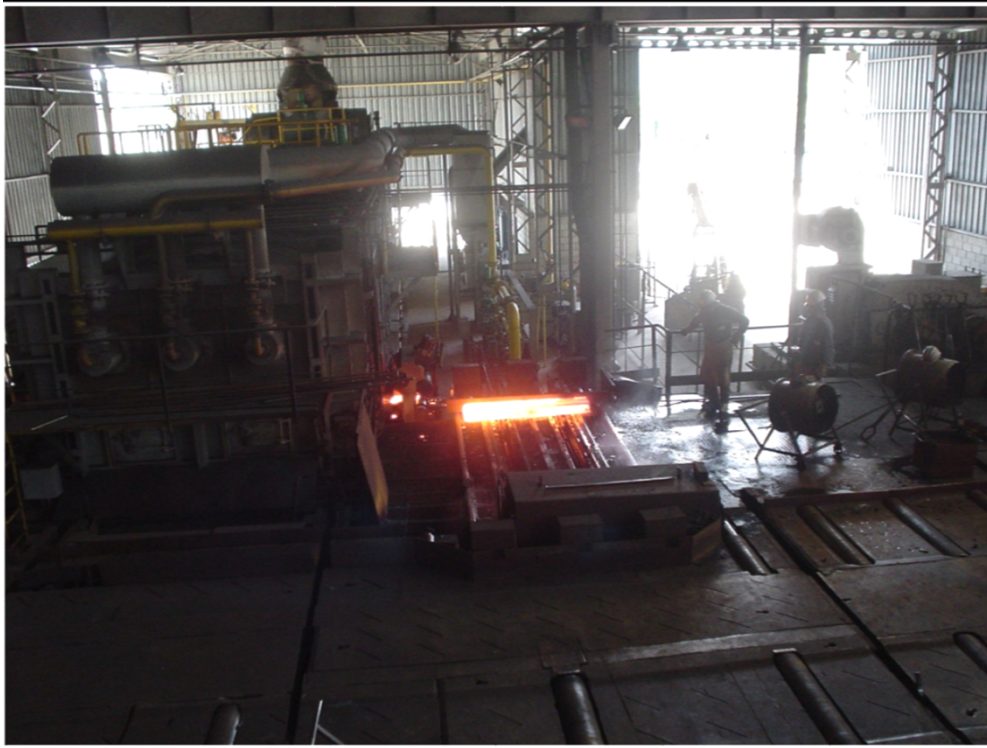


LAMINAÇÃO



Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

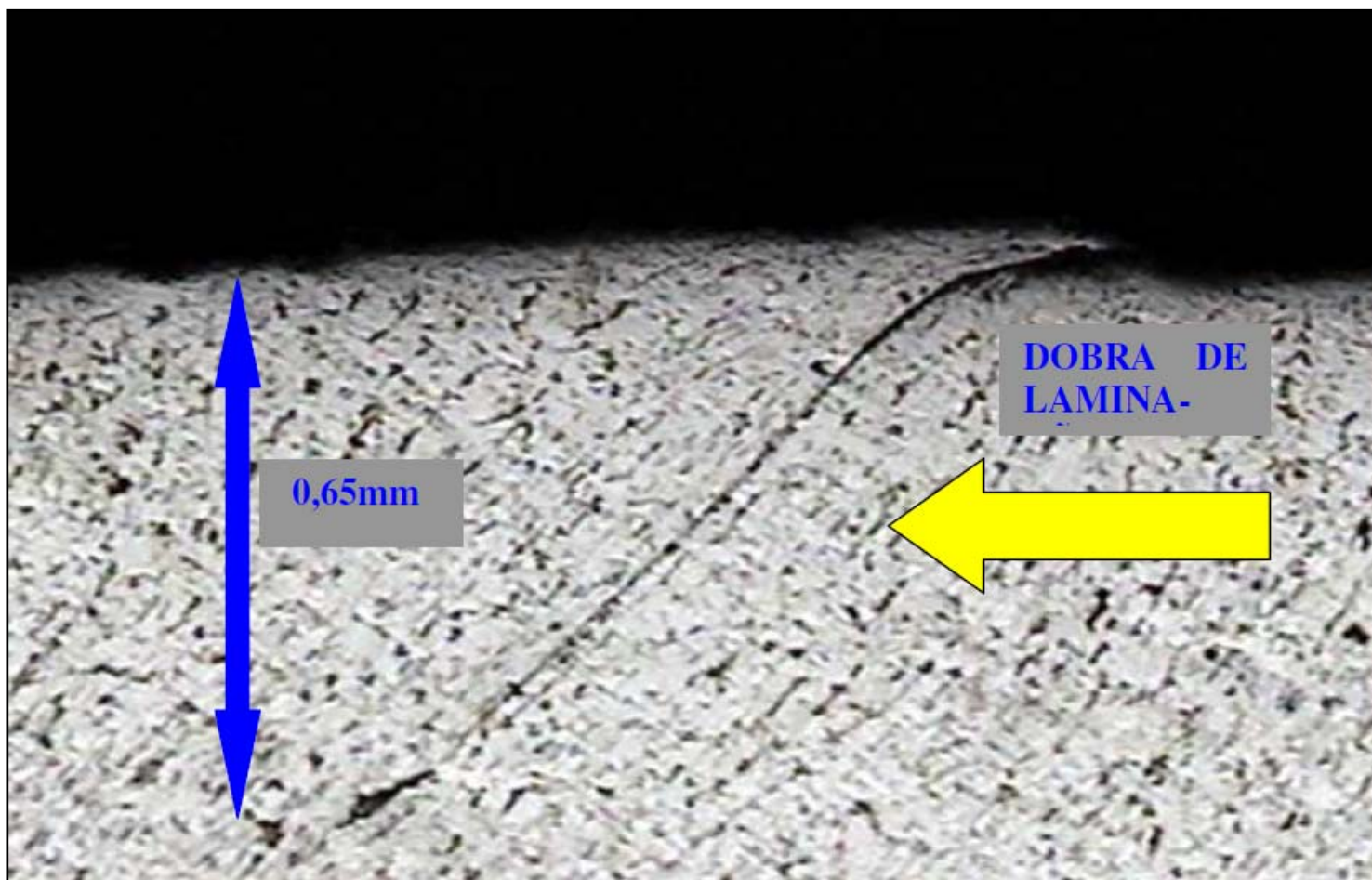
LAMINAÇÃO



Olivio Figueiredo

FALHAS DE PROCESSO

DOBRA DE LAMINAÇÃO



DOBRA DE LAMINAÇÃO – NÃO SE VISUALIZA A DESCARBONETAÇÃO POIS O AÇO É DE BAIXO CARBONO E QUASE TODO FORMADO DE FERRITA.

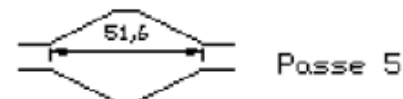
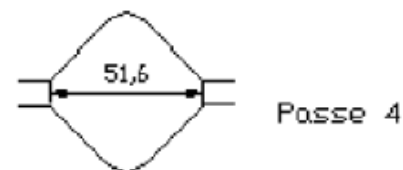
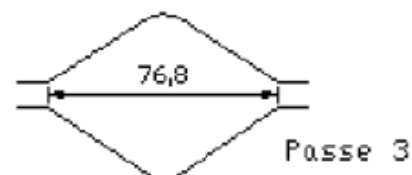
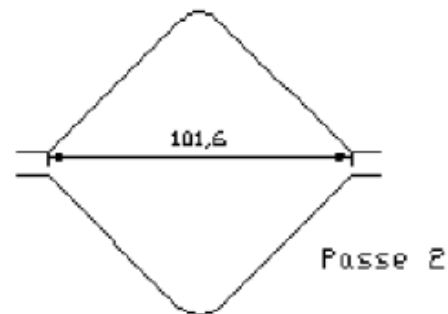
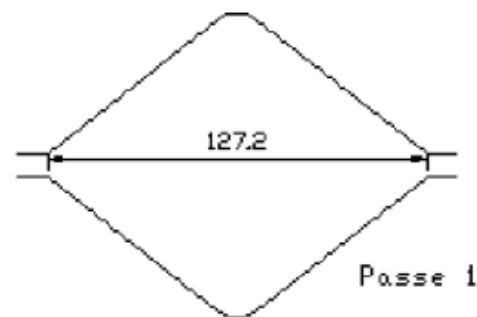
FALHAS DE PROCESSO

DOBRA DE LAMINAÇÃO

LAMINAÇÃO-CALIBRAÇÃO

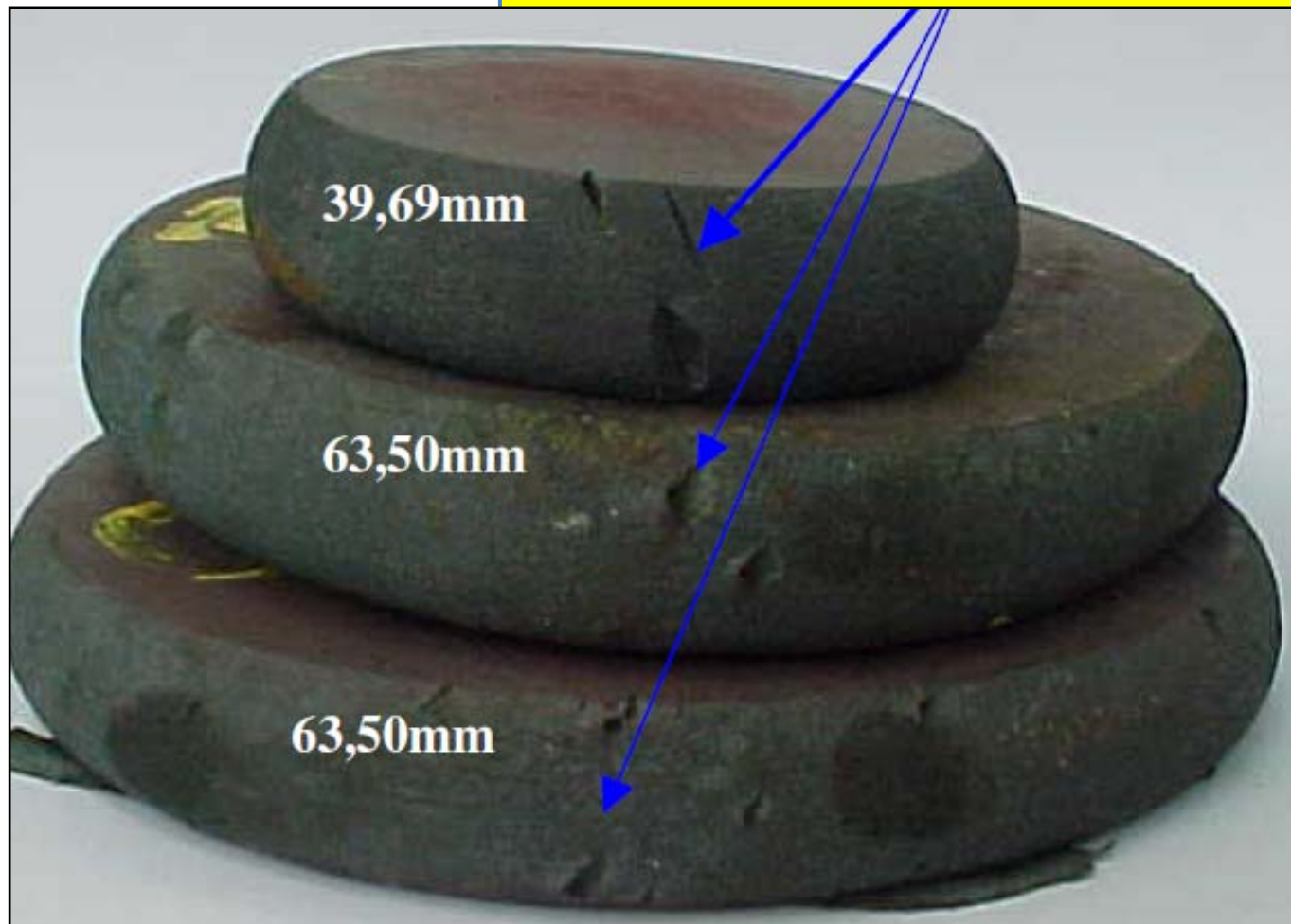
O modelo de Ekelund
para o cálculo do alargamento:

$$b_1^2 - b_0^2 = 8 \times m \times ld \times \Delta h - 4 \times m \times (h_0 + h_1) \times ld \times \ln\left(\frac{b_1}{b_0}\right)$$



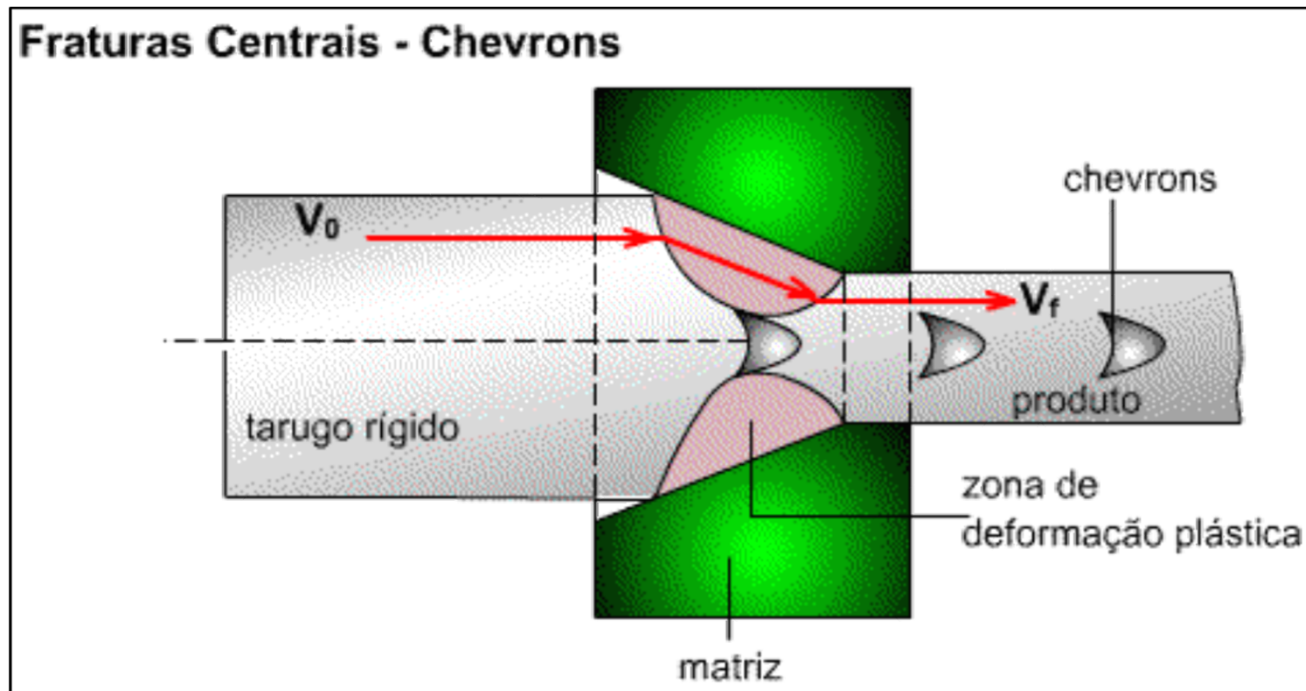
FALHAS DE PROCESSO

**DETECÇÃO DA DOBRA DE LAMINAÇÃO
DURANTE O PROCESSO, POR ENSAIO DE
RECALQUE (Compressão).**



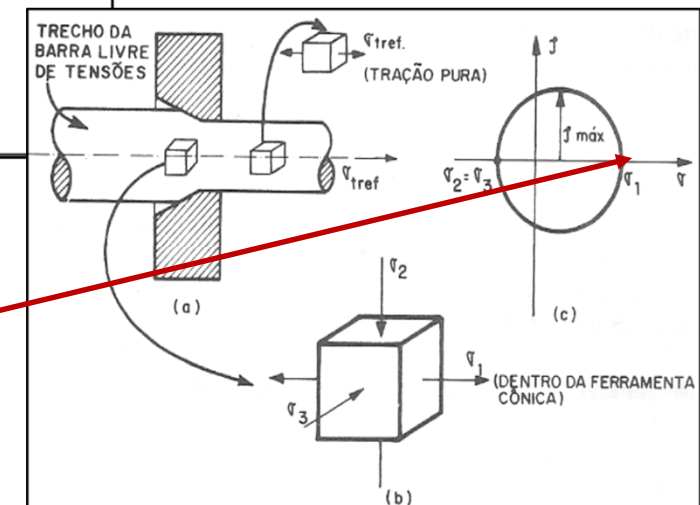
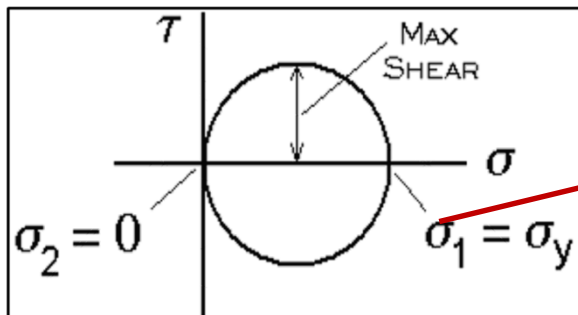
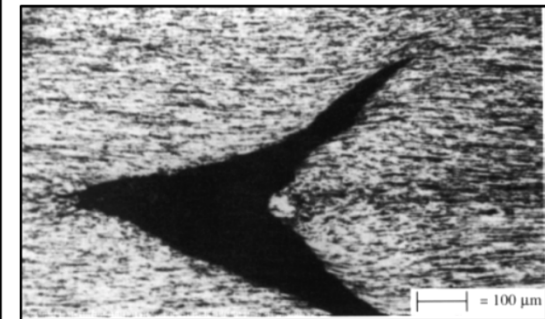
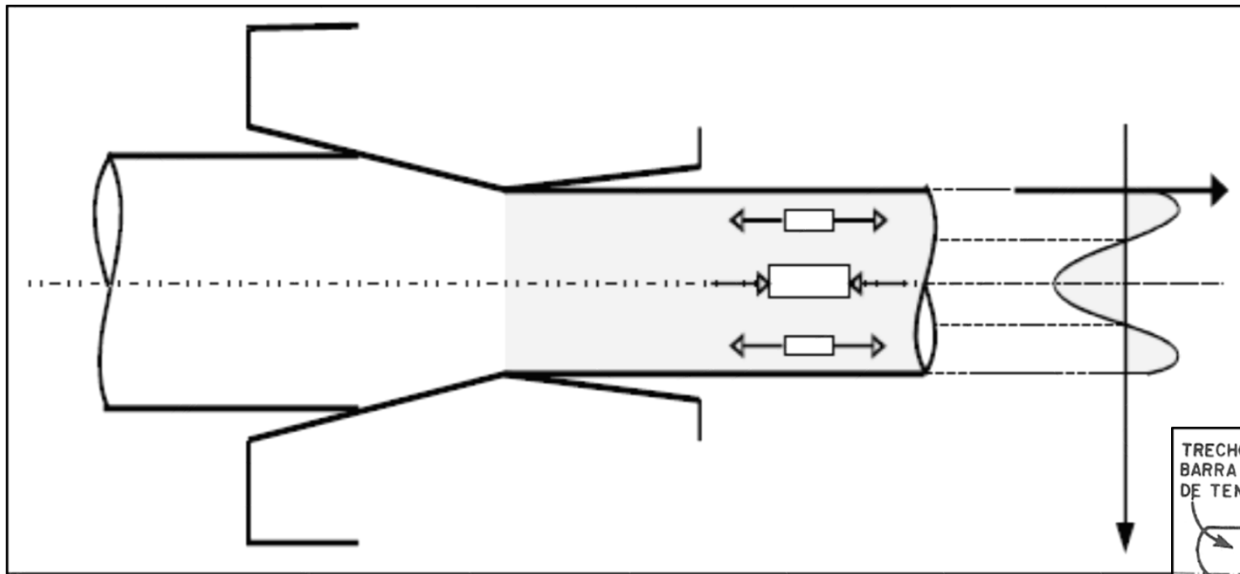
DEFEITOS NA TREFILAÇÃO E EXTRUSÃO

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert



CHEVRON

TREFILAÇÃO: NÚCLEO DEFORMA MAIS-ATRITO DA SUPERFÍCIE COM A FIEIRA - CHEVRON



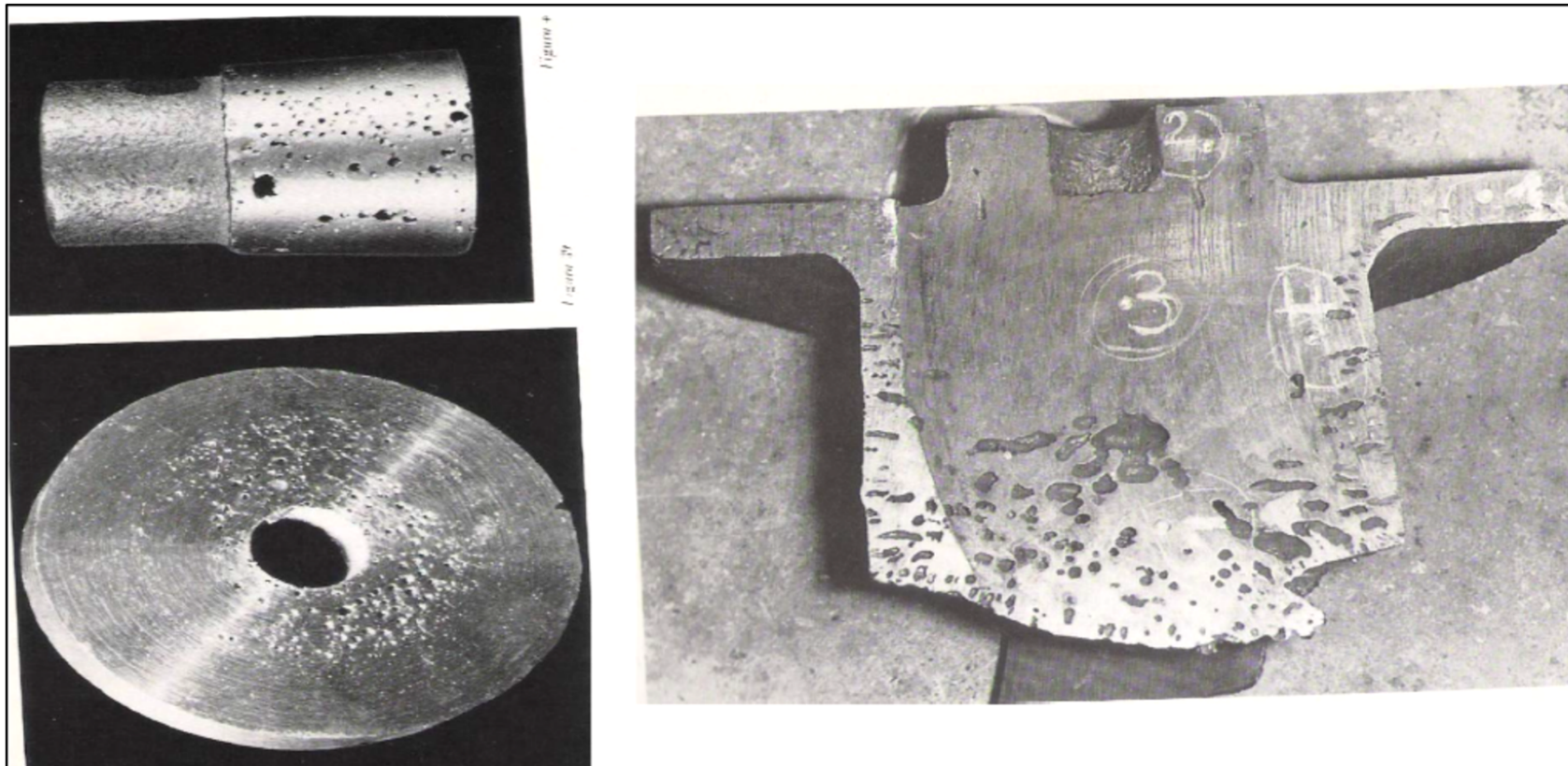
$$\sigma_1 \text{ trefilação} < \sigma_1 \text{ tração}$$

DEFEITOS NA FUNDIÇÃO

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

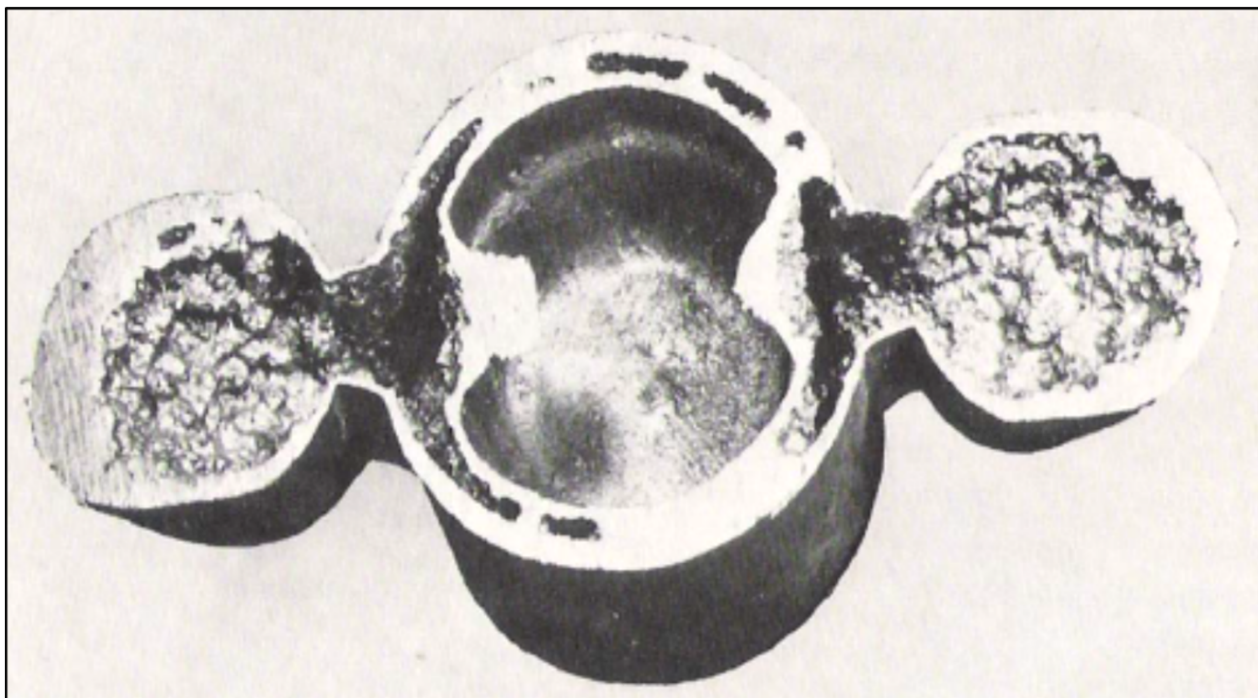
DEFEITOS DE FUNDIÇÃO

POROSIDADES E GASES



DEFEITOS DE FUNDIÇÃO

FALTA DE PREENCHIMENTO



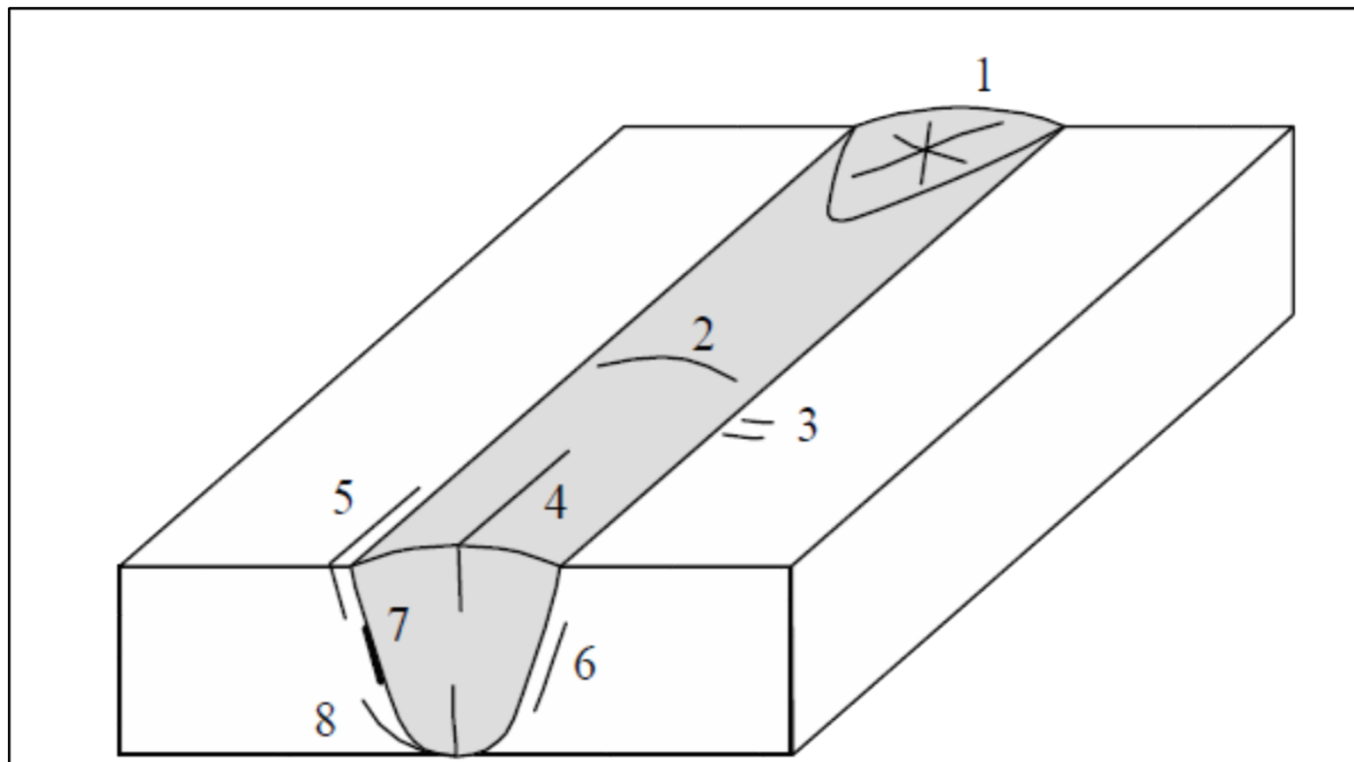
DEFEITOS DE FUNDIÇÃO

INCLUSÃO DE ESCÓRIA



DEFEITOS NA SOLDAGEM

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert



1. Trinca na cratera;
2. Trinca transversal na ZF;
3. Trinca transversal na ZTA;
4. Trinca longitudinal na ZF;
5. Trinca na margem da solda;
6. Trinca sob o cordão;
7. Trinca na linha de fusão;
8. Trinca na raiz da solda.

Prof.

chert

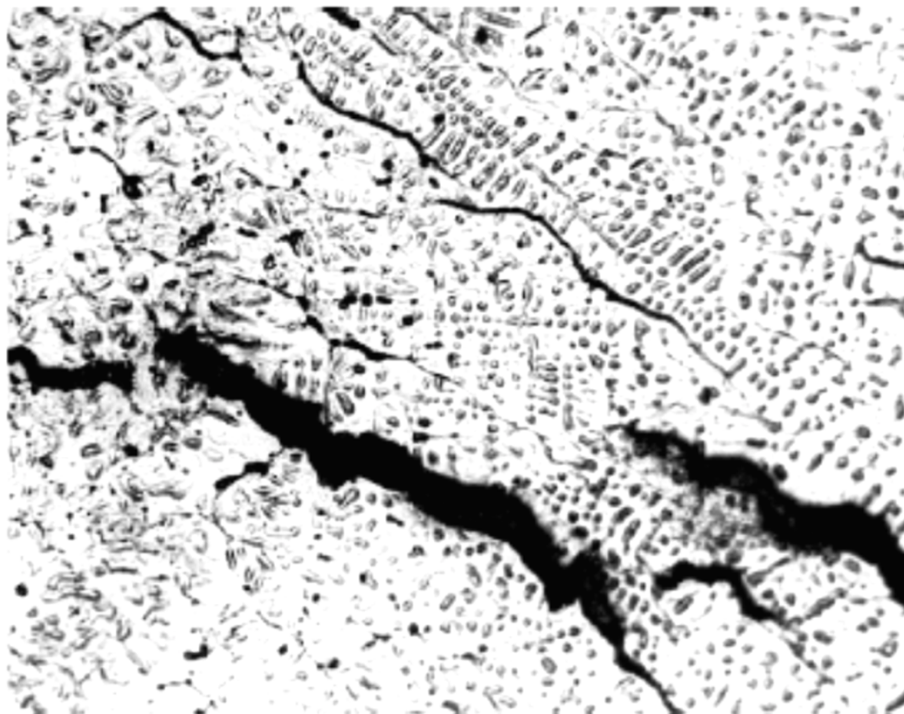
TRINCAS DE CRATERA

ABERTURA DO ARCO COM PARÂMETROS SEM CONTROLE.

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

DEFEITOS DE SOLDAGEM

MICROTRINCAS DE SOLIDIFICAÇÃO NA ZF – SEGREGAÇÃO INTERDENDRÍTICA

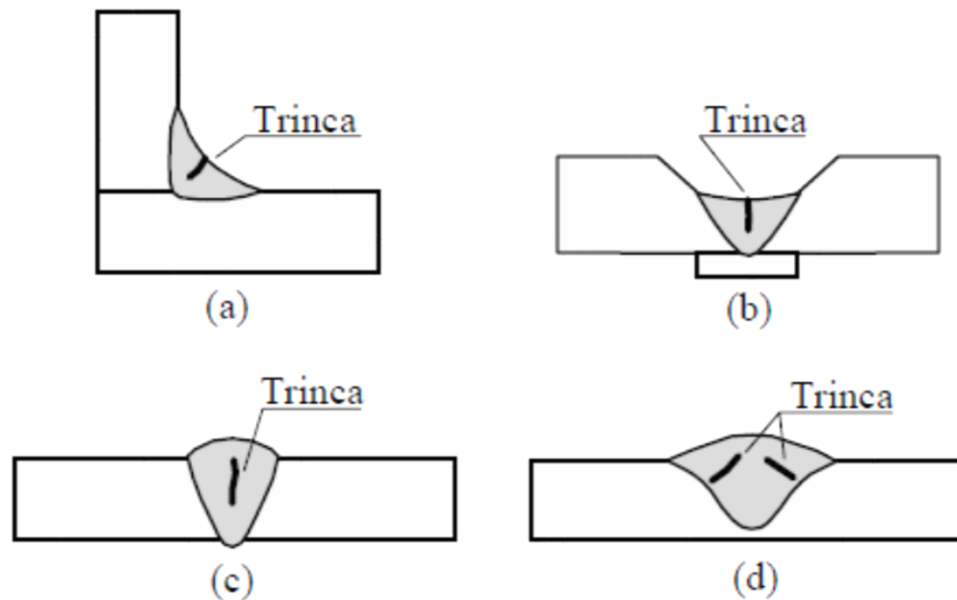


Microtrincas de solidificação na ZF de uma liga Fe-Mn-Al-Si-C. 200x.

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

DEFEITOS DE SOLDAGEM

MICROTRINCAS DE SOLIDIFICAÇÃO NA ZF – SEGREGAÇÃO INTERDENDRÍTICA



Formação de trincas de solidificação em (a) cordões côncavos em soldas de filete, (b) cordões côncavos em passe de raiz, (c) soldas de topo com elevada razão penetração/largura e (d) em cordões em forma de sino.

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

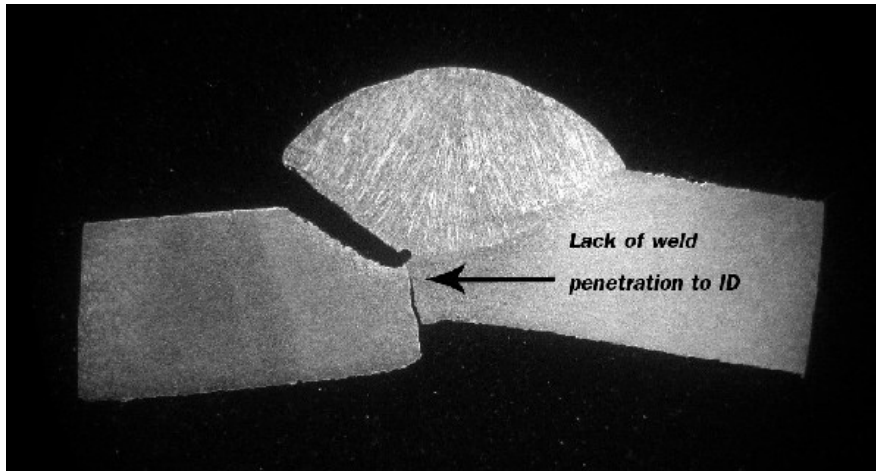


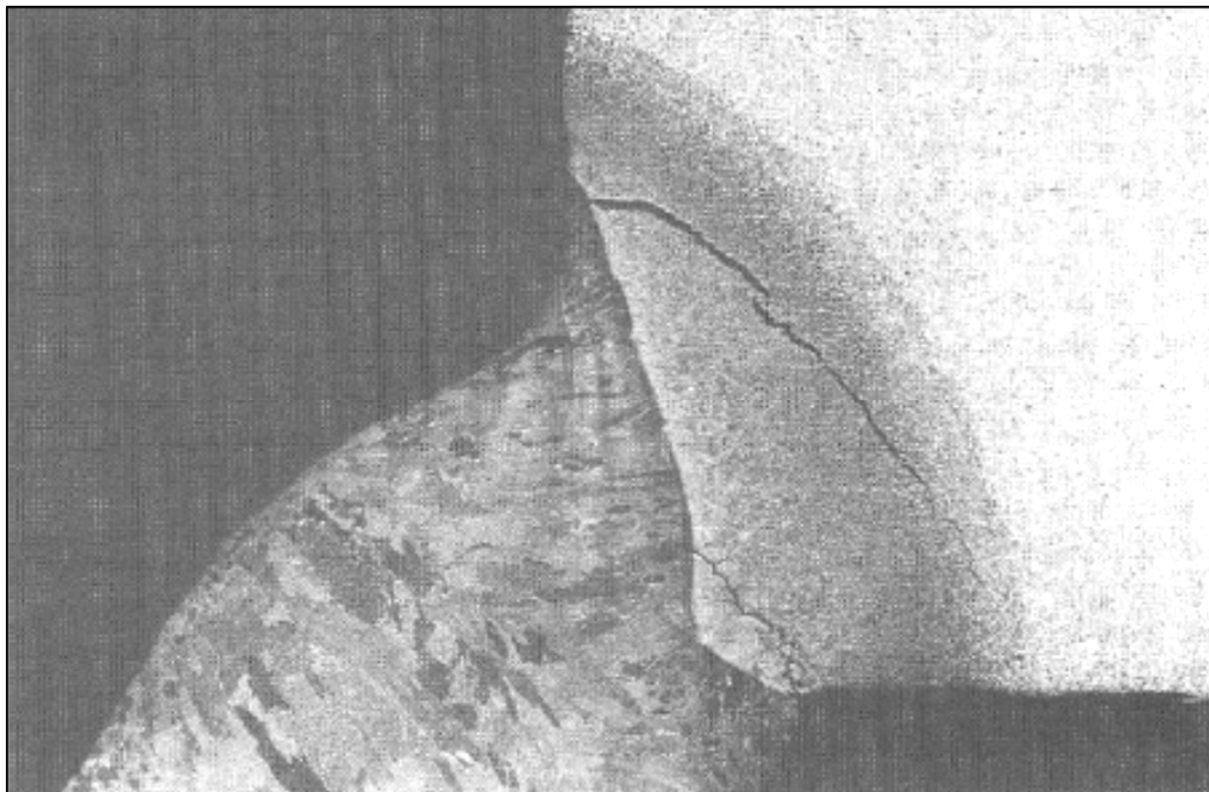
Figura – solda com baixa penetração e trinca na ZTA

TRINCAS POR LIQUAÇÃO NA ZTA

APORTE TÉRMICO PRÓXIMO À LINHA LÍQUIDUS + INCLUSÕES EM CG (SULFETOS E OUTROS): LIQUEFAZEM E FORMAM FILME LÍQUIDO INTEGRANULAR LEVANDO À FORMACAO DE TRINCAS. ESTE PROBLEMA TAMBÉM PODE OCORRER NO FORJAMENTO COM EXCESSO DE TEMPERATURA E É CHAMADO DE TRINCA A QUENTE.

DEFEITOS DE SOLDAGEM

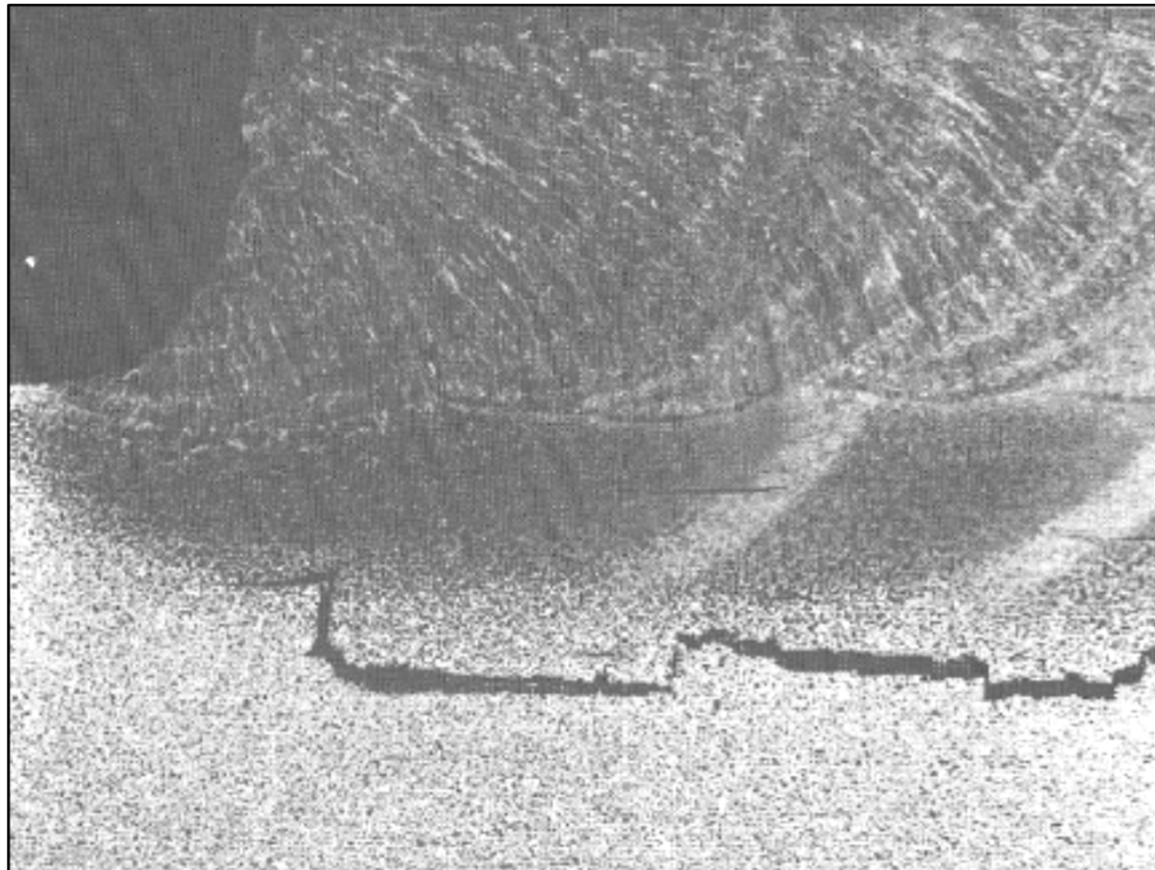
TRINCAS POR HIDROGÊNIO NA ZTA



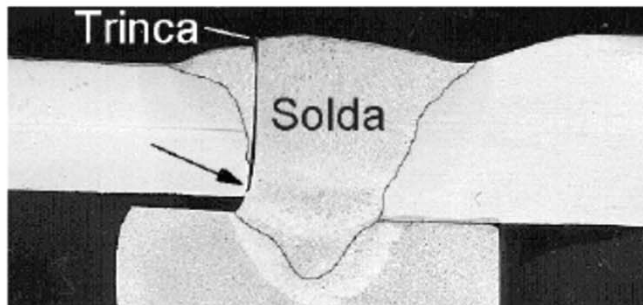
Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

DEFEITOS DE SOLDAGEM

DECOESÃO LAMELAR NA ZTA – CHAPAS COM SEGREGAÇÃO OU ALINHAMENTO DE INCLUSÕES + TENSÕES RESIDUAIS DE SOLDAGEM

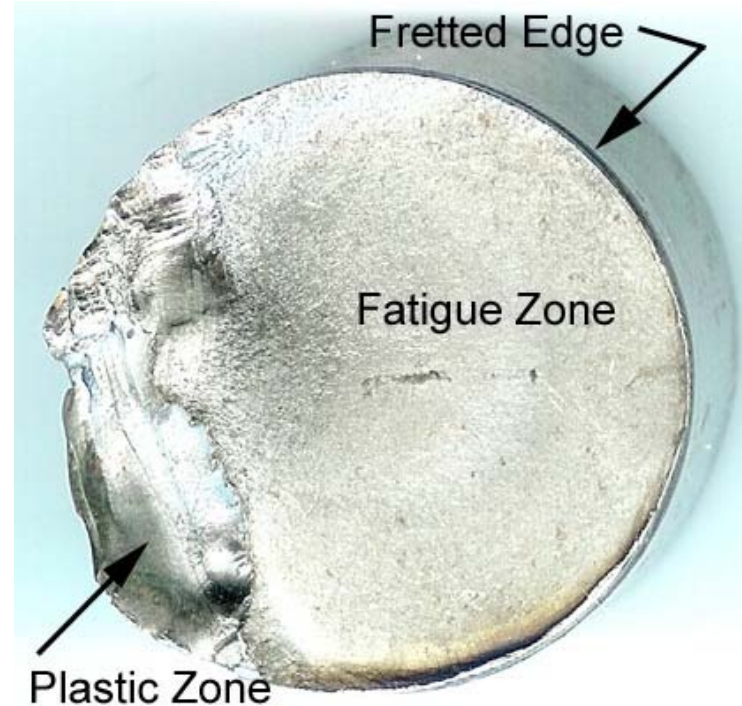


Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert



Trinca de fadiga formada a partir de um entalhe na raiz da solda (seta). A junta era parte de um braço de escavadeira que falhou em serviço.

TRINCA DE FADIGA e FRETTING



Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

Trincas de reaquecimento (ou trincas de alívio de tensão) podem ser formadas durante tratamentos térmicos pós-soldagem (a temperaturas entre cerca de 450 e 700°C) em alguns materiais, particularmente aços Cr-Mo-V e aços inoxidáveis austeníticos.

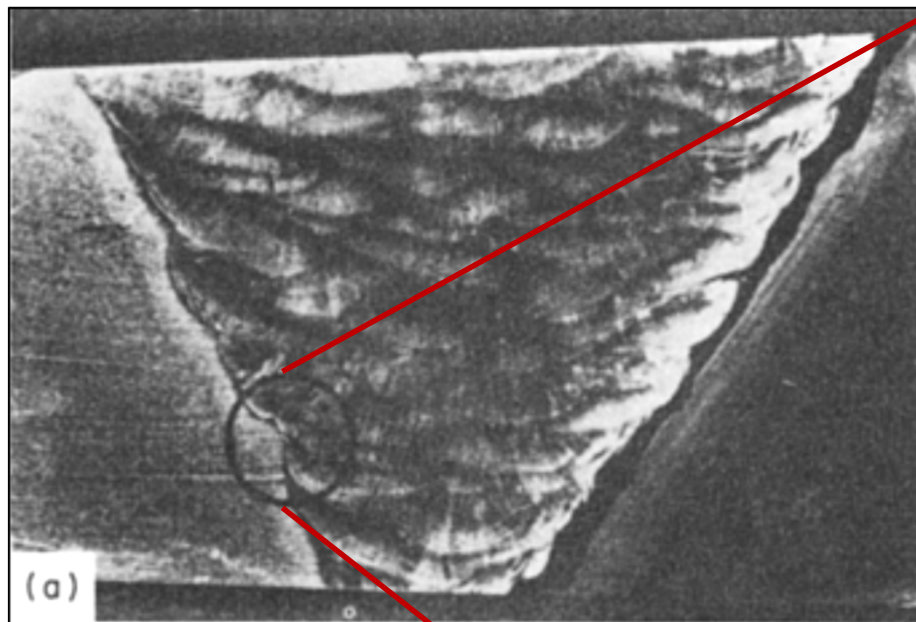
SOLUÇÃO:

PB (Chumbo) + Bi (Bismuto) + 0,03Sb (antimônio) $\leq$ 1,5ppm

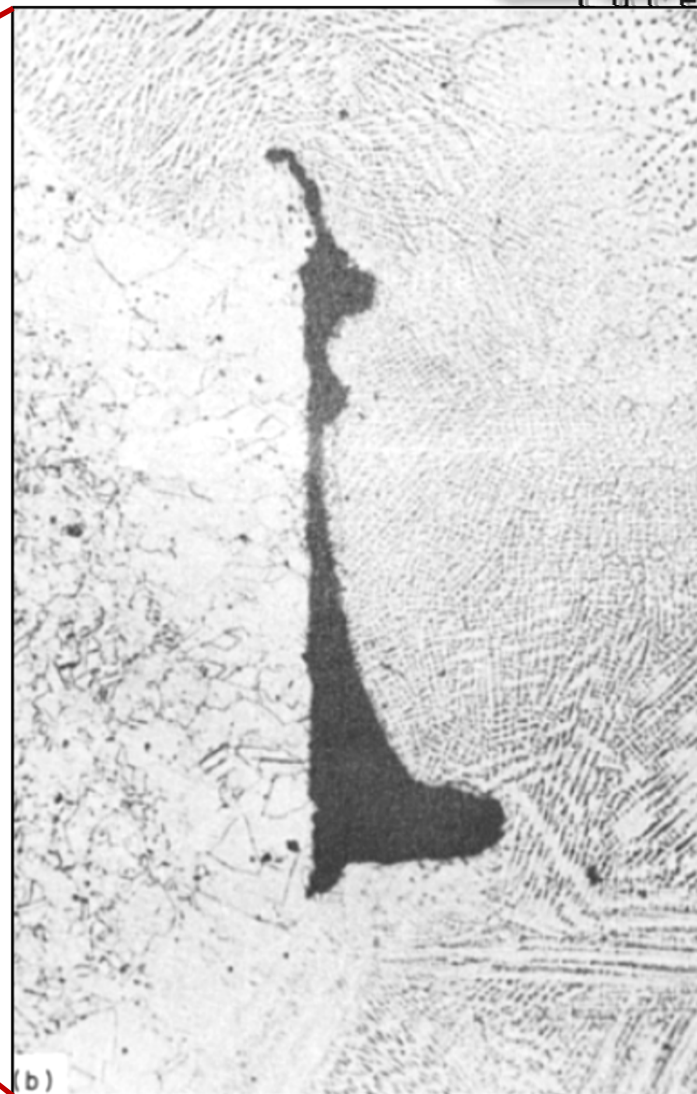
(segundo à ArcelorMittal Industeel Laboratory – França)

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

FALTA DE FUSÃO

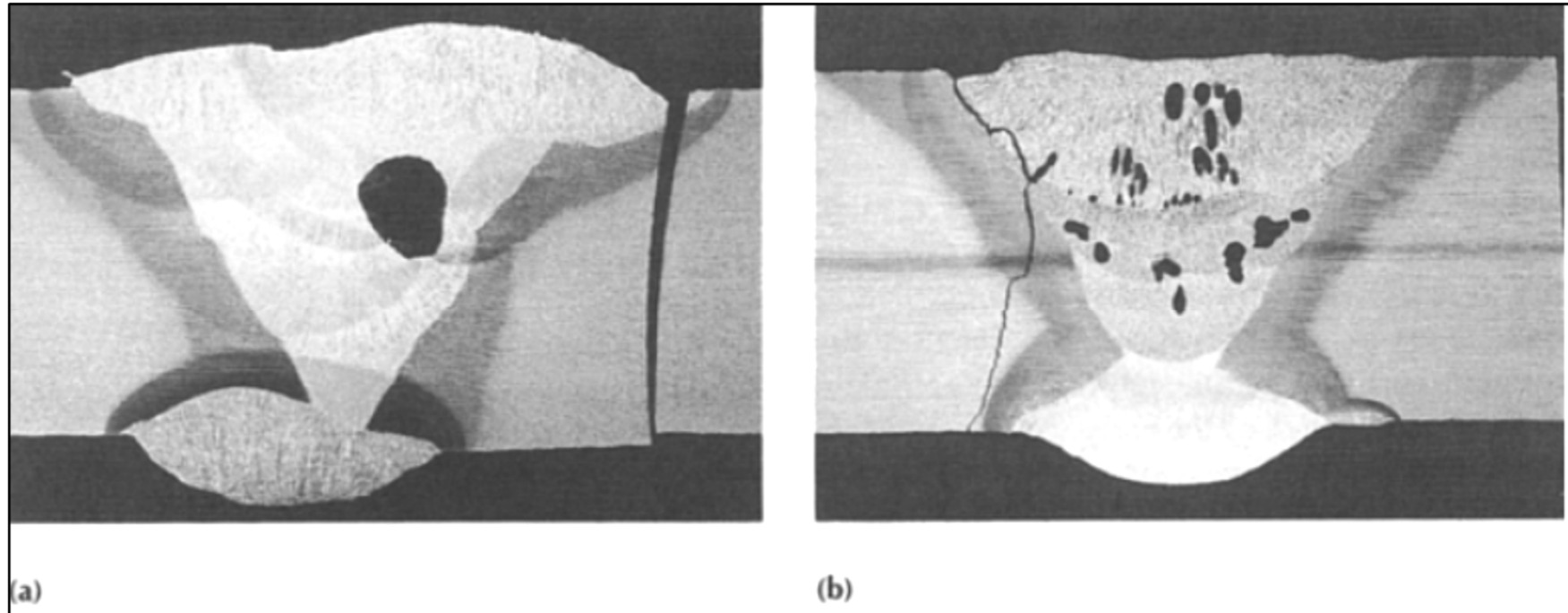


ASM Metals Handbook, vol11



Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

- a) POROSIDADE
- b) INCLUSÃO DE ESCÓRIA (CONSUMÍVEL)



ASM Metals Handbook, vol11

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

Modenesi, Marques, Santos: Metalurgia da Soldagem 6.13

FIM

Prof.Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert