

# INVESTIGAÇÃO DAS MODIFICAÇÕES SUPERFICIAIS

DE UM AÇO ABNT 1045 IRRADIADO COM LASER

JOSE ROBERTO BERRETTA, PAULO IRIS FERREIRA

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES - IPEN/CNEN/SP

CAIXA POSTAL 11.049 - CEP: 01000 - BRASIL

## RESUMO

Tendo como objetivo maior avaliar as modificações na superfície de metais e ligas metálicas investigou-se, neste trabalho, a influência de irradiação com um laser de Rubi na microestrutura e microdureza do Aço ABNT 1045. A geometria e a microestrutura foram analisadas por metalografia óptica em várias condições experimentais diferentes tempos de interação e densidade de potência. Os resultados preliminares obtidos são apresentados e discutidos.

## I. INTRODUÇÃO

A irradiação de superfícies com laser se apresenta hoje como uma técnica promissora, pela sua grande versatilidade, na modificação de propriedades de superfície de aços. Esta técnica é usualmente descrita em três grupos de aplicações conforme os efeitos induzidos na superfície do material.

No primeiro grupo tem-se o aquecimento da superfície a uma temperatura que não exceda a temperatura do ponto de fusão do material, mas é suficiente para que ocorram transformações da fase. Pelo controle do processo de aquecimento e resfriamento é possível obter-se diferentes efeitos na camada superficial, tais como têmpera, revenimento e recozimento, sem modificações nas dimensões iniciais e sem alteração da rugosidade.

No segundo grupo tem-se o aquecimento da superfície a uma temperatura entre a do ponto de fusão e do ponto de evaporação do material. Pelo controle das variáveis do processo pode-se obter, na superfície, uma estrutura temperada, uma estrutura amorfizada ou uma superfície microliçada.

No terceiro grupo o método tem como fator característico a vaporização de um revestimento do material na interação da radiação laser com a amostra, o qual é realizado com pulsos de nanosegundos, gerando uma onda de choque que leva ao endurecimento superficial do material (shock hardening).

A técnica de irradiação de superfície com laser permite realizar tratamentos localizados, aplicados em áreas bem definidas do material, com esta técnica pode-se controlar a dimensão da zona tratada e, em geral, resulta em uma zona afetada pelo calor muito estreita.

O objetivo deste trabalho é investigar esta nova técnica, para isso iniciou-se em meados deste ano corrente, um estudo de um aço ABNT 1045 comercial, observando-se as modificações pela influência de irradiação com laser.

## II. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Amostras do aço ABNT 1045 foram preparadas nas dimensões de 20 X 20 X 5 mm, e a superfície a ser submetida ao tratamento foi inicialmente lixada e polida, de modo a se obter uma baixa rugosidade.

A amostra foi montada sobre uma mesa de deslocamento xy de controle manual. Foi utilizado um laser de HeNe para auxiliar no alinhamento do laser de Rubi e dos acessórios, bem como para indicar o ponto em que o feixe iria incidir.

A irradiação foi executada com um laser de Rubi pulsado com comprimento de onda de 694 nm. Os parâmetros largura temporal e densidade de potência foram variados nas faixas de 0,40 a 1,25 ms e de  $10^5$  a  $10^6$  W/cm<sup>2</sup>, respectivamente, para se obter diferentes dimensões da poça de fusão.

Nestas experiências preliminares de irradiação não foi utilizado coating para não contaminar a amostra durante a fusão do material, assim como não foi usado fluxo de gás inerte para a proteção da poça fundida contra a oxidação.

Para a análise por microscopia óptica, as amostras foram preparadas por procedimentos metalográficos convencionais e atacadas com nital a 5%. As medidas de microdureza foram feitas num microdurômetro Wolpert com cargas de 200 g.

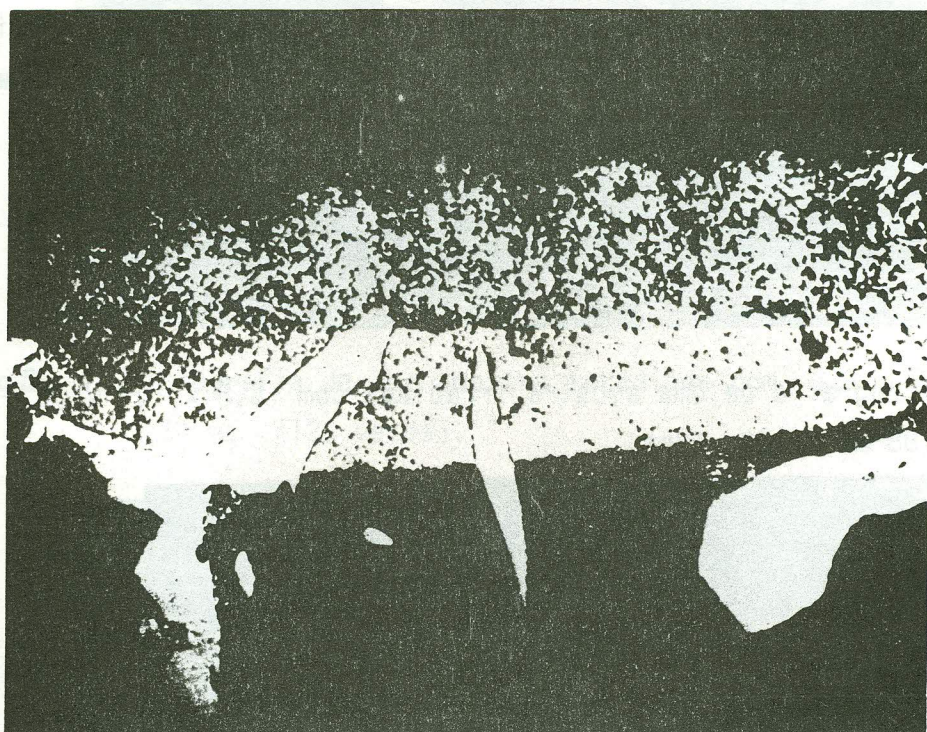
## III. RESULTADOS

### Microestrutura

Nas micrografias das figuras 1 - 5 são apresentadas as microestruturas obtidas na seção transversal da área irradiada para várias condições de irradiação. Verifica-se de um modo geral, a existência de três diferentes regiões:

- 1) A matriz que não foi afetada, apresenta uma estrutura clássica de aço carbono, com seus dois componentes, grãos de ferrita e perlita.

- 2) A zona fundida onde uma microestrutura altamente distorcida resultante da solidificação rápida é observada com evidência, a existência de formação de martensita.
- 3) A zona afetada pelo calor na qual ocorre um refinamento dos grãos do material base, sendo esta zona bem estreita devido ao aquecimento e resfriamento.



martensita

ZAC

material  
base

Figura 1. Micrografia de uma amostra irradiada com  $3,6 \times 10^5 \text{ W/cm}^2$  e 0,8 ms (400 vezes).

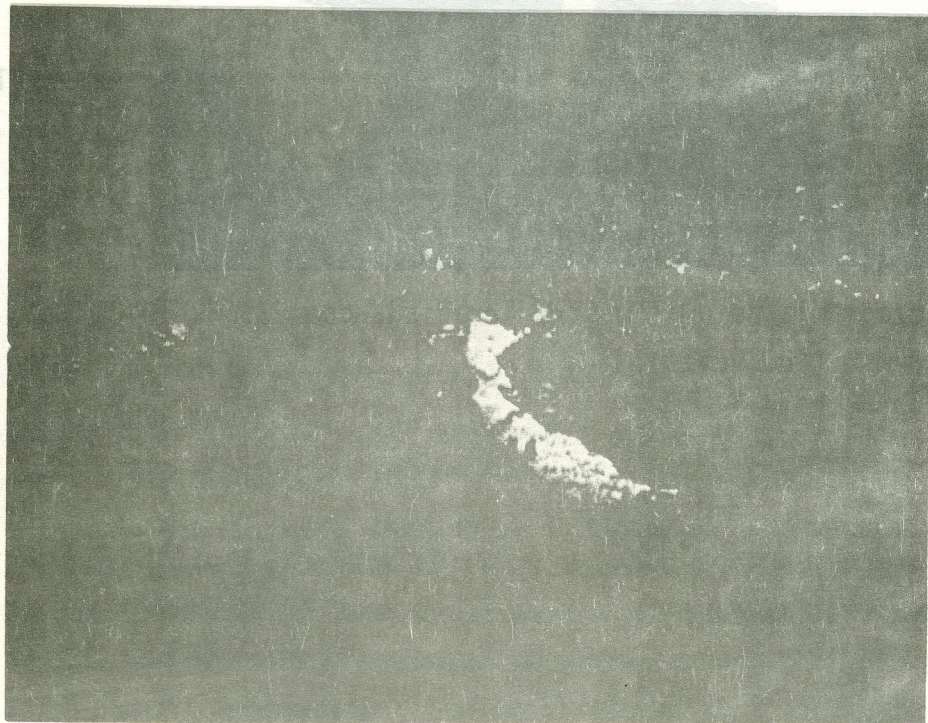
2) A zona fundida por uma microestrutura altamente refinada result



Zona  
Fundida

Material  
Base

Figura 2. Micrografia de uma amostra irradiada com  $5,8 \times 10^5 \text{ W/cm}^2$  e 0,88 ms (128 vezes).



Martensita

ZAC

Material  
Base

Figura 3. Micrografia de uma amostra irradiada com  $5,8 \times 10^5 \text{ W/cm}^2$  e 0,88 ms (400 vezes).



Figura 4. Micrografia de uma amostra irradiada com  $3,8 \times 10^5 \text{ W/cm}^2$  e 0,74 ms (128 vezes).

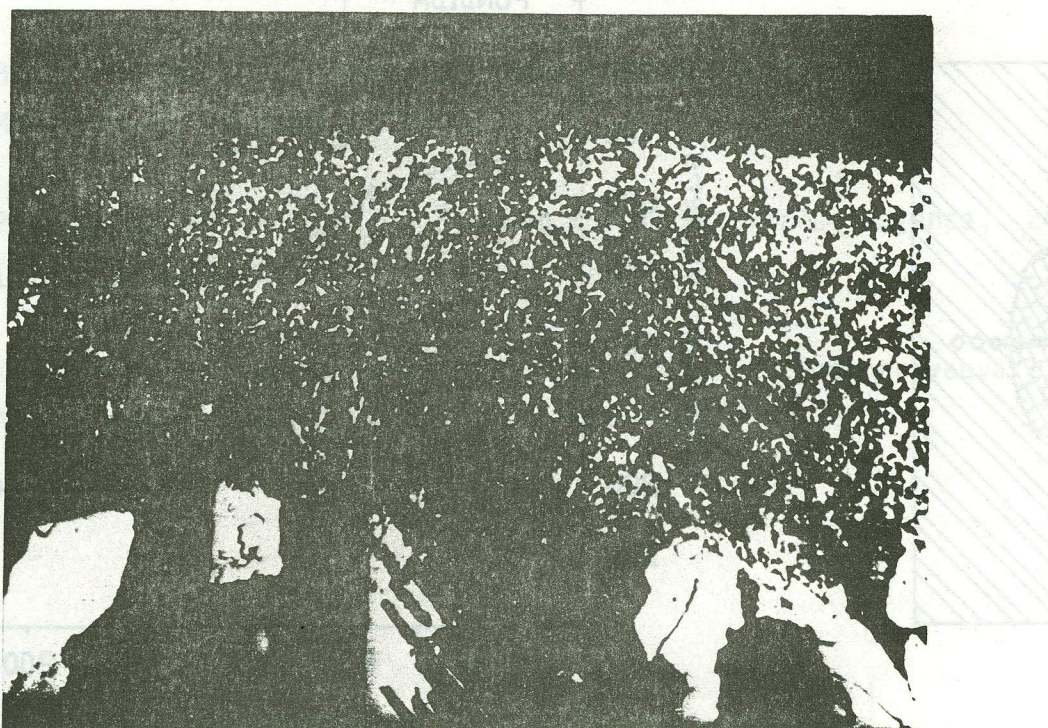


Figura 5. Micrografia de uma amostra irradiada com  $3,8 \times 10^5 \text{ W/cm}^2$  e 0,74 ms (400 vezes).

## Microdureza

As medidas de microdureza foram realizadas em uma seção transversal da amostra na região afetada pela irradiação com laser, sendo medidos pontos desde a superfície até o material de base. Estes resultados são apresentados na figura 6.

Profundidade ( $\mu\text{m}$ )	15	45	75	105	120	150	180	210
Dureza (Vickers)	672	655	620	321	300	200	196	198

Tabela 1. Resultado médio obtido na análise de várias amostras.

Observou-se a ocorrência de um endurecimento expressivo em torno de três vezes em relação ao material de base, devido à formação de martensita.

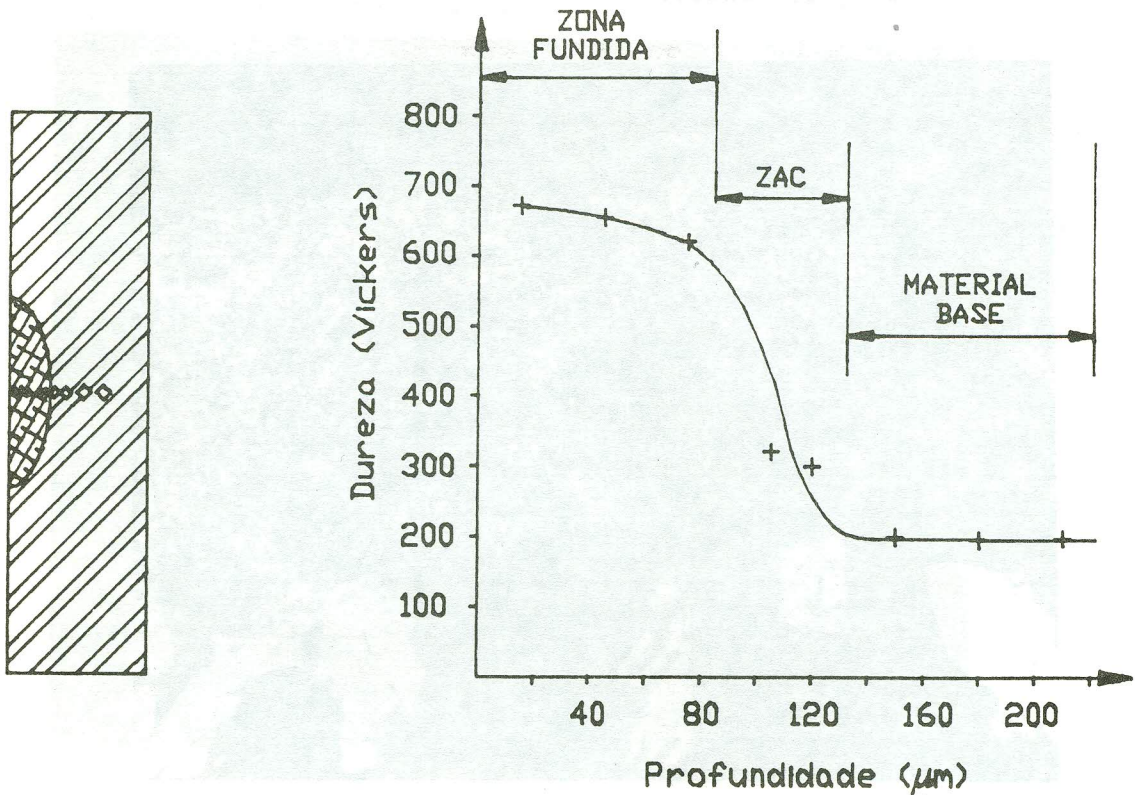


Figura 6. Gráfico da microdureza vickers em função da profundidade ao lado desenho esquemático da obtenção dos valores.

#### IV. CONCLUSÃO

As irradiações de superfícies do aço ABNT 1045 com laser, nas condições realizadas neste trabalho, com fusão da área irradiada, pode ser obtido, com o laser utilizado. A geometria da zona fundida depende fundamentalmente dos parâmetros de irradiação, especialmente a densidade de potência e o tempo de interação.

A fusão, seguida pelo resfriamento rápido, induz a uma elevada dureza na superfície devido à formação de uma martensita de fina granulação.

Os resultados preliminares obtidos permitem concluir que a irradiação, nas condições utilizadas neste trabalho, podem ser utilizadas como meio de tratamento superficial voltado a um endurecimento localizado do material. Uma investigação mais aprofundada está em andamento para permitir o aperfeiçoamento desta técnica.

#### V. REFERÊNCIAS

1. Blaes L., Bauer P., Gonser U., Kern R.; Zeitschrift fur Metallkunde, 79 (1988) 278-281.
2. Pelletier J.M., Pergue D., Fouquet F., J. Materials Science, 24 (1989) 4343-4349.
3. Kovalenco V.S., Verkhoturov A.D., Golovko L.F., Podchernyaeva I. A., J. Soviet Laser Research, 9 (1988) 2-77.