

CAPÍTULO IV

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE SOLDAGEM.

Neste capítulo são apresentados os métodos dos ensaios realizados para encontrar uma condição de soldagem, com transferência por curto-circuito, para seis tipos de gás de proteção (argônio puro e misturas com oxigênio e dióxido de carbono) com o mesmo nível de energia gerada no arco de soldagem, utilizando inicialmente o eletrodo ER430 e como metal de base de aço inoxidável ferrítico bi-estabilizado. A partir da definição das condições iniciais de soldagem foram realizados testes também para a definição dos parâmetros de soldagem utilizando outros dois tipos de arames eletrodos, que são eles o ER 430Ti e o ER430LNb.

4.1 Testes Preliminares

Inicialmente foram realizados vários testes (arame eletrodo ER 430 de diâmetro 1,2 mm e metal de base de aço inoxidável ferrítico bi-estabilizado) com o objetivo de determinar uma condição de soldagem com transferência por curto-circuito que fosse possível soldar com as misturas de gases de proteção definida para este trabalho (Ar; Ar+2%O₂; Ar+4%O₂; Ar+2%CO₂; Ar+4%CO₂ e Ar+8%CO₂). Pré-estabeleceram-se os parâmetros velocidade de soldagem de 20 cm/min e vazão do gás de proteção 14 l/min. Baseando-se em trabalhos da literatura, variou-se a tensão de soldagem, a indutância de subida e descida da fonte de soldagem e a velocidade de alimentação do arame eletrodo. No Anexo 1 encontra-se a Tabela A1 com os resultados realizados para a definição dos parâmetros de soldagem.

Com base nos experimentos realizados definiram-se os valores da tensão de referência da fonte em um valor de 20 V, uma velocidade de alimentação de 5,3 m/min e

uma indutância média da fonte (20 marcada no mostrador da fonte). Estes parâmetros foram definidos com base no aspecto visual do cordão de solda (acabamento e quantidade de óxidos formados) e também na análise dos oscilogramas de tensão e corrente de soldagem.

A partir destes dados partiu-se para a busca de uma mesma corrente de soldagem para todos os tipos de gás de proteção variando a distância bico de contato-peça (DBCP). Desta forma se poderia trabalhar em todos os testes com a mesma tensão, mesma corrente e mesma velocidade de soldagem, definindo, portanto uma mesma energia de soldagem gerada no arco para todos os testes.

4.2 Testes com Variação da Distância Bico de Contato-Peça (DBCP)

A Tabela 4.1 mostra os resultados dos testes realizados (corrente e frequência de curto-circuito), onde se variou a DBCP para os vários tipos de gases de proteção, mantendo os demais parâmetros constantes. Foram realizados em média quatro testes em cada condição de soldagem. A Tabela 4.1 apresenta apenas os valores médios e sua variância dos parâmetros de interesse, no Anexo 1 está a Tabela A2 com todos os ensaios realizados. A frequência de curto-circuito foi obtida com o objetivo de verificar e analisar a estabilidade da transferência metálica. Para a realização desta medida utilizou-se o programa AnalisCC, desenvolvido pelo Laboratório de Soldagem da UFC, com uma tensão de referência de curto-circuito de 15 V, um tempo mínimo de curto-circuito com transferência da gota de 0,6 ms e tempo máximo de reabertura de 0,3 ms.

A Figura 4.1 mostra a influência da DBCP na corrente média de soldagem para o gás de proteção argônio puro e misturas de argônio e oxigênio, as linhas de tendência foram adicionadas para auxiliar na compreensão do gráfico. Analisando as tendências das curvas observa-se que ocorre uma diminuição na corrente de soldagem com o aumento da DBCP. Com relação à influência do gás de proteção, pode-se observar que houve uma tendência de aumento de corrente com o aumento de oxigênio contido na mistura com argônio para uma mesma DBCP.

A Figura 4.2 mostra a influência da distância de bico de contato-peça (DBCP) na corrente média de soldagem para argônio e misturas de argônio e dióxido de carbono. Analisando as tendências das curvas, observa-se que ocorre uma diminuição na corrente de soldagem com o aumento da DBCP. Com relação à influência do gás de proteção, a Figuras 4.2 mostra que houve uma tendência de aumentar a corrente com o aumento de dióxido de carbono contido na mistura com argônio, da mesma forma que foi observado na Figura 4.1 para o oxigênio.

Como pode ser observado nas Figuras 4.1 e 4.2 o aumento da DBCP gera uma diminuição da corrente de soldagem, este fato ocorre em função do acréscimo no comprimento do eletrodo ("stickout"), que acarreta em um maior aquecimento antes de ocorrer a fusão (efeito joule), diminuindo com isto a corrente de soldagem para uma fonte com característica estática de tensão constante. É importante destacar que ocorre também mudança no perfil do arco, que pode influenciar no valor da corrente média, porém com menor intensidade.

A Figura 4.3 mostra comparativamente as misturas com oxigênio e dióxido de carbono, para as mesmas porcentagens (2% e 4%) e argônio puro. Nota-se que tanto para a mistura com 2%, quanto com 4% de oxigênio há um maior aumento da corrente média de soldagem do que as misturas com dióxido de carbono, independente da DBCP. Com este fato pode-se concluir que misturas com oxigênio geram maiores correntes de soldagem que as misturas com dióxido de carbono, quando utilizadas com o mesmo percentual. Este fato pode ser explicado provavelmente pela diferença na condutividade térmica do gás de proteção. Segundo Suban e Tusek (2001) diferenças na condutividade térmica causam alterações no perfil do arco (alterações no comprimento e largura do arco). Hilton & Norrish (1988) comentam que a adição de dióxido de carbono ou oxigênio ao argônio diminui o núcleo de condução do arco (devido principalmente ao aumento da condutividade térmica) e dependendo da quantidade desses gases no arco podem prejudicar ou mesmo melhorar a estabilidade do arco, devido a possíveis alterações no perfil do arco elétrico. Outro fator que é influenciado com aumento da quantidade de oxigênio ou dióxido de carbono o α da fórmula de consumo $C = \alpha I + \beta I^2$. Sendo estes fatores mais influenciados para quantidades maiores tanto de oxigênio quanto de dióxido de carbono na mistura.

A Figura 4.4 mostra a variação da frequência de curto-circuito com a variação na DBCP para argônio e misturas de argônio e oxigênio. Foram obtidas frequências relativamente altas em comparação com a literatura corrente, isto é, encontraram-se valores próximos a 200 Hz. Com relação à DBCP pode-se observar que não existe tendência significativa de alteração da frequência com o aumento deste fator.

Com relação ao gás de proteção pode-se observar na Figura 4.4 que o argônio puro apresentou uma menor frequência de curto-circuito para toda faixa de DBCP estudado em relação às misturas com oxigênio.

A Figura 4.5 mostra a variação da frequência de curto-circuito com a variação na DBCP para argônio e misturas de argônio e dióxido de carbono. Foram obtidas também frequências relativamente altas em comparação com a literatura, principalmente para o gás de proteção com maior teor de dióxido de carbono. Com relação à DBCP pode-se observar que também não houve uma tendência de alteração significativa da frequência. Com relação

ao gás de proteção pode-se observar que o aumento do teor de dióxido de carbono na mistura ocorre um aumento da frequência de curto-circuito.

Como se pode notar nas Figuras 4.4 e 4.5 quando se aumenta o percentual de oxigênio ou dióxido de carbono em mistura com o argônio, há uma tendência de aumento da frequência de curto-circuito. Jönsson et al (1995) comenta que a adição de oxigênio ao argônio não afeta a taxa de fusão de forma significativa e que em quantidades de 1 a 5% de volume, o oxigênio promove a redução do tamanho da gota no arco, pela redução da tensão superficial no contato gota/eletrodo, e aumenta sua taxa de transferência em aço. Para o material (aço inoxidável ferrítico) utilizado e as condições de soldagem executada neste trabalho este fato foi observado.

Tabela 4.1. Resultados dos ensaios com variação na DBCP

Condição de ensaio	Gás	DBCP [mm]	I_M (Média) [A]	Desvio I_M	f_{CC} (Média) [HZ]	Desvio f_{CC}
1	Ar	12	169,5	0,7	160,2	13,3
2		14	157,5	0,7	152,9	18,0
3		16	150,0	1,0	171,1	10,7
4		18	150,0	1,0	149,9	18,8
5	Ar+2%O ₂	12	180,0	2,0	177,5	16,4
6		14	168,7	0,6	163,9	15,6
7		16	160,0	1,7	168,7	9,9
8		18	156,0	2,0	169,2	9,3
9	Ar+4%O ₂	12	189,0	1,4	193,7	2,3
10		14	184,3	0,6	185,6	8,3
11		16	173,5	2,4	184,2	9,8
12		18	165,7	0,6	193,3	8,7
13	Ar+2%CO ₂	12	171,8	1,7	165,7	16,3
14		14	165,0	1,7	148,5	8,1
15		16	158,5	1,7	157,4	4,7
16		18	150,5	2,9	151,9	4,5
17	Ar+4%CO ₂	12	179,8	2,2	203,2	5,7
18		14	178,3	1,7	197,8	6,9
19		16	164,3	1,5	193,9	17,3
20		18	161,5	2,4	204,4	4,0
21	Ar+8%CO ₂	12	185,5	1,0	201,4	3,8
22		14	178,5	1,7	216,5	6,2
23		16	175,0	2,7	219,0	24,0
24		18	167,7	1,5	213,5	5,9

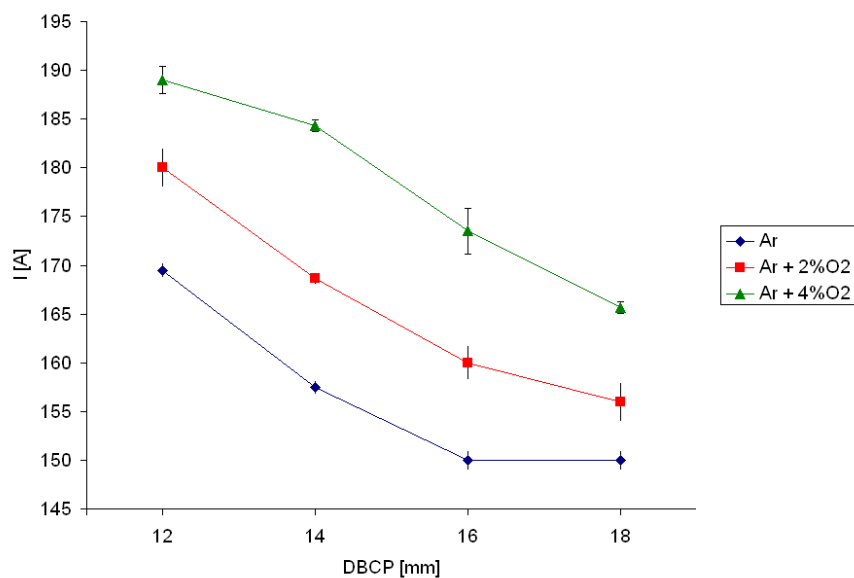


Figura 4.1. Influência da DBCP na Corrente para argônio e misturas de argônio com oxigênio.

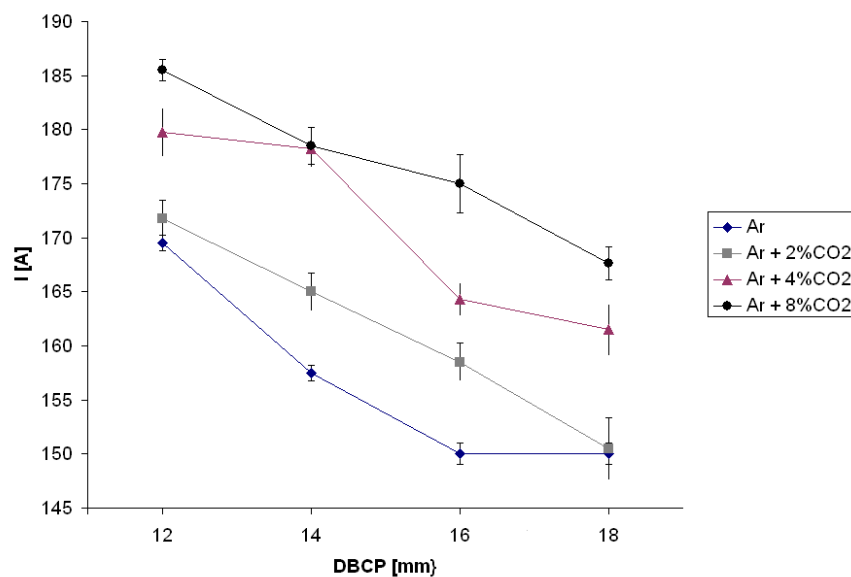


Figura 4.2. Influência da DBCP na Corrente para argônio e misturas de argônio com dióxido de carbono.

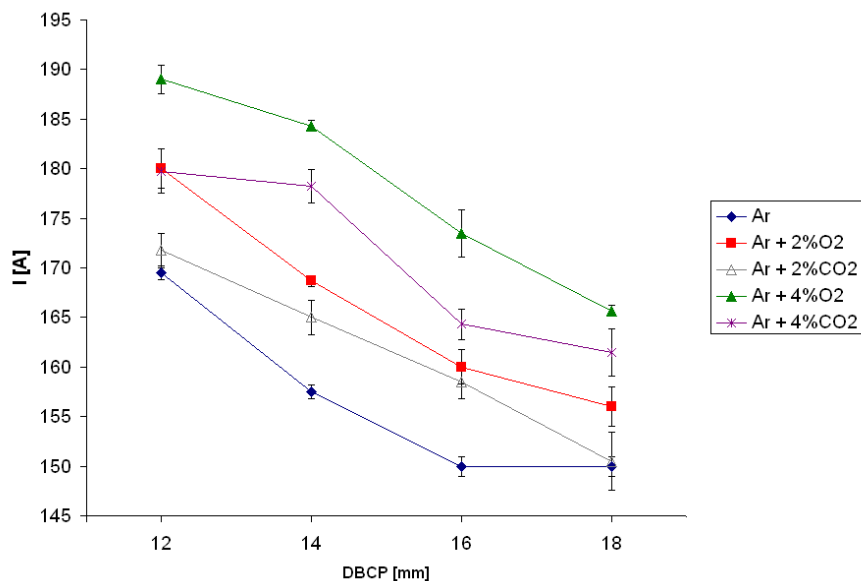


Figura 4.3. Análise comparativa da corrente média de soldagem para misturas com 2% e 4% de oxigênio e dióxido de carbono.

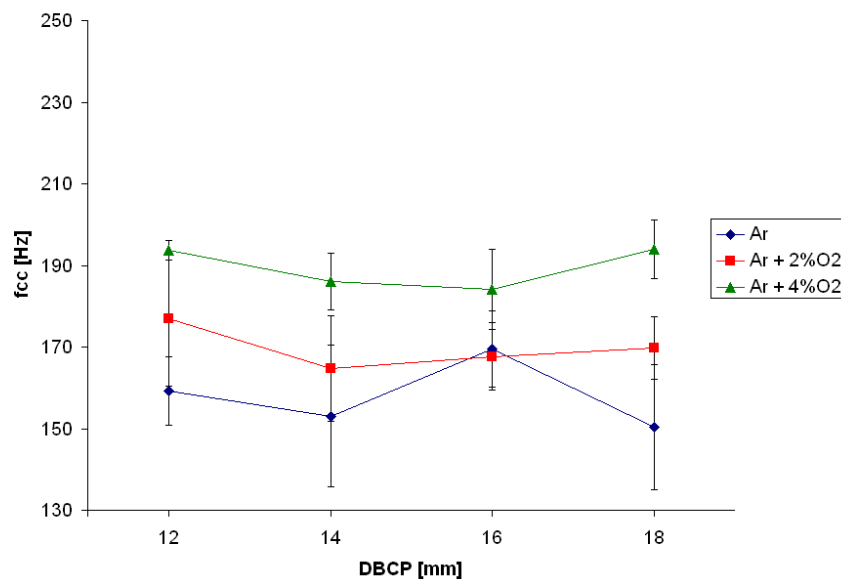


Figura 4.4. Influência da DBCP na Frequência de curto-circuito para argônio e misturas de argônio com oxigênio.

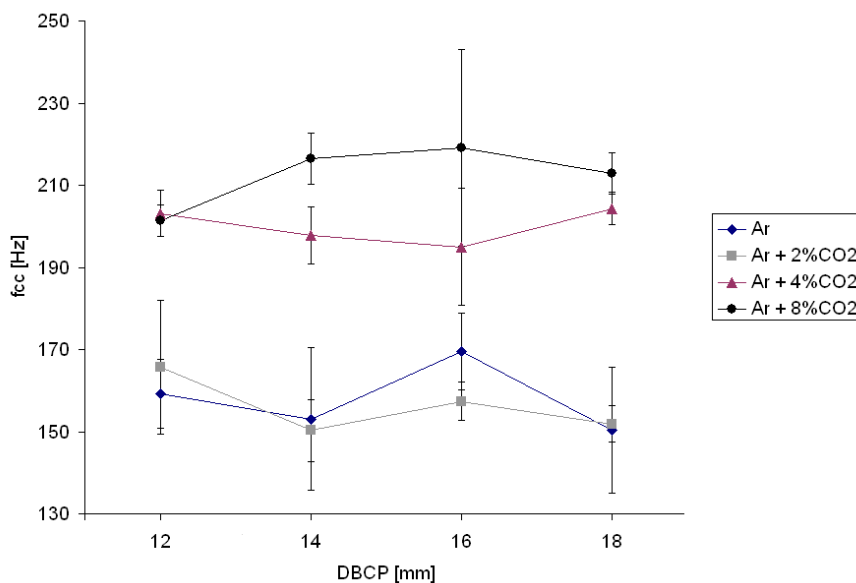


Figura 4.5. Influência da DBCP na Frequência de curto-circuito para argônio e misturas de argônio com dióxido de carbono.

A Figura 4.6 mostra comparativamente para os mesmos percentuais (2% e 4%) de oxigênio e dióxido de carbono e para o argônio puro se existe um maior aumento da frequência de curto-circuito para alguma destas misturas. Nota-se que a frequência de curto circuito é maior para as misturas com oxigênio quando se tem o percentual de 2%. Quando se analisa para o percentual de 4% conclui-se que com dióxido de carbono há um maior aumento da frequência de curto-circuito. Portanto, não se pode concluir qual mistura que gera um maior aumento na frequência. Segundo Jönsson et al (1995) misturas com maior percentual de oxigênio geram menor tensão superficial gota/eletrodo, podendo gerar transferência de maior frequência de curto-circuito. Entretanto, este fato não foi totalmente observado.

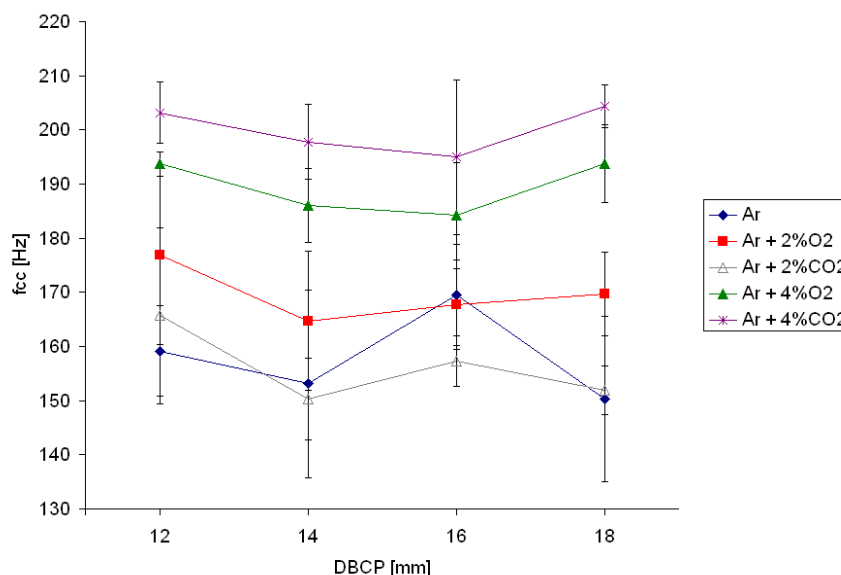


Figura 4.6. Análise comparativa da frequência de curto-circuito para misturas com 2% e 4% de oxigênio e dióxido de carbono.

4.2.1 Definição dos Parâmetros Básicos de Soldagem

Em função dos resultados apresentados acima, decidiu-se escolher a DBCP de 12 mm e corrente de soldagem em torno de 172 A, tendo como base o gás de proteção Ar puro. Com este valor de corrente, verifica-se pelas Figuras 4.1 e 4.2 que é possível obter a mesma corrente de soldagem para os outros gases variando apenas o DBCP. Com relação a frequência nota-se pelas Figuras 4.4 e 4.5 que esta permaneceu dentro de uma faixa sem grandes alterações.

Com este valor de DBCP definido para o Ar, foram realizados novos testes variando a DBCP e também pequenas variações em torno da indutância de subida e descida da fonte de soldagem com o objetivo de encontrar uma corrente média de soldagem em torno de 172 A para todos os arames em análise.

A Tabela 4.2 apresenta as condições de soldagem a ser utilizado em todas as fases desta dissertação. Para os arames ER430Ti e ER430LNb foi alterada a velocidade de alimentação do arame eletrodo de 5.3 para 7.3 por se tratar de um eletrodo de diâmetro de 1,0 mm, uma vez que o ER430 possuía um diâmetro de 1,2 mm. O objetivo é sempre manter a mesma quantidade de metal depositado pelo comprimento do cordão de solda, mantendo também a mesma energia gerada no arco de soldagem.

Tabela 4.2 Condições de soldagem padronizada no trabalho

Gás	Vazão [L/min]	U [V]	V _{ALIM} ER430 [m/min]	V _{ALIM} ER430Ti e ER430LNb [m/min]	V _{SOLD} [cm/min]
Ar	14	20	5,3	7,6	20
Ar + 2% O ₂	14	20	5,3	7,6	20
Ar + 4% O ₂	14	20	5,3	7,6	20
Ar + 2% CO ₂	14	20	5,3	7,6	20
Ar + 4% CO ₂	14	20	5,3	7,6	20
Ar + 8% CO ₂	14	20	5,3	7,6	20

OBS.: Valim – Velocidade do arame eletrodo e Vsold – Velocidade de soldagem.

4.3 Soldagem para a Verificação da Qualidade do Cordão de Solda

Nesta etapa se buscou determinar as condições de soldagem, baseando-se nos dados obtidos no item 4.2, tentando obter uma corrente de soldagem em torno de 172 A. O Objetivo é fazer uma análise comparativa entre os gases de proteção com relação à qualidade do cordão de solda para os três tipos de arame eletrodos (ER430, ER430Ti e ER430LNb). Foi realizada a soldagem cordão sobre chapa de aço inoxidável ferrítico bi-estabilizado.

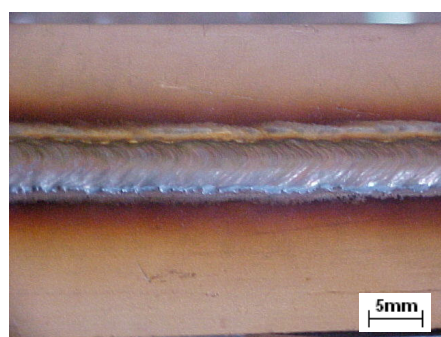
4.3.1 Aspecto do cordão de solda com o arame ER430

A Tabela 4.3 apresenta os resultados da soldagem obtidos para o material de adição ER430.

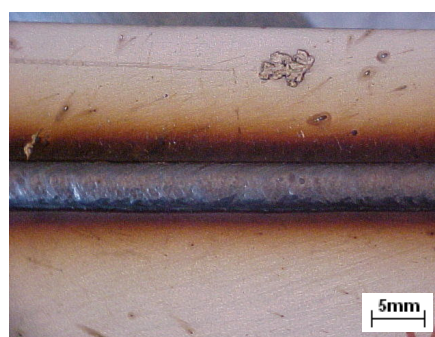
Tabela 4.3 – Testes com vários tipos de gás de proteção para o arame eletrodo ER430

Teste	Gás	DBCP [mm]	I _M [A]	U _M [V]	f _{cc} [Hz]
1	Ar	12	172	19,9	150,0
2	Ar + 2% O ₂	15	173	19,9	133,3
3	Ar + 4% O ₂	17	171	19,9	196,7
4	Ar + 2% CO ₂	14	172	19,9	200,0
5	Ar + 4% CO ₂	15	174	20,0	153,3
6	Ar + 8% CO ₂	16	172	20,0	210,0

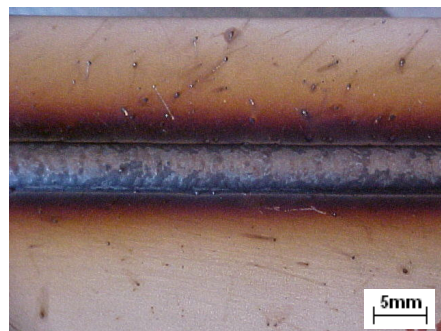
A Figura 4.7 apresenta uma foto do aspecto do cordão de solda para os 6 testes da Tabela 4.3. Verifica-se que a soldagem com Ar puro foi o que apresentou o melhor aspecto visual em relação à formação de óxidos. Com o aumento tanto do oxigênio como do dióxido de carbono ao argônio ocorre um aumento na formação de escória (óxidos). Pode-se notar também que para as mesmas quantidades de oxigênio e dióxido de carbono em mistura com o Ar, obteve-se maior quantidade de escória quando o oxigênio foi utilizado. Esta escória adere fortemente à superfície do cordão, fato este também revelado no trabalho de Jönsson et al (1995).



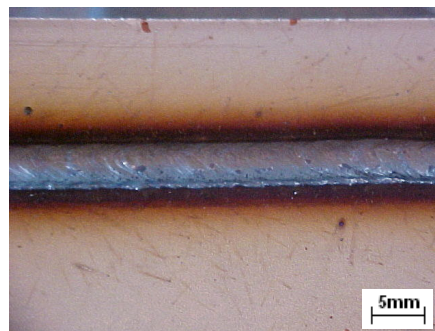
Argônio puro



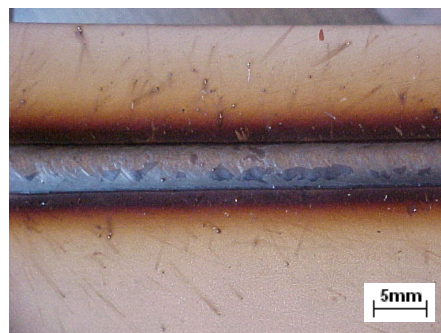
Ar+2%O₂



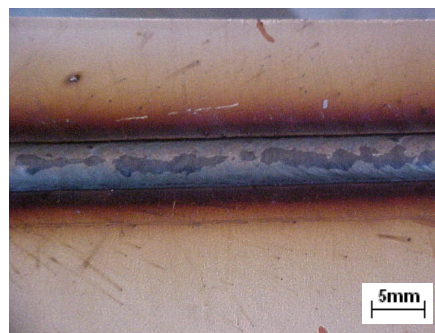
Ar+4%O₂



Ar+2%CO₂



Ar+4%CO₂



Ar+8%CO₂

Figura 4.7. Aspecto do cordão de solda para o arame eletrodo ER430.

4.3.2 Aspecto do cordão de solda com o arame ER430Ti

Baseado nos dados obtidos utilizando o arame eletrodo ER430 buscou-se parâmetros para a obtenção de correntes de soldagem similares às obtidas na Tabela 4.3 utilizando-se o arame eletrodo ER430Ti, aplicando apenas variações na DBCP. A Tabela 4.4 apresenta os parâmetros obtidos nestes testes.

Com relação ao aspecto do cordão de solda para o arame eletrodo ER430Ti verifica-se na Figura 4.8 que a soldagem com Ar puro não apresenta o melhor aspecto em relação à formação de óxidos como observado com a soldagem com o arame eletrodo ER430. Não há também um aumento tão representativo de formação de escória com o aumento tanto do oxigênio como do dióxido de carbono ao argônio como ocorreu na Figura 4.7. Com relação à frequência de curto-circuito pode-se notar que houve uma diminuição brusca, se comparado com os valores encontrados na Tabela 4.3. Este fator é provavelmente devido a uma influência na tensão superficial gota-eletrodo com a mudança da composição química do arame, tornando-se muito maior e dificultando a liberação das gotas.

Tabela 4.4 – Testes para comparação da influência do tipo de gás de proteção para o arame eletrodo ER430Ti

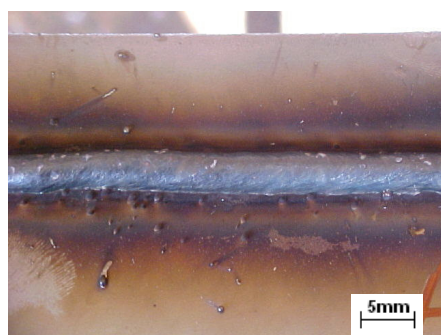
Teste	Gás	DBCP [mm]	I _M [A]	U _M [V]	f _{cc} [Hz]
7	Ar	12	172	20,0	40,0
8	Ar + 2% O ₂	14	169	19,9	55,3
9	Ar + 4% O ₂	14	173	20,0	61,3
10	Ar + 2% CO ₂	14	170	20,0	54,0
11	Ar + 4% CO ₂	13	173	20,0	74,7
12	Ar + 8% CO ₂	13	170	20,0	95,3

4.3.3 Aspecto do cordão de solda com o arame ER430LNb

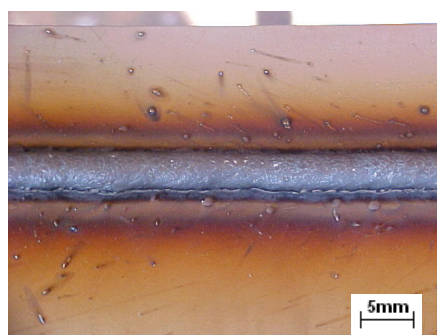
Ainda baseado nos dados obtidos utilizando o arame eletrodo ER430 buscou-se parâmetros para a obtenção de correntes de soldagem similares às obtidas na Tabela 4.3 utilizando-se o arame eletrodo ER430LNb, aplicando pequenas variações na DBCP. A Tabela 4.5 apresenta os parâmetros obtidos nestes testes.

Com relação ao aspecto do cordão de solda para o arame eletrodo ER430LNb verifica-se na Figura 4.9 que a soldagem com Ar puro apresentou o melhor aspecto em relação à formação de óxidos como observado com a soldagem com o arame eletrodo

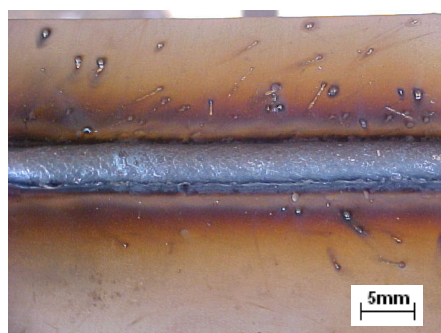
ER430. Houve uma melhora com relação à formação de óxidos se comparado tanto com o arame ER430 quanto com o arame ER430Ti. Os valores encontrados para a frequência de curto-circuito ficaram em um valor intermediário entre os encontrados para o ER430 (Tabela 4.3) e os encontrados para o ER430Ti (Tabela 4.4). Mostrando que há uma influência menor na tensão superficial gota-eletrodo para este arame quando comparado com o ER430Ti.



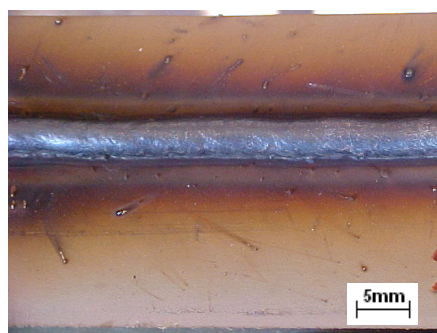
Argônio puro



Ar+2%O₂



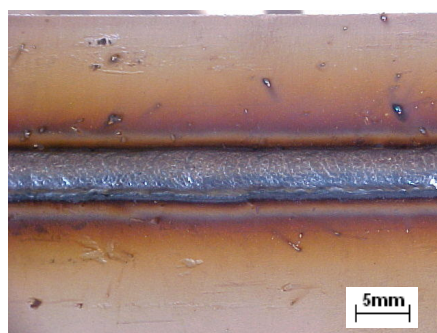
Ar+4%O₂



Ar+2%CO₂



Ar+4%CO₂

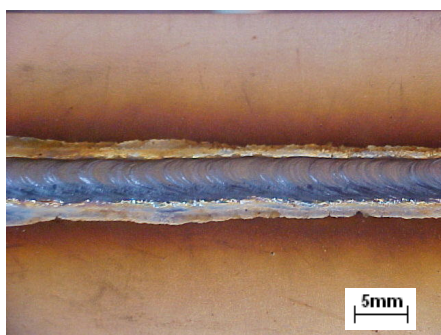


Ar+8%CO₂

Figura 4.8. Aspecto do cordão de solda para o arame eletrodo ER430Ti

Tabela 4.5 – Testes para comparação da influência gás de proteção para o ER430LNb

Teste	Gás	DBCP [mm]	I_M [A]	U_M [V]	f_{cc} [Hz]
13	Ar	10	171	19,9	120,0
14	Ar + 2% O_2	12	169	19,9	116,7
15	Ar + 4% O_2	12	172	19,9	133,3
16	Ar + 2% CO_2	11	169	19,9	136,7
17	Ar + 4% CO_2	10	173	19,9	133,3
18	Ar + 8% CO_2	12	170	20,0	180,0



Argônio puro

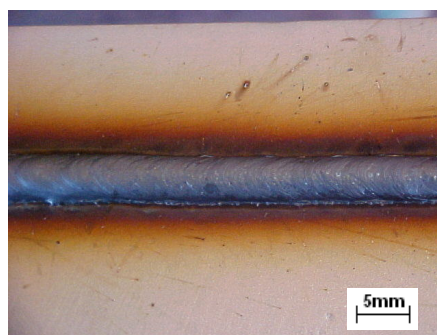
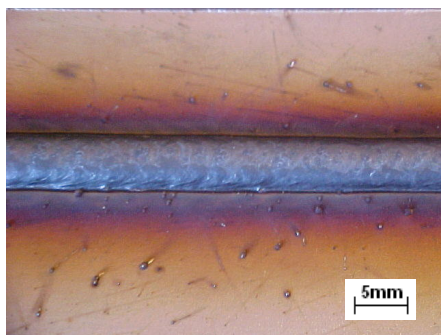
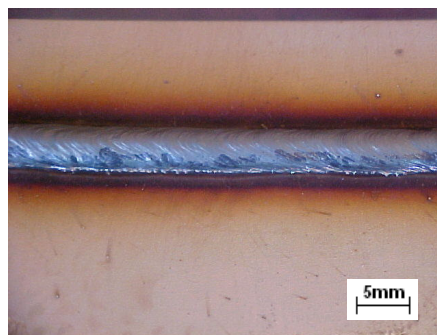
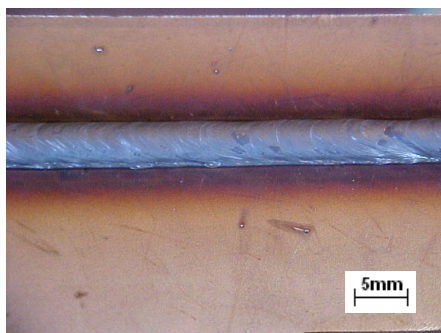
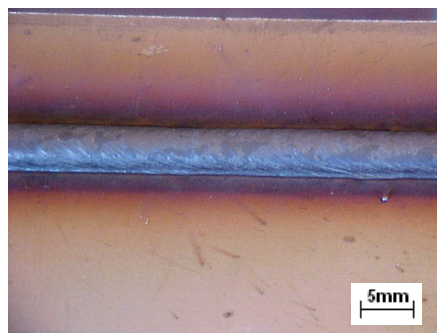
Ar+2% O_2 Ar+4% O_2 Ar+2% CO_2 Ar+4% CO_2 Ar+8% CO_2

Figura 4.9. Aspecto do cordão de solda para o arame eletrodo ER430LNb.

4.3.3. Comparativo entre os arames em relação a qualidade do cordão

Analisando os subitens 3.3.1 a 3.3.3 pode-se ranquear os aspectos apresentados pelos cordões de solda, concluindo-se que quando se utilizou o arame eletrodo ER430LNb obteve-se o melhor aspeto visual, seguido do ER430 e por último o ER430Ti.

Essas conclusões foram tomadas levando em consideração o aspecto do cordão, quantidade de óxidos e de respingos, sendo estas análises realizadas somente visualmente. O ER430LNb gerou bons cordões, com pouca quantidade de óxidos e pouca quantidade de respingo. O ER430 gerou bons cordões, com pouca quantidade de respingos, mas grande quantidade de óxidos. O ER430Ti gerou cordões razoáveis, com pouca quantidade de óxidos, mas grande quantidade de respingos.

4.4 Medições Geométricas dos Cordões de Solda

Nesta etapa foram realizadas medições geométricas dos cordões de solda, buscando verificar alguma discrepância nas medidas de largura, de reforço e de penetração para todos os corpos de prova.

Foram realizadas três medições em cada corpo de prova, sendo a primeira a 50 mm do início do cordão de solda, a segunda no centro do corpo de prova e a última a 50 mm do término do cordão de solda.

A seguir serão detalhadas as medições realizadas para cada corpo de prova, sendo agrupadas pelos eletrodos que foram utilizados.

4.4.1 Cordões com o eletrodo ER430

A Tabela 4.6 apresenta as medias e desvio das medições de largura, penetração e reforço realizados para o arame eletrodo ER430. As tabelas com as medições completas podem ser encontradas no Anexo 1, nas Tabelas A3 à A5.

A Figura 4.10 mostra a variação ocorrida nas dimensões do cordão de solda em função do tipo de gás de proteção utilizado para o arame eletrodo ER430. A união entre os pontos da figura tem como objetivo apenas melhorar a compreensão e entendimento da mesma. Verifica-se que ocorreram pequenas variações, não muito significativas, nas dimensões do cordão de solda com as misturas. Estas variações estão dentro da faixa de tolerância das medidas realizadas. Entretanto, o argônio puro apresentou uma maior largura e menor penetração e reforço em relação aos outros gases.

Tabela 4.6 Medições geométricas dos cordões de solda do arame ER430

Teste	Gás de Proteção	Penetração Média [mm]	Desvio Penetração $\pm$ [mm]	Reforço Médio [mm]	Desvio Reforço $\pm$ [mm]	Largura Média [mm]	Desvio Largura $\pm$ [mm]
1	Ar	1,911	0,718	3,341	0,088	10,616	1,502
2	Ar+2%O ₂	2,908	0,335	3,847	0,155	9,024	0,537
3	Ar+4%O ₂	2,843	0,178	3,653	0,187	9,486	0,135
4	Ar+2%CO ₂	3,035	0,354	3,959	0,224	9,186	0,182
5	Ar+4%CO ₂	3,003	0,389	3,96	0,17	8,924	0,22
6	Ar+8%CO ₂	2,969	0,167	3,946	0,228	9,371	0,253

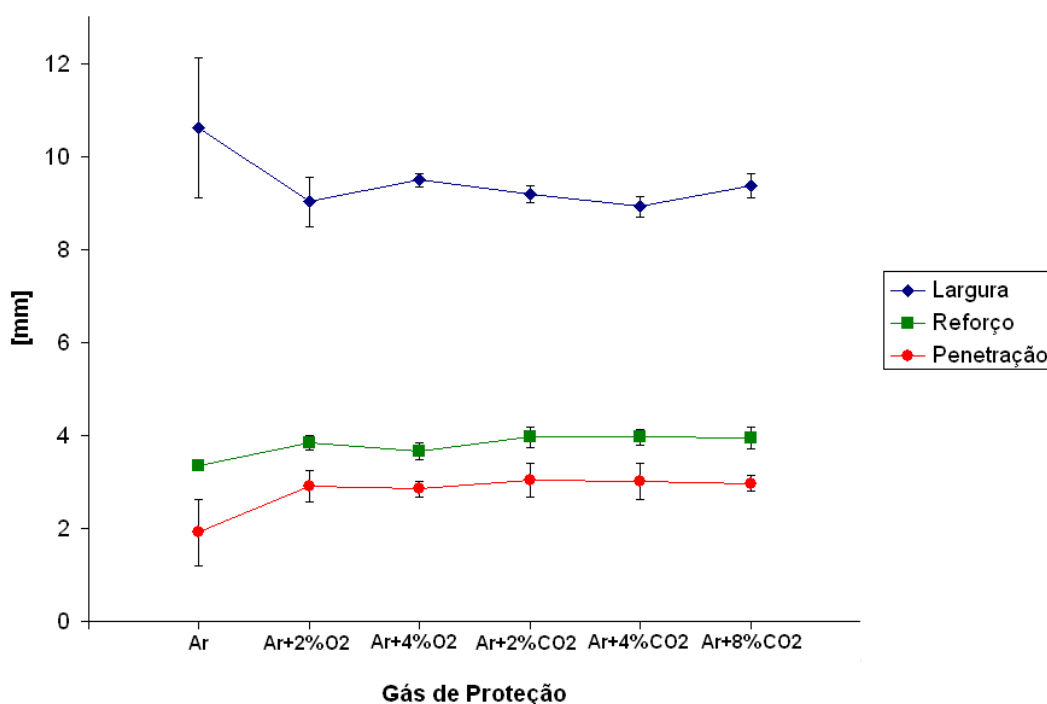


Figura 4.10. Dimensões do cordão de solda em função do tipo de gás de proteção para o arame ER430.

4.4.2 Cordões com o eletrodo ER430Ti

A Tabela 4.7 apresenta as medias e desvio das medições de largura, penetração e reforço realizados para o arame eletrodo ER430Ti. As tabelas com as medições completas podem ser encontradas no Anexo 1, nas Tabelas A6 à A8.

A Figura 4.11 mostra a variação ocorrida nas dimensões do cordão de solda em função do tipo de gás de proteção utilizado para o arame eletrodo ER430Ti. Verifica-se que não ocorreram variações significativas nas dimensões do cordão de solda com as misturas. Fazendo a análise com relação aos dados obtidos com o arame eletrodo ER430 pode-se

verificar que houve uma tendência de se aumentar a penetração e o reforço e diminuir a largura, mas nada muito significativo, podendo ser admitidos na faixa de tolerância.

Tabela 4.7 Medições geométricas dos cordões de solda do arame ER430Ti

Teste	Gás de Proteção	Penetração Média [mm]	Desvio Penetração $\pm$ [mm]	Reforço Médio [mm]	Desvio Reforço $\pm$ [mm]	Largura Média [mm]	Desvio Largura $\pm$ [mm]
1	Ar	2,432	0,548	4,541	0,302	7,824	0,667
2	Ar+2%O ₂	3,052	0,229	4,387	0,06	7,695	0,335
3	Ar+4%O ₂	3,127	0,496	4,495	0,126	7,865	0,315
4	Ar+2%CO ₂	2,689	0,787	4,441	0,134	7,401	0,433
5	Ar+4%CO ₂	2,66	0,152	4,041	0,268	8,876	0,392
6	Ar+8%CO ₂	2,351	0,371	4,041	0,112	8,661	0,311

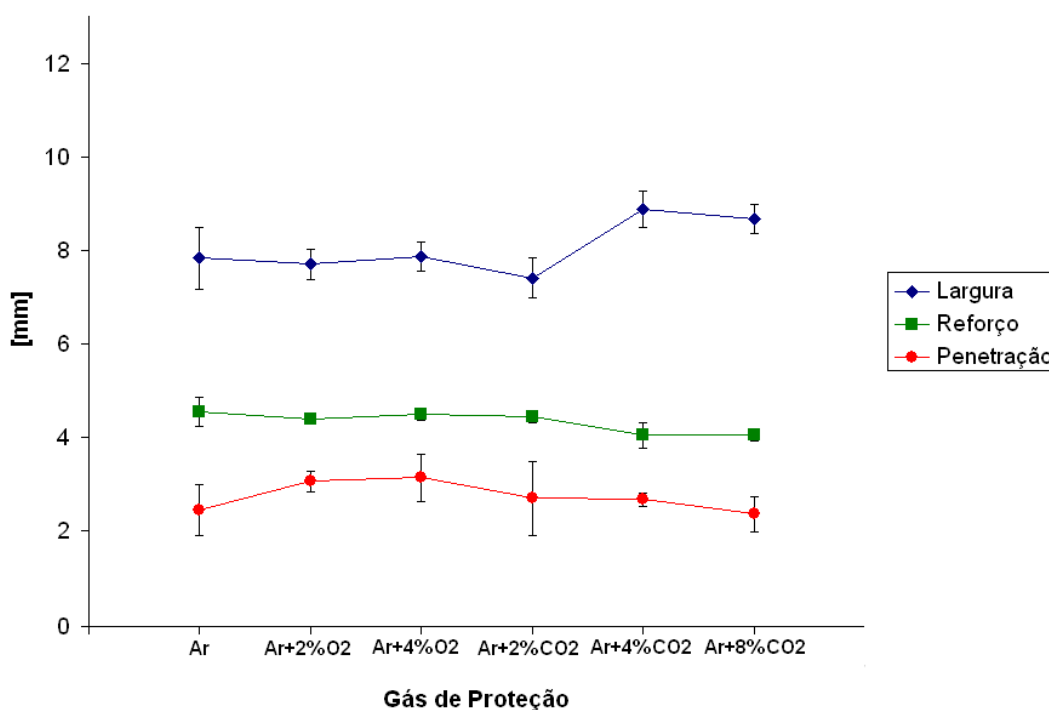


Figura 4.11. Dimensões do cordão de solda em função do tipo de gás de proteção para o arame ER430Ti.

4.4.3 Cordões com o eletrodo ER430LNb

A Tabela 4.8 apresenta as medias e desvio das medições de largura, penetração e reforço realizados para o arame eletrodo ER430LNb. As tabelas com as medições completas podem ser encontradas no Anexo 1, nas Tabelas A9 à A11.

Tabela 4.8 Medições geométricas dos cordões de solda do arame ER430LNb

Teste	Gás de Proteção	Penetração Média [mm]	Desvio Penetração $\pm$ [mm]	Reforço Médio [mm]	Desvio Reforço $\pm$ [mm]	Largura Média [mm]	Desvio Largura $\pm$ [mm]
1	Ar	3,193	0,146	4,141	0,064	8,572	0,587
2	Ar+2%O ₂	3,046	0,838	4,068	0,154	9,42	0,446
3	Ar+4%O ₂	2,426	0,106	3,748	0,189	9,502	0,623
4	Ar+2%CO ₂	2,993	0,516	4,117	0,107	9,328	0,207
5	Ar+4%CO ₂	3,316	0,349	4,173	0,061	9,097	0,229
6	Ar+8%CO ₂	2,921	0,181	4,347	0,531	9,522	0,395

A Figura 4.12 mostra a variação ocorrida nas dimensões do cordão de solda em função do tipo de gás de proteção utilizado para o arame eletrodo ER430LNb. Verifica-se que não ocorreram variações significativas nas dimensões do cordão de solda com as misturas. Não houve uma variação significativa com relação aos outros arames eletrodos também, podendo-se admitir os valores dentro da faixa de tolerância.

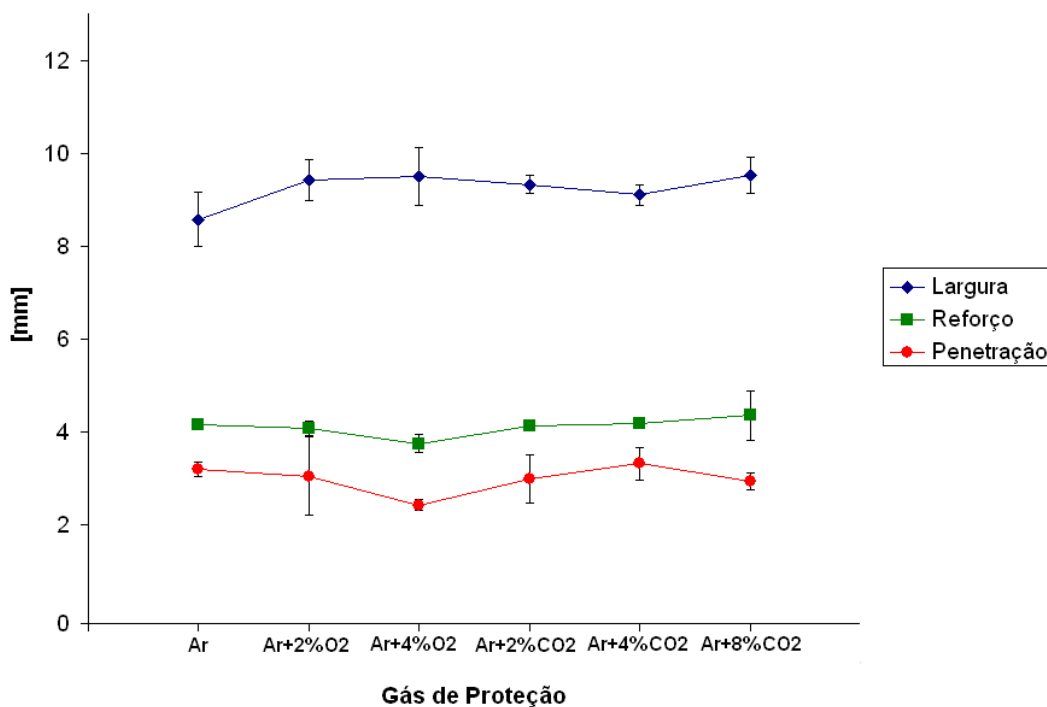


Figura 4.12. Dimensões do cordão de solda em função do tipo de gás de proteção para o arame ER430LNb.

Os resultados relacionados a geometria do cordão de solda mostra que a condição de soldagem utilizada (mesma energia gerada no arco e mesma quantidade de metal

depositada ao longo do cordão de solda) é importante para uma futura análise comparativa da microestrutura do cordão de solda, pois não ocorre mudança significativa nos valores de largura, penetração e reforço.

4.4.4 Comparativo entre os perfis dos cordões de solda em função do arame

De um modo geral os perfis da solda quando se utilizaram os arames ER430 e ER430LNb foram praticamente os mesmo, ficando os valores médios do reforço, penetração e largura próximos.

Com o arame eletrodo ER430Ti obteve-se cordões com menores larguras e penetração e com um maior reforço, este fato está provavelmente relacionado com o titânio contido no arame, que altera diretamente no perfil do arco.