

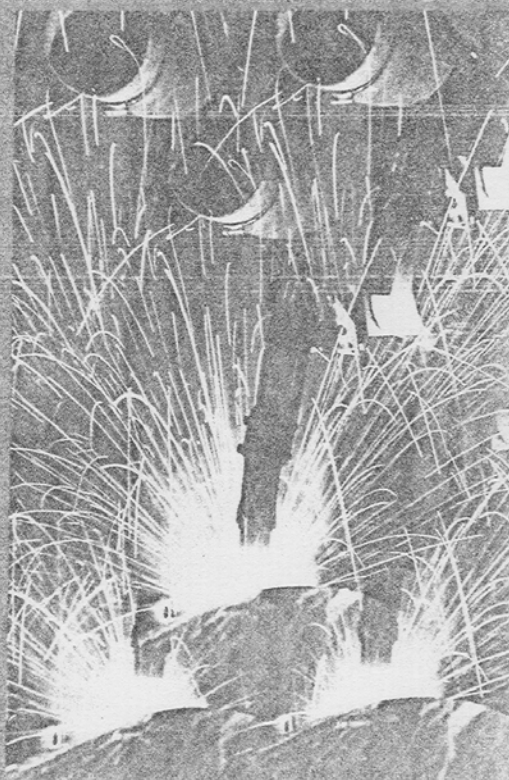


ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SOLDAGEM - ABS

XX ENCONTRO NACIONAL  
DE TECNOLOGIA DA SOLDAGEM

CONTAGEM - MINAS GERAIS  
21 a 24 DE AGOSTO DE 1994

ANAIS



XX - E.N.T.S. /94

BRASAGEM A ALTA TEMPERATURA DE CARBETO DE TUNGSTÊNIO  
(WIDIA) COM AÇO CARBONO (1)

Wagner Reis da Costa Campos (2)  
Geraldo de Paula Martins (2)  
Paulo de Tarso Vida Gomes (3)  
Geraldo Antônio Scoralick Martins (4)

RESUMO

Este trabalho mostra que na brasagem entre uma pastilha de carбето de tungstênio (WIDIA) à uma haste de aço carbono, o uso de cobre eletrolítico, retirado de condutor elétrico, como material de adição, pode ser tão eficiente como uma liga comercial Cu-78%, Co-3%, Mn-10%.

É mostrado ainda que uma limpeza adequada, para a remoção de óxido da WIDIA, é de fundamental importância na integridade mecânica destas juntas brasadas.

- (1) Contribuição Técnica ao XX Encontro Nacional de Tecnologia da Soldagem, Contagem, Agosto 1994.
- (2) Eng<sup>o</sup> Mecânico, M.Sc., CDTN/CNEN
- (3) Eng<sup>o</sup> Mecânico, CDTN/CNEN
- (4) Técnico Mecânico, CDTN/CNEN

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN  
Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN  
Caixa Postal 1941 - Cidade Universitária - Pampulha  
30161-970 - Belo Horizonte - MG



## 1. INTRODUÇÃO

Os carbetos metálicos, tais como o carbeto de tungstênio (Wídia), são muito utilizados em ferramentas de corte e em matrizes. Eles são unidos a uma haste ou um suporte de metal para a sua utilização como ponta de broca para aplicação em alvenaria, dentes de lâminas de serra, pontas de ferramentas de corte para usinagem, entre outros. Esta união geralmente é feita por encaixe mecânico ou por brasagem, que por sua vez, pode ser executada tanto por maçarico quanto em forno à vácuo.

Com o intuito de se obter brasagens com alta resistência mecânica, foram desenvolvidas várias ligas de brasagem, a altas temperaturas, para se unir os carbetos metálicos a estruturas de aço. Embora eficientes, estas ligas apresentam um custo bastante elevado.

Este trabalho mostra uma comparação de resultados da brasagem de uma pastilha de Wídia em uma haste de aço carbono, utilizando uma liga comercial Cu-Co-Mn, na forma de pó, e um arame de cobre eletrolítico retirado de um condutor elétrico, de custo mínimo em relação as ligas recomendadas para tal união.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Brasagem de Carbeto Metálicos

A brasagem dos carbeto metálicos deve ser feita com um cuidado especial, devido a sua alta fragilidade e baixo coeficiente de expansão térmica. A maior dificuldade encontrada nestas brasagens está na obtenção de uma boa molhabilidade destes carbeto, devido à presença dos óxidos que se formam na sua superfície, e que portanto devem ser removidos por limpeza mecânica e/ou química [1].

Como a brasagem de pastilhas de Wídia a hastes de aço, geralmente feita por maçarico, apresenta valores de resistência à tração e ao cisalhamento bem inferiores aos obtidos a partir de brasagens em forno a alta temperatura [2], então, para várias aplicações a brasagem a altas temperaturas pode se tornar necessária.

### 2.2 Brasagem a Altas Temperaturas

A brasagem a alta temperatura é um processo de união, realizado em forno, sem a presença de ar, que emprega materiais de adição com temperatura de fusão acima de 900°C [3]. A atmosfera do forno pode ser constituída de gás ativo, gás inerte, ou vácuo. Deve-se observar que materiais que contenham constituintes que apresentam baixo ponto de ebulição ou alta pressão de vapor, não devem ser brasados em vácuo por causa das altas perdas.

### 3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

#### 3.1 Materiais

As brasagens foram realizadas entre pastilhas de carbeto de tungstênio (Wídia) de 11,7 x 11,7 x 3,0 mm, com dureza Vickers da ordem de 1700, utilizadas em suportes de ferramentas de corte, e hastes de aço carbono SAE-1020 de 9,5 x 9,5 x 50 mm, com dureza Vickers de ordem de 145, conforme montagem apresentada na Figura 1.

Como material de adição foram utilizados uma liga comercial Cu-87%, Co-3% e Mn-10% na forma de pó, com intervalo de fusão entre 980 e 1020°C; e um arame de cobre eletrolítico com diâmetro de aproximadamente 2 mm e temperatura de fusão de 1080°C, retirado de um condutor elétrico.

#### 3.2 Limpeza das Peças

A limpeza dos materiais de adição, tanto a liga Cu-Co-Mn como o arame de cobre foi feita com acetona.

As hastes de aço carbono sofreram um jateamento com microesferas de vidro e depois foram lavadas com acetona.

As pastilhas de wídia sofreram dois tipos de limpeza:

1) Limpeza simples

Jateamento com microesferas de vidro e depois lavadas com acetona.

2) Limpeza mais complexa

Antes do jateamento as pastilhas passaram por um tratamento termo-químico:

- aquecimento ao ar entre 850 e 900°C, por 5 minutos, para provocar oxidação superficial;
- decapagem em solução de NaOH, a 120°C por 10 minutos.

Todas as peças sofreram a limpeza final minutos antes de serem colocados no forno, e foram manuseadas com luvas limpas para evitar a contaminação por gorduras ou sujeira.

#### 3.3 Brasagem

As brasagens foram realizadas em dois grupos distintos, de dez amostras cada um, sendo cinco amostras brasadas com a liga Cu-Co-Mn (Amostras A) e cinco brasadas com o arame de cobre eletrolítico (Amostras B).

No primeiro grupo (Grupo 1) as pastilhas de wídia sofreram a limpeza simples, jateamento e acetona, e no segundo grupo (Grupo 2) as pastilhas sofreram a limpeza mais complexa com o tratamento termo-químico.

As condições de brasagem para os dois grupos foram as mesmas. O aquecimento do forno foi iniciado com um vácuo



melhor que  $10^{-4}$  torr, tendo um aquecimento controlado, gradual e contínuo até a temperatura de  $1140^{\circ}\text{C}$ , onde permanecem por 5 minutos e em seguida o resfriamento dentro do forno.

### 3.4 Ensaios das Amostras Brasadas

As amostras brasadas foram submetidas a ensaios:

- mecânicos de tração e cisalhamento, seguido de análise visual da fratura, para verificar a resistência mecânica e a condição de molhamento das peças pelos materiais de adição;
- de dureza (microdureza) ao longo da junta brasada, para verificar variações de dureza provenientes de interações do material de adição tanto na pastilha de wídia como na haste de aço;
- de microscopia ótica e eletrônica de varredura ao longo da junta para verificar interações entre os materiais envolvidos na ligação.

Os ensaios de dureza e microscopia foram realizados apenas nas amostras do segundo grupo de limpeza (2A e 2B), tratamento termo-químico anterior ao jateamento.

## 4. RESULTADOS

Os resultados dos ensaios de tração e cisalhamento das amostras brasadas do primeiro grupo, limpeza simples (jateadas e lavadas com acetona), estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. E os resultados dos ensaios das amostras do segundo grupo, limpeza mais complexa (tratamento termo-químico), estão apresentados nas Tabelas 3 e 4. Nestas tabelas foi verificado um aumento na resistência a tração e ao cisalhamento para as amostras que sofreram uma melhor limpeza.

As Figuras 2 e 3 mostram os aspectos das fraturas das amostras que sofreram uma limpeza simples; há uma clara evidência de falhas de molhamento das pastilhas. As Figuras 4 e 5 mostram os aspectos da fratura das amostras que sofreram uma limpeza mais complexa, onde o molhamento foi muito mais satisfatório, e com isto um melhor resultado na resistência mecânica.

Os resultados dos ensaios de dureza, ao longo das juntas brasadas, estão apresentados nas Tabelas 5 e 6 correspondente as amostras brasadas com a liga Cu-Co-Mn e cobre eletrolítico, respectivamente, com as pastilhas de wídia que sofreram uma limpeza mais complexa. As medidas de dureza foram realizadas segundo o esquema da Figura 6.

Os valores de dureza medidos no aço, após a brasagem, apresentaram uma pequena redução em relação a sua dureza original, provavelmente devido a um recozimento do mesmo.

Já próximo a interface com o metal de adição houve um acréscimo na dureza, devido a um endurecimento por precipitação de constituinte da liga de adição (Cu).

A dureza da wídia não alterou com o processo de brasagem, somente houve uma alteração na região próxima ao metal de adição, onde os valores medidos foram superiores, provavelmente, também a um endurecimento por precipitação de constituintes da liga de adição (Cu).

Exames microscópios mostraram que nas regiões próximas ao metal de adição houve a presença de cobre, devido a uma difusão do metal de adição tanto para o aço como para a wídia. Foi verificado ainda que houve uma migração de constituintes ricos em ferro, do aço para a wídia, formando uma faixa de depósito na interface wídia-material de adição, e difundindo para dentro da wídia, causando uma descoloração da mesma. Este efeito foi muito mais pronunciado quando se usou a liga Cu-Co-Mn como material de adição, isto está mostrado nas Figuras 7 e 8.

## 5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste trabalho foi possível concluir que:

- A limpeza para a remoção de óxidos dos carbetos de tungstênio a serem brasados é de fundamental importância para se obter conjuntos brasados com uma maior resistência mecânica.
- A interação aço-liga de adição-wídia causou efeitos semelhantes nas amostras brasadas tanto com a liga Cu-Co-Mn como com o cobre eletrolítico.
- Os resultados dos ensaios mecânicos, tanto das amostras brasadas com a liga Cu-Co-Mn como com o arame de cobre eletrolítico, estiveram sempre bem próximos não se comprometendo a junta.
- A partir destes dados, e para o caso específico da brasagem wídia-aço carbono, pode-se concluir que o cobre eletrolítico pode perfeitamente ser utilizado em substituição a liga Cu-Co-Mn, e com uma vantagem em relação a seu custo, pois ele pode ser obtido a partir de pedaços de condutor elétrico.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - Comissão Nacional de Energia Nuclear - CDTN/CNEN sem o qual este trabalho não poderia ser realizado.



## Bibliografia

- [1] Thorsen, K.A., Forfsmann, H. & Praestgaard, P.L.; An Esplanation of Wettability Problems when Brazing Cemented Carbides. *Welding Journal*, Vol. 68, NQ 10, Oct. 1984. P. 308s-315s.
- [2] Martins, G.P., Martins, G.A.S., Gomes, P.T.V., Campos, W.R.C. Brasagem a Altas Temperaturas de Carbetos de Tungstênio com Aço Carbono. *Nota Técnica*, CDTN/CNEN. Belo Horizonte. Julho 1992.
- [3] Partz, K.D. & Lugscheider, E. High Temperature Brazing, a Modern Bonding Tecnology - Research Center: Material Science Division, Technical University Aachen. Aachen, Sep. 1980.

Tabela 1 - Resultado dos ensaios de tração das amostras brasadas, com uma limpeza simples.

GRUPO DA AMOSTRA	LIMITE DE RESISTENCIA A TRAÇÃO (MPa)	MATERIAL DE ADIÇÃO
1A	80	Liga Cu-Co-Mn
1A	85	Liga Cu-Co-Mn
1B	86	Cobre eletrolítico
1B	28	Cobre eletrolítico

Tabela 2 - Resultado dos ensaios de cisalhamento das amostras brasadas, com uma limpeza simples.

GRUPO DA AMOSTRA	LIMITE DE RESISTENCIA AO CISALHAMENTO (MPa)	MATERIAL DE ADIÇÃO
1A	110	Liga Cu-Co-Mn
1A	178	Liga Cu-Co-Mn
1B	145	Cobre eletrolítico
1B	116	Cobre eletrolítico

Tabela 3 - Resultado do ensaio de tração das amostras brasadas, com uma limpeza mais complexa.

GRUPO DA AMOSTRA	LIMITE DE RESISTENCIA A TRAÇÃO (MPa)	MATERIAL DE ADIÇÃO
2A	167	Liga Cu-Co-Mn
2A	182	Liga Cu-Co-Mn
2B	185	Cobre eletrolítico
2B	182	Cobre eletrolítico



Tabela 4 - Resultado dos ensaios de cisalhamento das amostras brasadas, com uma limpeza mais complexa.

GRUPO DA AMOSTRA	LIMITE DE RESISTENCIA AO CISALHAMENTO (MPa)	MATERIAL DE ADIÇÃO
2A	178	Liga Cu-Co-Mn
2A	225	Liga Cu-Co-Mn
2B	201	Cobre eletrolítico
2B	174	Cobre eletrolítico

Tabela 5 - Resultados dos ensaios de dureza da amostra brasada com adição da liga Cu-Co-Mn.

POSIÇÃO	CARGA [g]	VALOR DE DUREZA [VICKERS]	MÉDIA	LOCALIZAÇÃO
1	200	142	130	Aço
2	200	118		
3	25	172	164	Aço próximo a interface com o metal de adição
4	25	155		
5	100	1854	1974	Widia próxima a interface com o metal de adição
6	100	2055		
7	100	2012		
8	500	1723	1723	Widia
9	500	1723		

Tabela 6 - Resultados dos ensaios de dureza das amostras brasadas com adição de cobre eletrolítico.

POSIÇÃO	CARGA [g]	VALOR DE DUREZA [VICKERS]	MÉDIA	LOCALIZAÇÃO
1	200	116	124	Aço
2	200	132		
3	25	140	161	Aço próximo a interface com o metal de adição
4	25	181		
5	100	2450	2277	Widia próxima a interface com o metal de adição
6	100	2189		
7	100	2191		
8	500	1723	1716	Widia
9	500	1708		

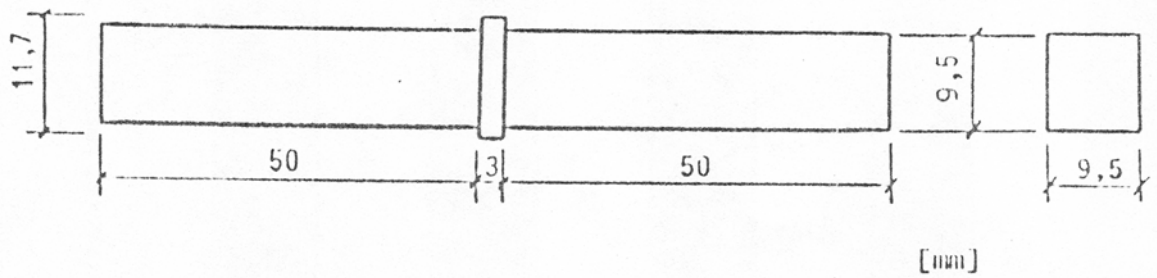


Figura 1 - Forma e dimensão das amostras brasadas.

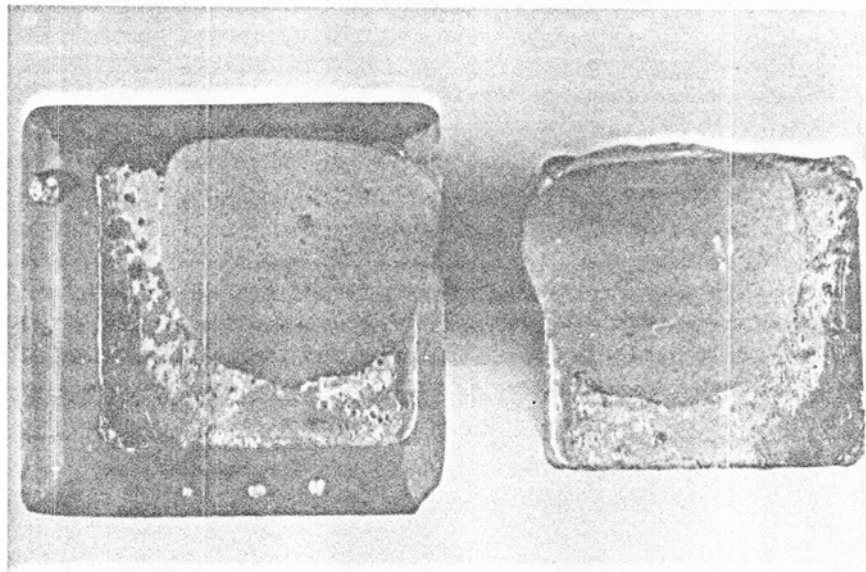


Figura 2 - Aspecto da fratura de amostra rompida em ensaio de tração brasada com liga Cu-Co-Mn com uma limpeza simples.



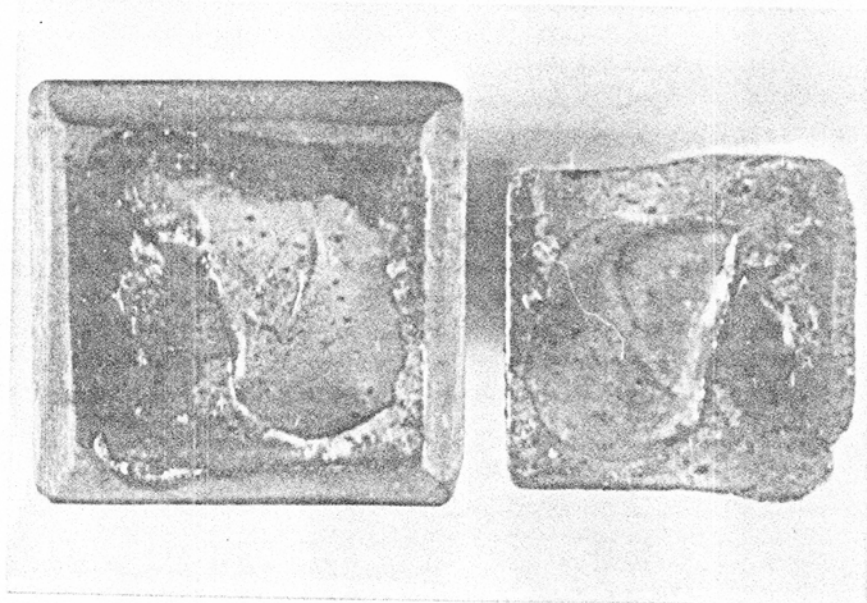


Figura 3 - Aspecto da fratura de amostra rompida em ensaio de tração, brasada com cobre eletrolítico com uma limpeza simples.

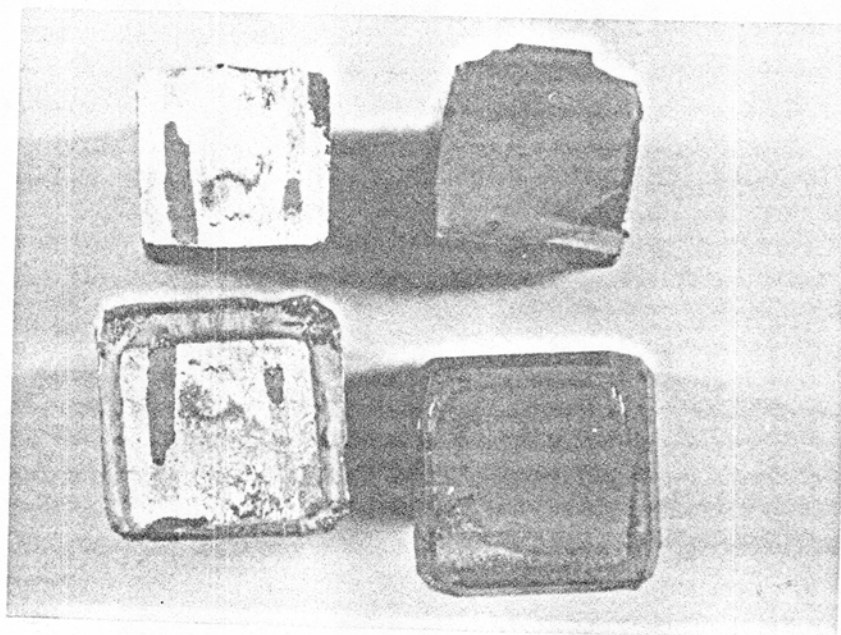


Figura 4 - Aspecto da fratura de amostra rompida em ensaio de tração e cisalhamento, brasada com liga Cu-Co-Mn, com uma limpeza mais complexa.

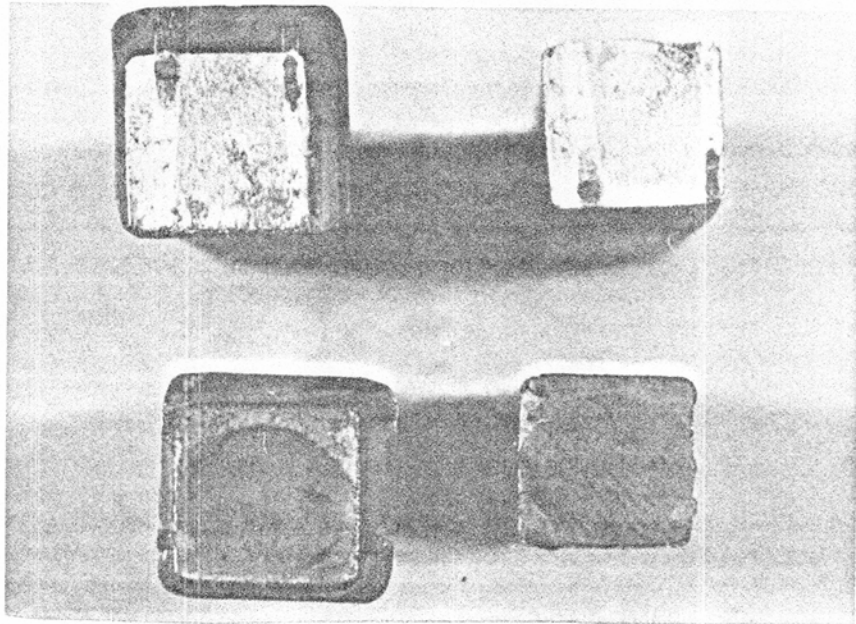


Figura 5 - Aspecto da fratura de amostra rompida em ensaio de tração e cisalhamento, brasada com cobre eletrolítico, com uma limpeza mais complexa.

AÇO CARBONO			LIGA	•5	WÍDIA	
1	2	3•			•6	8
•	•	4•	ADIÇÃO	•7		

Figura 6 - Localização das medidas de dureza ao longo do perfil da junta brasada.

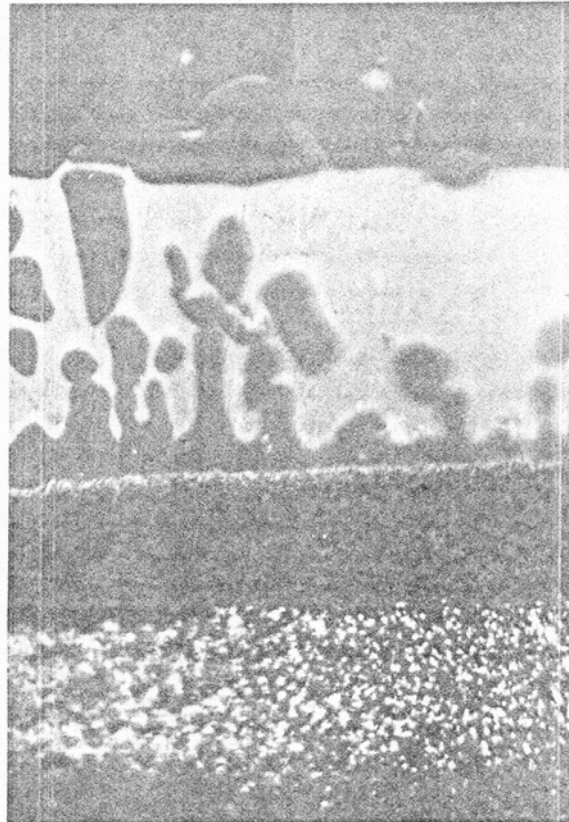
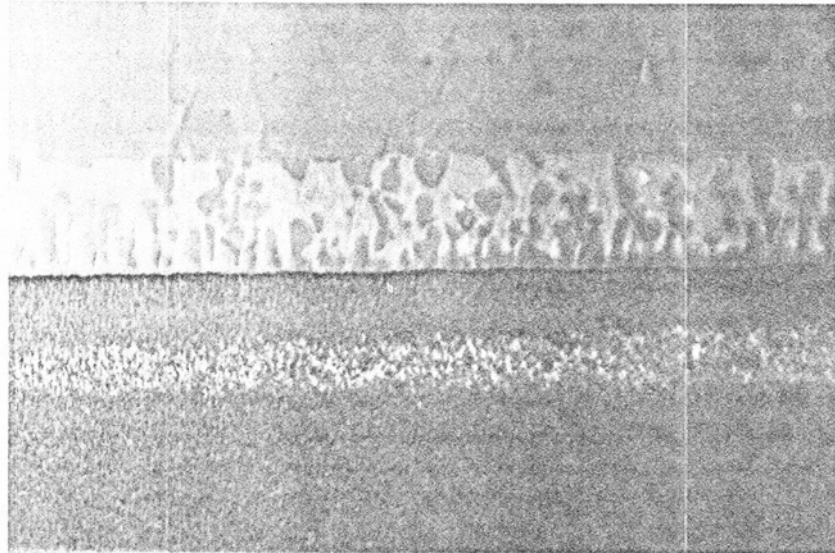


Figura 7 - Ligação wídia-aço carbono brasada com a liga Cu-Co-Mn, onde observa-se a difusão da liga no aço e na wídia e a migração do aço em direção a wídia, aumentos de 200X e 500X.



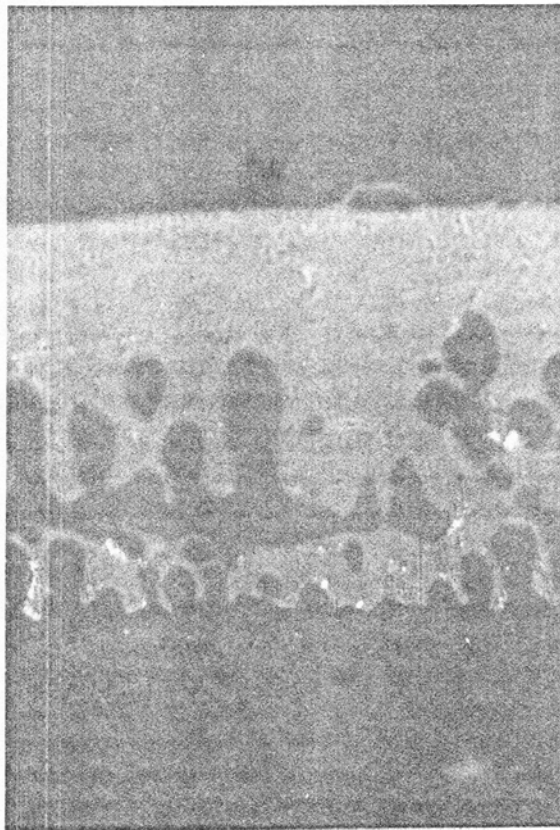
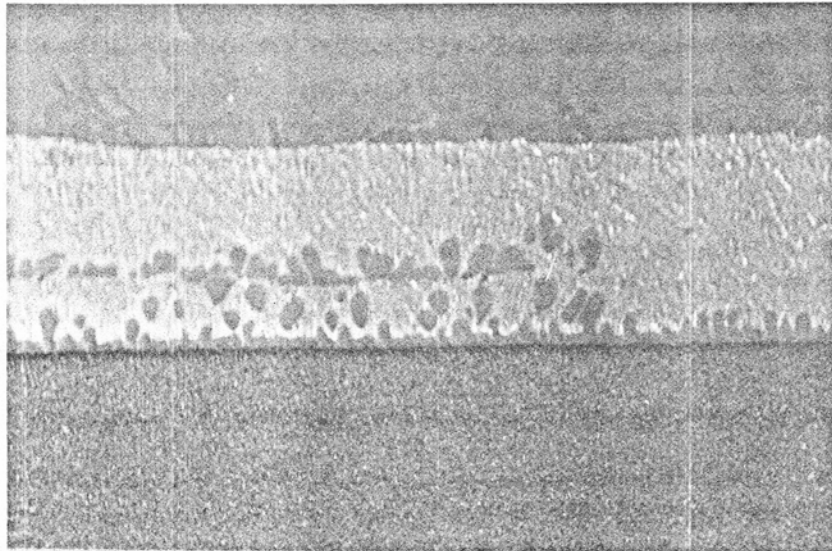


Figura 8 - Ligação wídia-aço carbono brasada com cobre eletrolítico, onde observa-se a difusão do cobre no aço e na wídia, e que o aço migrou e se depositou na interface da wídia com o cobre, aumentos de 200X e 500X.