

## MONITORIA NAS DISCIPLINAS DE PROCESSOS DE SOLDAGEM E TCC

MORETO, Ana Beatriz Tutschky  
DUTRA, Edgar de Souza  
Fatec Itaquera

**Resumo:** A soldagem constitui-se como o principal processo de união permanente de materiais, sendo utilizada em diversos tipos de indústrias, visando atender os requisitos de qualidade, produtividade e confiabilidade. Para se garantir os requisitos dos clientes, existe a necessidade da sinergia entre o conhecimento teórico e a prática profissional, avaliando as interações dos materiais, variáveis do processo. Esta monitoria teve por objetivo, orientar os alunos das disciplinas de Processos de Soldagem e Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), visando a utilização de técnicas operatórias de soldagem e os reflexos nas transformações metalúrgicas, bem como o auxílio nas análises metalográficas destinadas aos TCC's.

**Palavras-chave:** Monitoria na disciplina. Processos de Soldagem. Análises metalográficas.

### INTRODUÇÃO

A soldagem consiste na união permanente de dois ou mais materiais, utilizando a pressão ou fusão, garantindo as mesmas características iniciais através das forças de ligações químicas ou combinações de esforços.

A maioria das ligas metálicas são soldáveis, mas, certamente, algumas são muito mais difíceis de serem soldadas por um dado processo que outras (MODENESI; 2002).

Para se determinar a soldabilidade de um material, é de extrema importância analisar o processo, o procedimento de soldagem e sua aplicação, havendo também a necessidade de se ter o conhecimento profundo do material a ser soldado, o projeto da estrutura e os requisitos de serviço. Em diversas aplicações, o desempenho do produto final frente a uma determinada solicitação, teve sua vida útil reduzida devido a interação do material com o seu processamento. Para efetuar uma soldagem com qualidade, conhecendo suas variáveis e quais os reflexos na sua estrutura e propriedades mecânicas.

O objetivo deste trabalho foi orientar os alunos da disciplina de Processos de Soldagem e Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC):

- Estudo dos processos usuais e prática profissional;
- Verificação dos materiais, corpos de prova e ensaios;
- Avaliação dos resultados dos ensaios;
- Auxílio nas análises metalográficas;
- Construção textual dos TCC's

### METODOLOGIA

A monitoria da disciplina de Processos de Soldagem e Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) foi realizada auxiliando os alunos quanto à elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso, buscando o disseminar o conhecimento básico da utilização dos equipamentos do Laboratório de Soldagem da FATEC Itaquera (Figura 1) e os procedimentos destinados à metalografia.

**Figura 1** – Laboratório de Soldagem da FATEC Itaquera e equipamentos



Fonte: autora (2022).

O projeto de monitoria iniciou com o treinamento de operação das fontes de soldagem ao arco elétrico para os processos SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), GMAW (*Gas Metal Arc Welding*), FCAW (*Flux Cored Arc Welding*), GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) e SAW (*Submerged Arc Welding*), onde a operação deste último processo apresenta-se na Figura 2.

Figura 2 – Operação do sistema de soldagem por arco submerso (SAW)



Fonte: autora (2022).

Outra parte do treinamento foi sobre a utilização dos recursos dos Laboratórios de Ensaio Mecânicos e Microestruturas (Figura 3).

Figura 3 – Laboratório de Microestruturas e equipamentos



Fonte: autora (2022).

Após treinamentos, foram acompanhados os TCC's envolvendo os Laboratórios de Soldagem e Microscopia, iniciando pelo dimensionamento dos consumíveis utilizando o código ASME II Parte C para a definição dos consumíveis de soldagem. Para tanto, foi definido um dos projetos em andamento para apresentação deste trabalho, onde foi definido um pré-aquecimento por chama de acordo com o carbono equivalente do material, visando eliminar o hidrogênio e após tal processo, o mesmo foi soldado pelo processo GMAW (Figura 4).

Figura 4 – Pré-aquecimento e soldagem da chapa-teste destinada ao TCC



Fonte: autora (2022).

Finalizada a soldagem, os alunos foram orientados a quanto às delimitações dos corpos de prova a serem retirados da chapa-teste, visando a qualificação do procedimento de soldagem conforme código ASME IX (2019), em função da espessura, foram traçados os corpos de prova conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5 – Chapa teste para a qualificação do procedimento de soldagem



Fonte: autora (2022).

Em um segundo momento, os alunos foram acompanhados na utilização do equipamento de corte com auxílio de uma serra FRANHO modelo FMG 500 conforme Figura 6.

Figura 6 – Serra FRANHO e corte dos corpos de prova



Fonte: autora (2022).

Após definidos os ensaios, a monitoria acompanhou a preparação dos corpos de prova, iniciando pelas seções menores destinadas às caracterizações das macroestruturas e microestruturas utilizando uma cortadora metalográfica (*Cut-off*) conforme Figura 7.

**Figura 7** – Preparação e corte da secção menor na *Cut-Off*



Fonte: autora (2022).

Após a preparação, os alunos foram instruídos e acompanhados durante os lixamentos, polimentos e ataque químico por imersão, utilizando uma solução Nital (5%) por 3 segundos conforme visualizado na Figura 8.

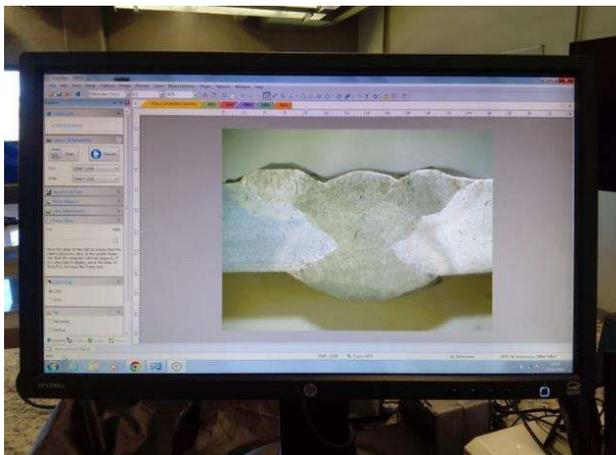
**Figura 8** – Preparação na politriz e ataque químico



Fonte: autora (2022).

Para analisar as macrografia, os alunos foram monitorados quanto à utilização de um estereoscópio com ampliação máxima de 40x conectado via usb em uma CPU, onde as análises dimensionais foram efetuadas no software Top View 64 versão 2.0 conforme (Figura 9).

**Figura 9** – Análise macrográfica



Fonte: autora (2022).

O acompanhamento continuou com as análises das microestruturas, sem ataque químico visando a observação das inclusões e com ataque químico, objetivando a visualização das microestruturas, sendo as mesmas realizadas em um microscópio digital com ampliações de 100x e 200x da marca Zeiss, modelo AX10, conectado via USB em uma CPU e executado através do software AxionVision LE, conforme apresentado na Figura 10.

**Figura 10** – Análise micrográfica

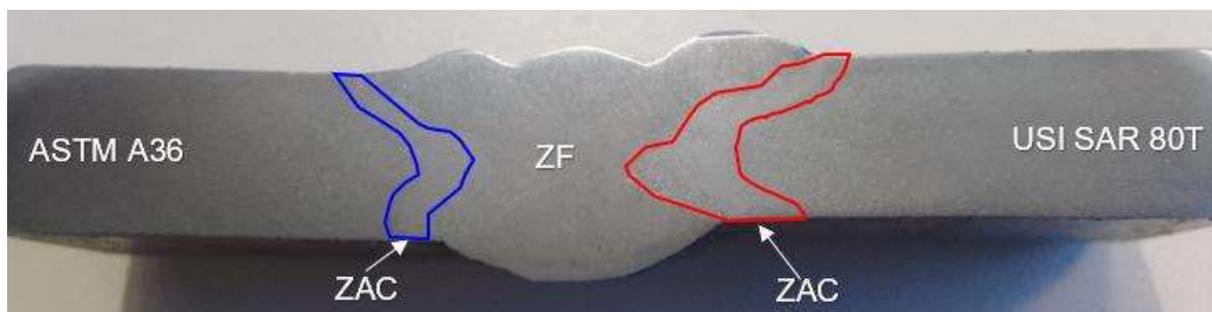


Fonte: autora (2022).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como a finalização dos ensaios metalográficos, os alunos foram acompanhados na elaboração TCC, documentando suas análises de caracterizações macroestruturais e microestruturais da junta soldada conforme exemplo na Figura 11.

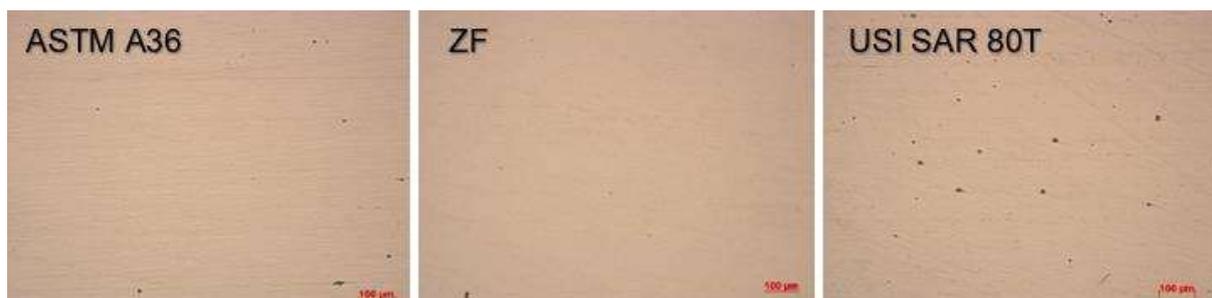
**Figura 11** – Macrografia da junta soldada



Fonte: autora (2022).

As análises micrográficas sem o ataque químico, demonstraram inclusões arredondadas em maior quantidade no USI SAR 80T e em menor quantidade na zona fundida conforme Figura 11. Os alunos foram orientados a utilizarem literatura como a Metalografia do Produtos Siderúrgicos Comuns (COLPAERT; 2008);

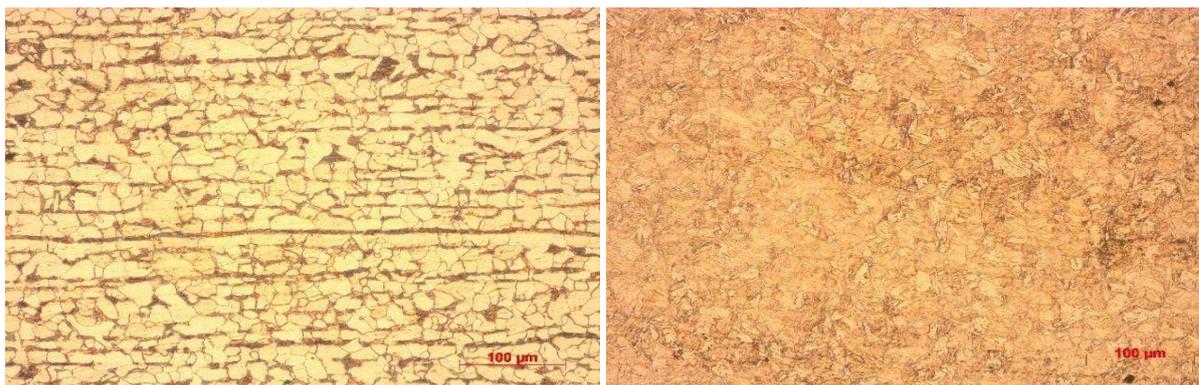
**Figura 11** – Comparativo de inclusões



Fonte: autora (2022).

As análises dos dois corpos de prova com ataque químico demonstraram com um aumento de 100X a presença de grãos ferríticos (PF) com contornos perlíticos (FC-P) no aço ASMT A36, além de ter apresentado o fenômeno de badeamento fenômeno de bandeamento de forma que os grãos perlíticos seguem paralelos aos grãos ferríticos conforme características de um produto laminado. Os alunos foram orientados a utilizarem o software Image J para verificarem os tamanhos de grãos, linhas de fusão, penetração e outras características importantes na soldagem e análise microestruturais.

Figura 12 – Comparativo de microestruturas dos aços soldados



Fonte: autora (2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A monitoria de disciplina (MD) permitiu o acompanhamento do projeto de qualificação de procedimento de soldagem de uma junta dissimilar, permitindo agregar conhecimento na utilização dos equipamentos de soldagem e nas técnicas de análises microestruturais aos alunos de TCC. O envolvimento dos alunos dos semestres iniciais e finais, também foi um fator importante no conhecimento adquirido. A interação dos alunos e monitores permitiu o desenvolvimento prático das atividades com segurança e agilidade nas atividades. A atividade de monitoria contribuiu muito para o crescimento pessoal e profissional dentro da área da Tecnologia de Soldagem.

## REFERÊNCIAS

ASME – The American Society of Mechanical Engineers. **Boiler and Pressure Vessel Code. Section II – C - Materials**, Edition 2019.

ASME – The American Society of Mechanical Engineers. **Boiler and Pressure Vessel Code. Section IX - Welding, Brazing, and Fusing Qualifications - Edition 2019.**

COLPAERT, H.; **Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns** – 2008 – 4ª Edição – São Paulo – Editora Blucher.