

INTERCÂMBIO UNIVERSIDADE-EMPRESA
ESTUDO CONJUNTO UFSCar-USIMINAS SOBRE SOLDABILIDADE DE AÇOS ESTRUTURAIS⁽¹⁾

Nelson Guedes de Alcântara⁽²⁾
João Luiz Barros Antunes⁽³⁾

R E S U M O

Este trabalho apresenta os resultados obtidos em um projeto conjunto de pesquisa realizado entre a UFSCar e a USIMINAS, com suporte financeiro da FINEP. O projeto, além dos objetivos técnico-científicos alcançados, viabilizou a montagem do Laboratório de Soldagem do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos. Como consequência desta interação, novos projetos conjuntos incluindo a formação de pessoal foram e estão sendo desenvolvidos entre a UFSCar e a USIMINAS.

1. INTRODUÇÃO

Em julho de 1983 foi proposta pelo Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos (DEMa-UFSCar) a realização, com a USIMINAS, de projetos conjuntos de pesquisa na área de Soldagem. Estes projetos, além de seus objetivos técnico-científicos, visavam estabelecer um maior intercâmbio Uni

-
- (1) Trabalho apresentado no Simpósio da COËNS - A Pós-Graduação e a Formação de Pesquisadores em Metalurgia no Brasil - Julho/1988.
 - (2) Membro da ABM, ABS, MWeldI, AWS, Engenheiro de Materiais, M.Sc. PhD em Tecnologia da Soldagem; Professor Adjunto do Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar, São Carlos, SP.
 - (3) Membro da ABM - Mestre em Metalurgia - Pesquisador da Unidade de Pesquisas de Materiais, do Centro de Pesquisas da USIMINAS, Ipatinga, MG.

-versidade-Empresa, de modo a somar esforços para pesquisas e viabilizar, através de financiamentos da FINEP, a montagem do Laboratório de Soldagem do DEMa.

Foram propostos inicialmente 4 projetos:

- Obtenção e Caracterização de Curvas de Resfriamento Direto em Metais de Solda;
- Ensaios Diretos de Soldabilidade de Aços Estruturais;
- Ensaios de Tenacidade a Fratura de Estruturas Soldadas;
- Corrosão sob Tensão de Juntas Soldadas de Aços Estruturais.

Posteriormente, por sugestão da FINEP, estes projetos foram condensados sob o título Ensaios Diretos de Soldabilidade em Aços Estruturais - Convênio FINEP/FNDCT nº 5.1.84.0581.00/01/02, o qual remanesce com os seguintes sub-projetos: "Ensaios Diretos de Soldabilidade" e "Obtenção e Caracterização de Curvas de Resfriamento Direto em Metais de Solda".

2. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O projeto "Ensaios Diretos de Soldabilidade em Aços Estruturais" visou o estabelecimento de metodologias para a determinação da soldabilidade dos aços através do enfoque da susceptibilidade a ocorrência de trincas a frio induzidas pelo hidrogênio.

Trincas a frio induzidas pelo hidrogênio são defeitos passíveis de ocorrer em juntas soldadas quando há uma conjugação de fatores expressos por: microestrutura, teor de hidrogênio, nível de tensões e temperatura. Os ensaios mais utilizados para a determinação da susceptibilidade de juntas soldadas de aços a ocorrência deste tipo de trinca são o Tekken e o de Severidade Térmica Controlada (CTS), devido ao seu baixo custo e facilidade de execução. Estes en

-saio, no entanto, apresentam o inconveniente de não permitir a variação do nível de tensões imposta (já que são ensaios de autorestrição), o que pode ser conseguido com os ensaios de Implante (para a zona termicamente afetada) e de Restrição Controlada (para o metal de solda).

Através do projeto em questão foi possível implantar a metodologia para a realização dos ensaios Tekken e CTS no DEMA/UFSCar. Foram também realizados alguns ensaios preliminares de Restrição Controlada, figuras 1 e 2, em equipamento (tensômetro de bancada) disponível na UFSCar. O equipamento para o ensaio de Implante está sendo desenvolvido na USIMINAS.

A maior parte do esforço despendido no projeto foi canalizada para a montagem de um sistema de análise térmica direta para a obtenção e caracterização de curvas de resfriamento no metal de solda. Este sistema, único no Brasil e um dos poucos a nível mundial, é mostrado esquematicamente na figura 3, e nas figuras 4, 5 e 6. Através deste sistema é possível obter taxas de resfriamento e determinar as temperaturas de transformação microestrutural dos diversos constituintes do metal de solda. Consequentemente, pode-se elaborar as curvas de resfriamento direto (CCT) do metal de solda, que é um dos parâmetros mais importantes no estudo e avaliação dos efeitos causadores das trincas a frio. Este sistema pode também ser aplicado na zona termicamente afetada.

Os resultados obtidos, apesar de encorajadores, indicaram a necessidade de algumas alterações como a utilização de interfaces digital/analógica e a montagem de um sistema para calibração de termopares, o que não foi possível devido à carência de recursos de ordem orçamentária, já que o previsto mostrou-se insuficiente face à inflação verificada no período em que se desenvolveu o projeto.

Apesar das dificuldades encontradas foi possível, com re

-cursos do projeto, a instalação do laboratório de soldagem do DEMA /UFSCar, o que era um dos principais objetivos propostos.

Este laboratório conta hoje com os seguintes equipamentos:

- Equipamento para Soldagem ao Arco Submerso (SAS);
- Equipamento para Soldagem ao Arco com Eletrodo Revestido (SAER);
- Equipamento para Soldagem ao Arco com Proteção Gasosa (SAMG);
- Equipamento para Soldagem ao Arco Tungstênio com Proteção Gasosa (SATG);
- Equipamento para Ensaio de Desgaste por Abrasão;
- Sistema para Oxi-Corte;
- Estufa para Eletrodos.

Além disso, foram construídos diversos dispositivos auxiliares como mesas de trabalho, posicionador, carrinho para oxi-corte/solda portátil, cabine para micro computador, etc. A figura 7 mostra uma vista parcial do laboratório, e as figuras 8, 9 e 10, alguns dos equipamentos citados.

3. INTERCÂMBIO UNIVERSIDADE-EMPRESA

Este projeto foi precursor de um profícuo intercâmbio UFSCar/USIMINAS. Como resultado desse passo inicial, está em vigência um convênio de cooperação mútua entre a universidade e a empresa envolvendo as áreas de formação de pessoal e desenvolvimento de estudos conjuntos.

Na área de formação de pessoal, estão sendo conduzidos os cursos de Metalurgia Física e Ciência dos Materiais, em nível de mestrado. As aulas são ministradas em Ipatinga, onde está localizada a unidade industrial da USIMINAS, e os trabalhos de laboratório são realizados em Ipatinga e em São Carlos. Os temas de tese

são definidos em função dos programas de pesquisa da USIMINAS e estão sempre vinculados a necessidade reais da Empresa. Atualmente estão sendo desenvolvidas e em elaboração de proposta 6 teses de mestrado nas áreas de refratários, corrosão e microscopia eletrônica de transmissão.

Em relação a estudos conjuntos, estão em desenvolvimento 5 projetos, todos visando a aplicação da microscopia eletrônica de transmissão à caracterização microestrutural de aços. Os projetos envolvem a determinação e distribuição de precipitados, a definição de microestruturas complexas, a densidade de discordâncias, e objetivam obter subsídios para a melhoria de qualidade e desenvolvimento de aços estruturais de alta resistência.

4. CONCLUSÕES

- Os objetivos gerais do projeto, quais sejam o estabelecimento de intercâmbio Universidade-Empresa e a montagem do Laboratório de Soldagem do DEMa/UFSCar, foram alcançados.
- Os objetivos técnico-científicos só foram parcialmente atingidos, em decorrência da insuficiência de recursos financeiros re-passados ao DEMa/UFSCar.
- Através de resultados obtidos no projeto e da utilização do Laboratório de Soldagem foi possível a publicação de 21 trabalhos de pesquisa e relatórios técnico-científicos, além da especialização específica de 12 alunos de iniciação científica, mestrado e doutorado.
- Para os setores de engenharia de uma Universidade, o intercâmbio com a Empresa é desejável e mesmo imprescindível, pois aprimora

a formação de recursos humanos e valoriza o desenvolvimento técnico-científico.

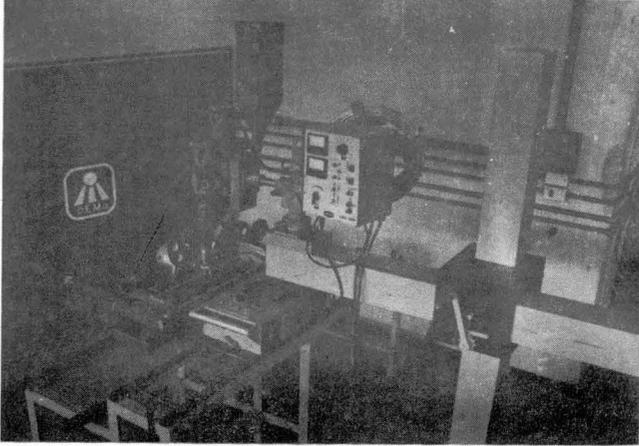


Figura 1 - Sistema para Ensaio de Restrição Controlada

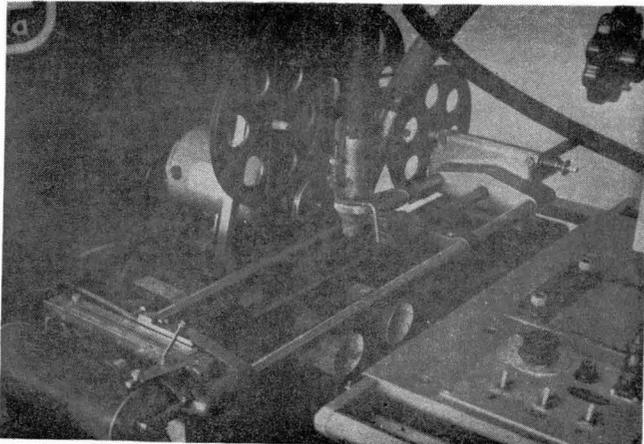


Figura 2 - Ensaio de Restrição Controlada

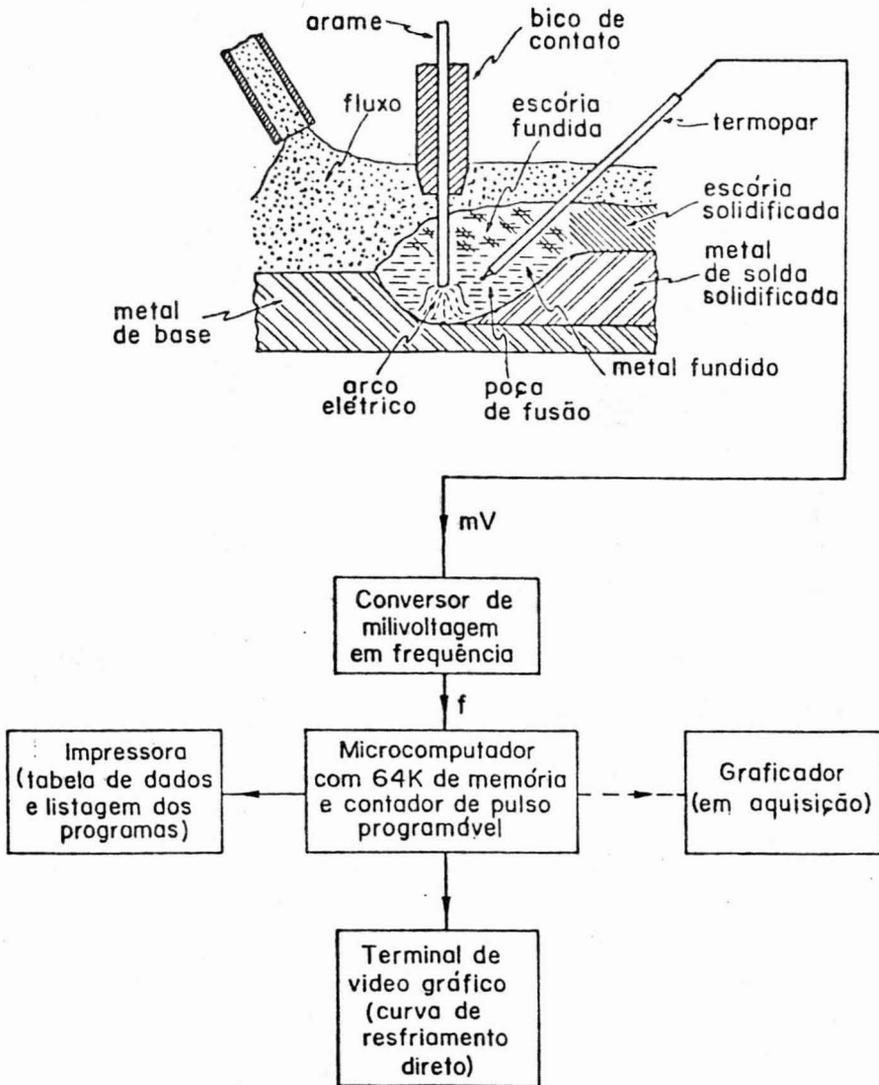


Figura 3 - Esquema do Sistema para Obtenção da Curva de Resfriamento do Metal de Solda

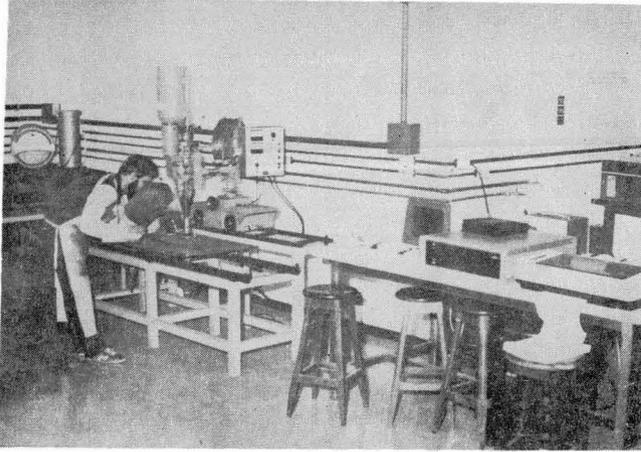


Figura 4 - Sistema de Análise Térmica "in situ"

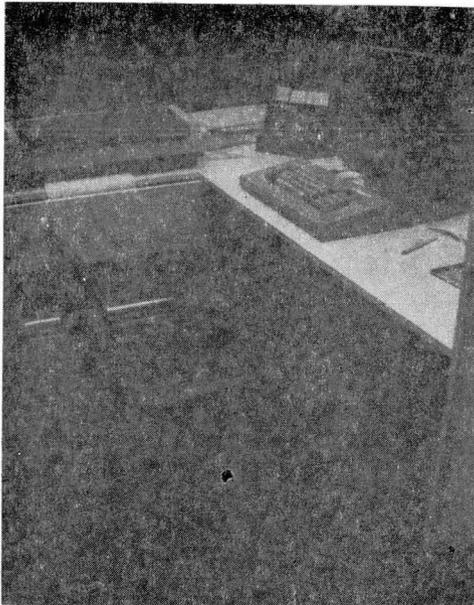


Figura 5 - Vista Interna da Cabina do Microcomputador

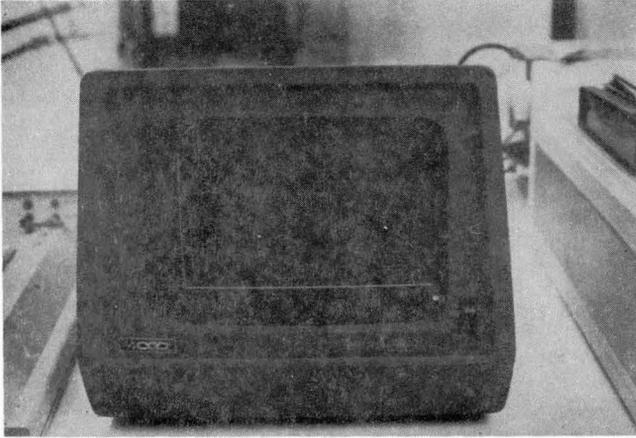


Figura 6 - Curva de Resfriamento Direto do Metal de Solda

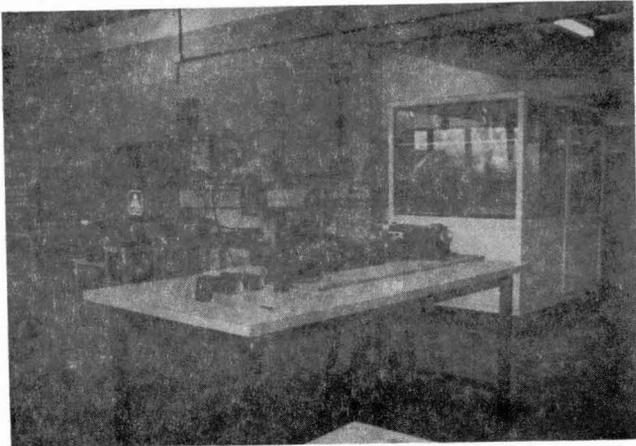


Figura 7 - Vista Parcial do Laboratório de Soldagem

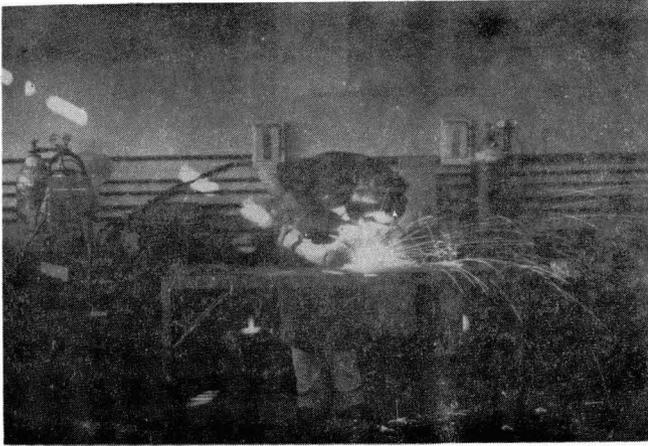


Figura 8 - Equipamento para Soldagem: SAER, SATG, SAMG

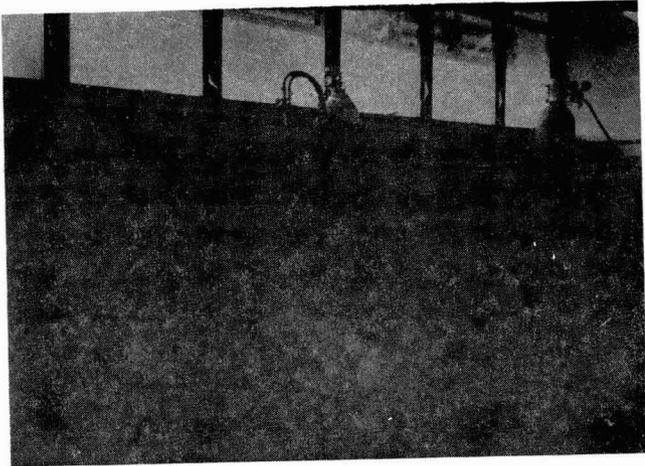


Figura 9 - Equipamentos para Soldagem e Corte: SOG



Figura 10 - Equipamento para Ensaio de Desgaste por Abrasão

