

ANEXO A

RESULTADOS COMPLEMENTARES DO CAPÍTULO IV

Neste anexo encontram-se as Figuras com os oscilogramas de corrente e tensão, as Figuras com os aspectos e as Tabelas completas dos perfis dos cordões de solda para todas as condições de soldagem.

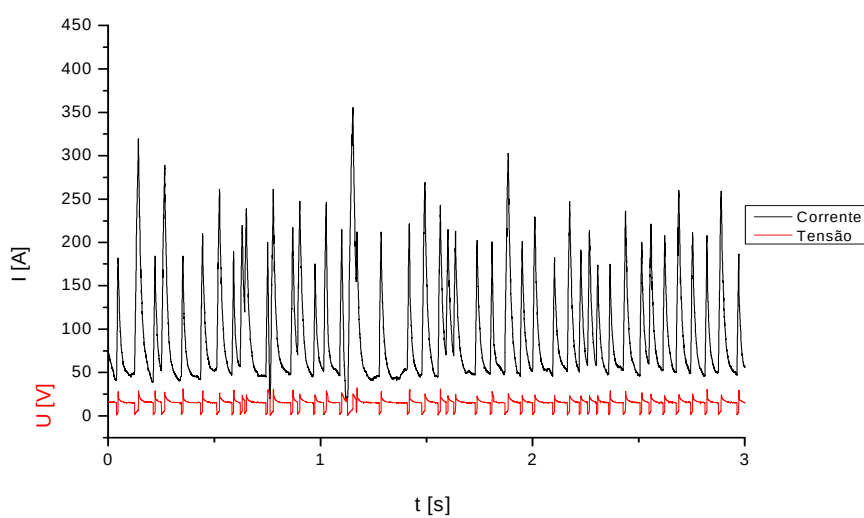


Figura A.1. Oscilograma da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER308LSi e o gás de proteção Argônio

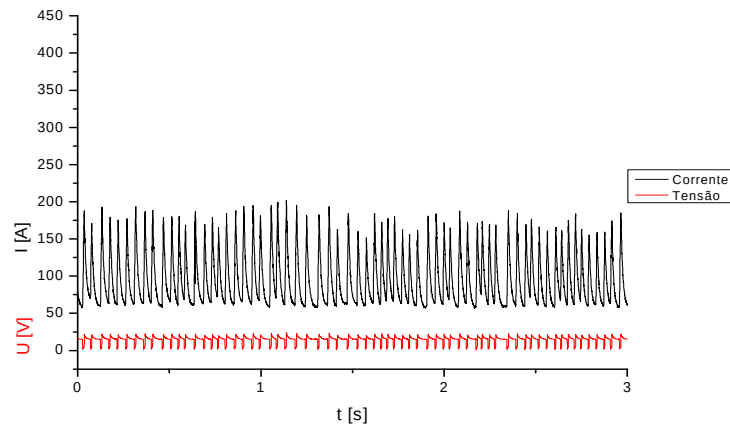


Figura A.2. Oscilograma da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER308LSi e o gás de proteção Ar+2%O₂

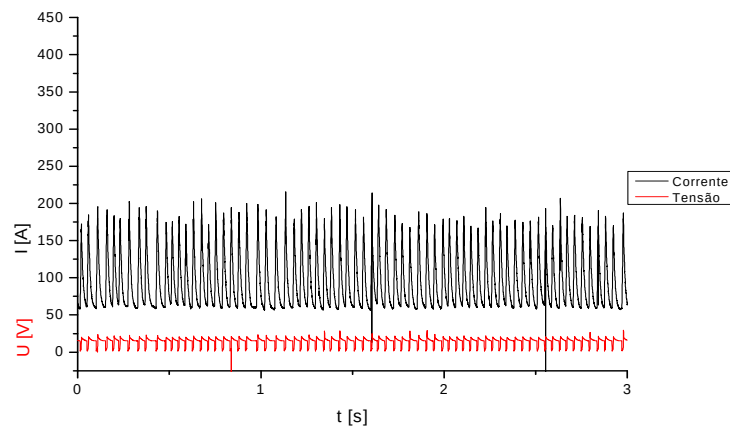


Figura A.3. Oscilograma da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER308LSi e o gás de proteção Ar+4%CO₂

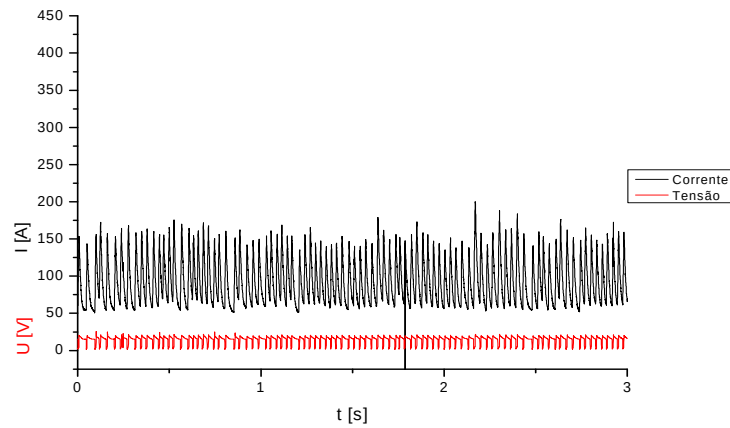


Figura A.4. Oscilograma da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER308LSi e o gás de proteção Ar+8%CO₂

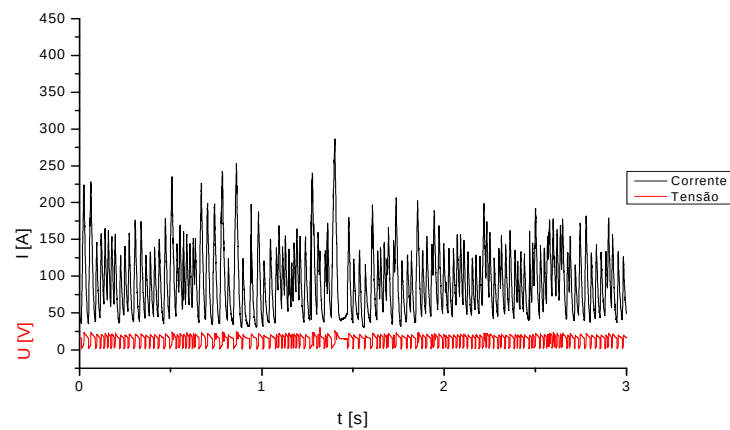


Figura A.5. Oscilograma da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER308LSi e o gás de proteção Ar+25%CO₂

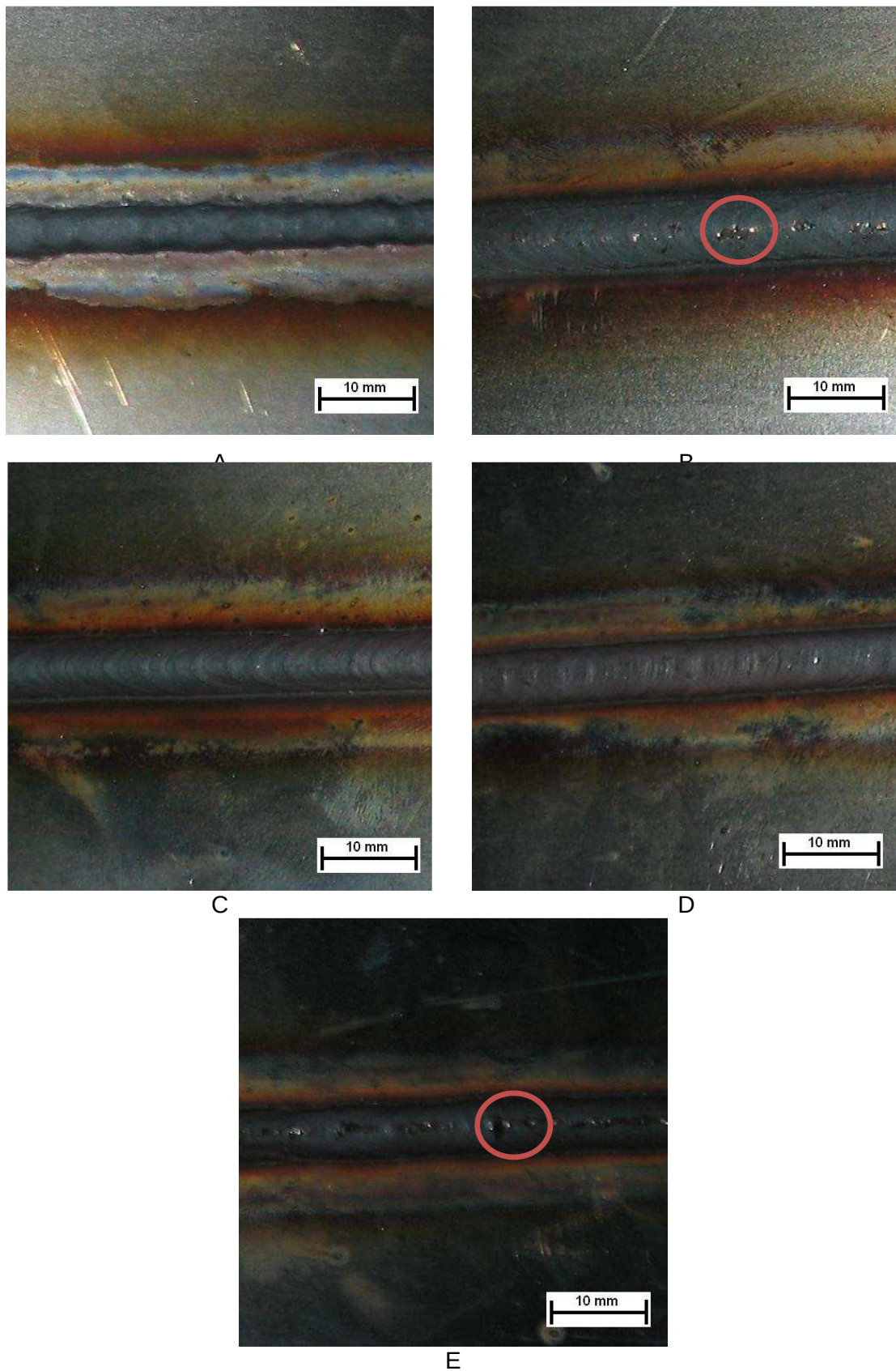


Figura A.6. Aspectos dos cordões de solda quando soldados no metal de base AISI 441 com o metal de adição ER308LSi, e gás de proteção: (a) Ar, (b) Ar+2%O₂, (c) Ar+4%CO₂, (d) Ar+8%CO₂ e (e) Ar+25%CO₂

Tabela A.1. Medições de largura realizadas na sessão transversal dos corpos de prova soldados com o metal de adição ER308LSi nos metais de base UNS43932 e AISI 441

MB	Arame	Gás de Proteção	Largura				
			A	B	C	Média	Desvio
UNS 43932	ER308LSi	Ar	6,60	6,70	7,73	7,01	0,51
		Ar+2%O ₂	7,20	7,37	7,09	7,22	0,12
		Ar+4%CO ₂	7,27	7,12	7,00	7,13	0,11
		Ar+8%CO ₂	6,47	7,24	6,97	6,89	0,32
		Ar+25%CO ₂	6,50	6,95	7,12	6,86	0,26
AISI 441	ER308LSi	Ar	7,56	7,08	6,74	7,13	0,34
		Ar+2%O ₂	6,77	7,77	7,52	7,35	0,42
		Ar+4%CO ₂	7,24	7,87	6,46	7,19	0,58
		Ar+8%CO ₂	6,97	7,47	7,41	7,28	0,22
		Ar+25%CO ₂	7,76	6,16	6,50	6,81	0,69

Tabela A.2. Medições de penetração realizadas na sessão transversal dos corpos de prova soldados com o metal de adição ER308LSi nos metais de base UNS43932 e AISI 441

MB	Arame	Gás de Proteção	Penetração				
			A	B	C	Média	Desvio
UNS 43932	ER308LSi	Ar	2,32	2,29	2,30	2,30	0,02
		Ar+2%O ₂	2,26	2,32	2,15	2,24	0,09
		Ar+4%CO ₂	2,13	2,17	2,15	2,15	0,02
		Ar+8%CO ₂	2,07	2,05	2,04	2,05	0,02
		Ar+25%CO ₂	2,58	2,17	2,00	2,25	0,30
AISI 441	ER308LSi	Ar	2,05	2,20	2,11	2,12	0,08
		Ar+2%O ₂	2,14	2,24	2,11	2,16	0,07
		Ar+4%CO ₂	2,50	2,08	2,10	2,23	0,24
		Ar+8%CO ₂	2,37	2,29	2,12	2,26	0,13
		Ar+25%CO ₂	1,95	2,28	2,27	2,17	0,19

Tabela A.3. Medições de reforço realizadas na sessão transversal dos corpos de prova soldados com o metal de adição ER308LSi nos metais de base UNS43932 e AISI 441

MB	Arame	Gás de Proteção	Reforço				
			A	B	C	Média	Desvio
UNS 43932	ER308LSi	Ar	2,44	2,48	2,84	2,59	0,22
		Ar+2%O ₂	2,57	2,13	2,51	2,40	0,24
		Ar+4%CO ₂	2,59	2,47	2,53	2,53	0,06
		Ar+8%CO ₂	2,24	3,18	2,40	2,61	0,50
		Ar+25%CO ₂	2,42	2,36	3,10	2,63	0,41
AISI 441	ER308LSi	Ar	2,41	2,61	2,31	2,44	0,15
		Ar+2%O ₂	1,89	2,27	2,24	2,13	0,21
		Ar+4%CO ₂	2,05	2,49	2,47	2,34	0,25
		Ar+8%CO ₂	2,28	1,95	2,32	2,18	0,20
		Ar+25%CO ₂	2,92	2,46	2,50	2,63	0,25

Tabela A.4. Medições de área total e área fundida realizadas na sessão transversal dos corpos de prova soldados com o metal de adição ER308LSi nos metais de base UNS43932 e AISI 441

MB	Arame	Gás de Proteção	Área Total			Área Fundida		
			A	B	C	A	B	C
UNS 43932	ER308LSi	Ar	16,40	17,18	19,72	3,66	3,71	3,31
		Ar+2%O ₂	22,75	19,08	20,56	4,71	4,85	4,08
		Ar+4%CO ₂	20,92	20,95	20,94	4,03	4,32	4,18
		Ar+8%CO ₂	17,26	24,61	17,70	3,67	3,24	3,75
		Ar+25%CO ₂	18,14	16,81	23,11	4,27	3,44	3,17
AISI 441	ER308LSi	Ar	19,73	20,72	25,29	3,50	3,28	9,75
		Ar+2%O ₂	17,15	20,10	19,62	4,91	4,88	3,84
		Ar+4%CO ₂	18,67	21,23	24,15	5,06	4,29	4,45
		Ar+8%CO ₂	23,06	22,02	21,62	5,45	7,65	6,10
		Ar+25%CO ₂	19,71	18,38	18,75	2,68	4,16	4,13

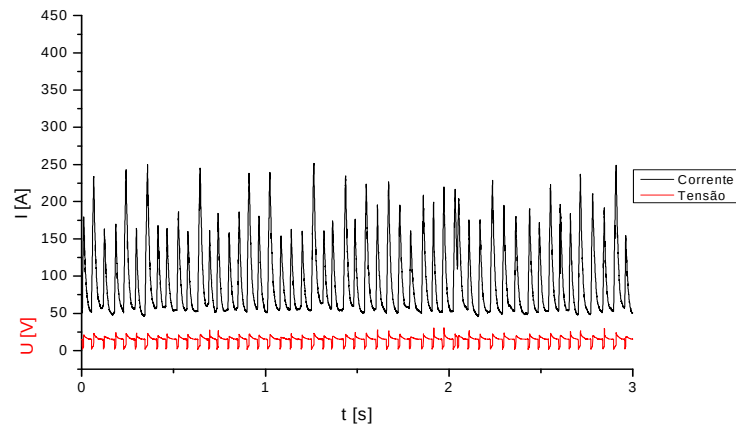


Figura A.7. Oscilograma da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER430Ti e o gás de proteção argônio

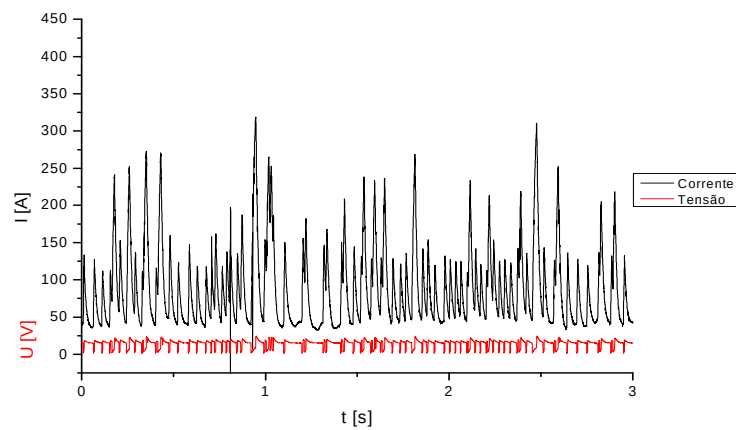


Figura A.8. Oscilograma da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER430Ti e o gás de proteção Ar+2%O₂

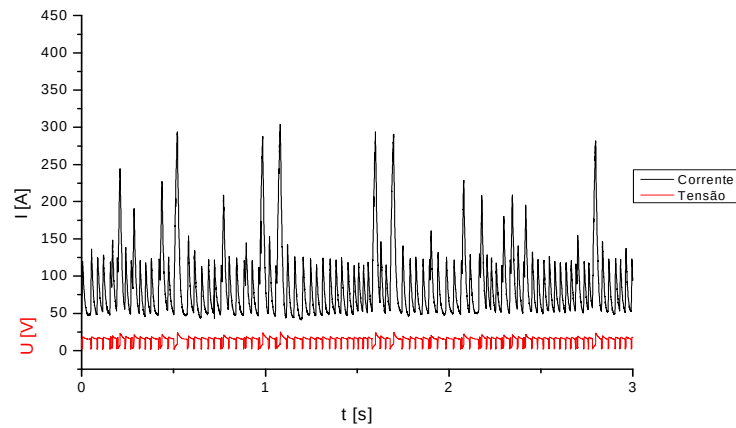


Figura A.9. Oscilograma da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER430Ti e o gás de proteção Ar+4%CO₂

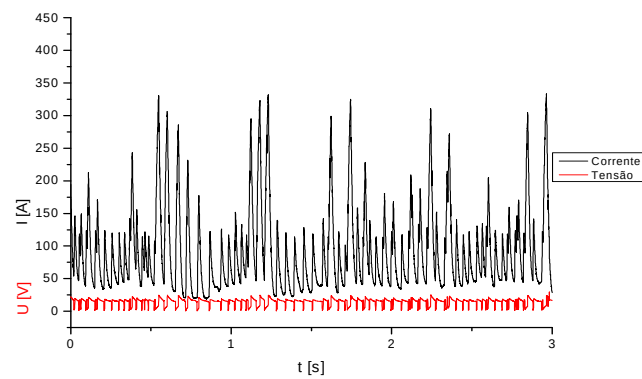


Figura A.10. Oscilograma da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER430Ti e o gás de proteção Ar+8%CO₂

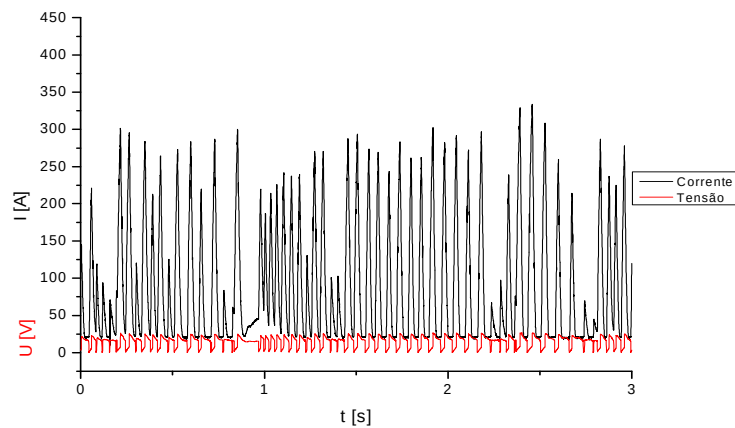


Figura A.11. Oscilograma da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER430Ti e o gás de proteção Ar+25%CO₂

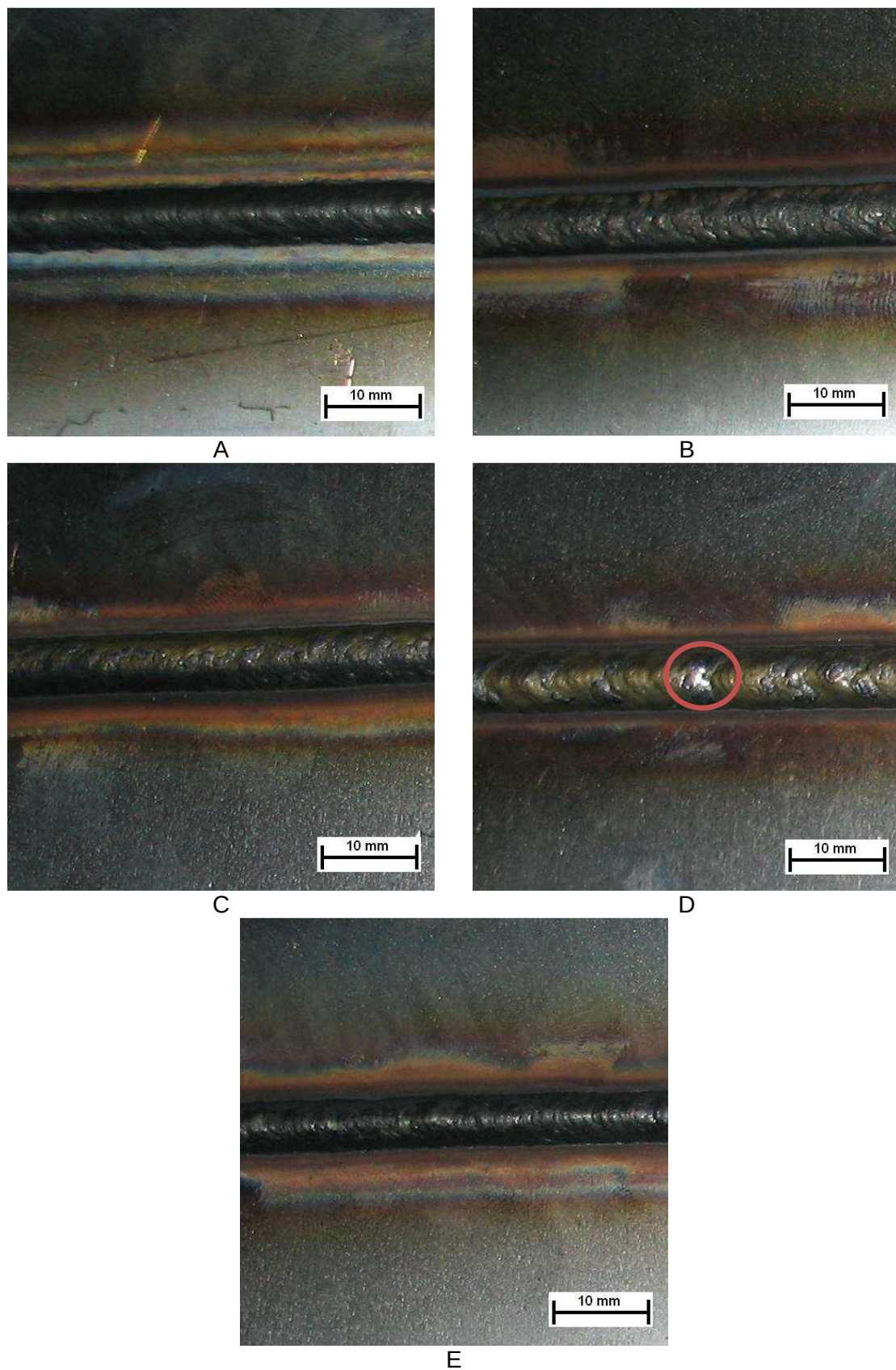


Figura A.12. Aspectos dos cordões de solda quando soldados no metal de base UNS 43932 com o metal de adição ER430Ti e gás de proteção: (a) Ar, (b) Ar+2%O₂, (c) Ar+4%CO₂, (d) Ar+8%CO₂ e (e) Ar+25%CO₂

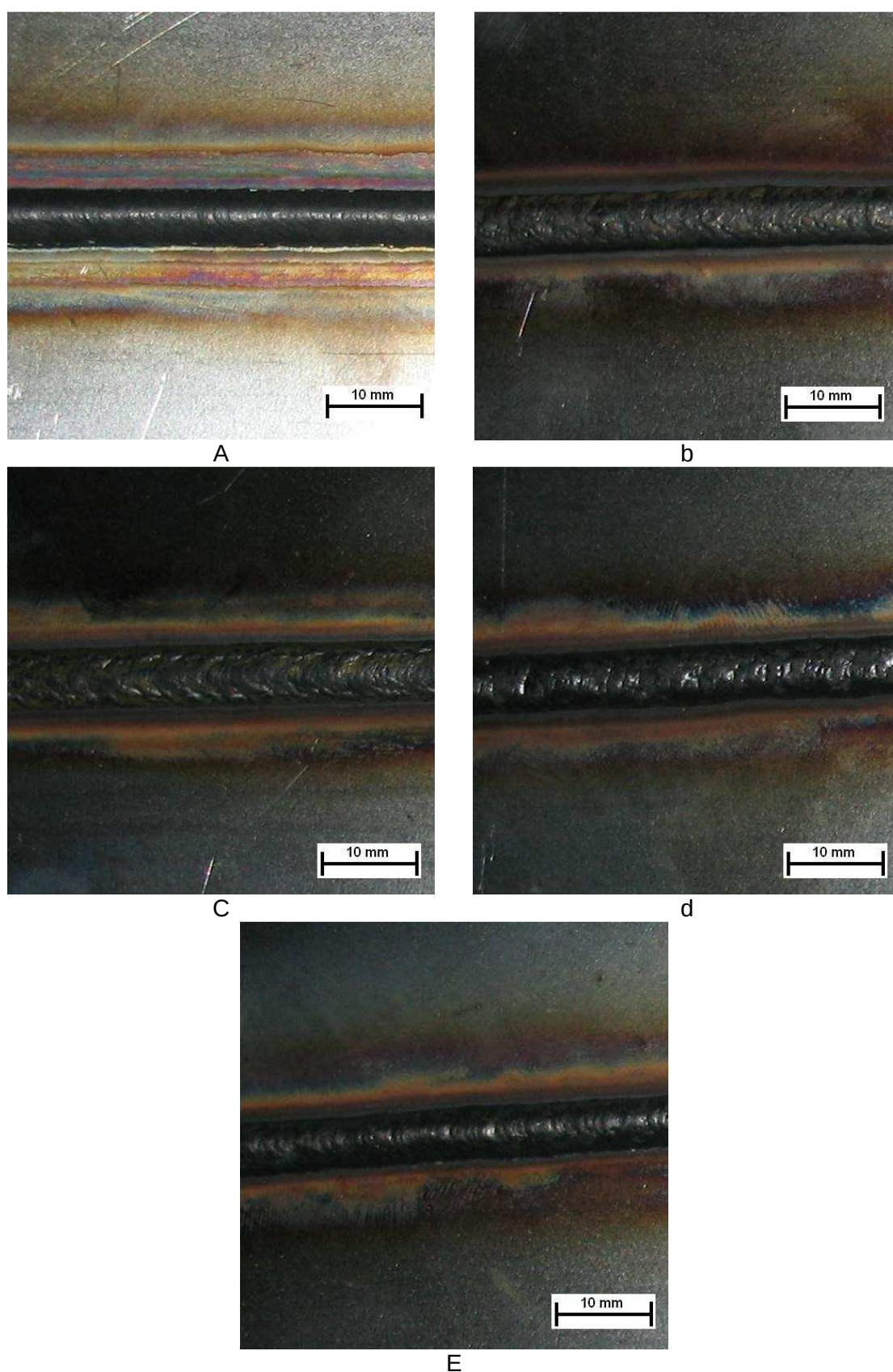


Figura A.13. Aspectos dos cordões de solda quando soldados no metal de base AISI 441 com o metal de adição ER430Ti e gás de proteção: (a) Ar, (b) Ar+2%O₂, (c) Ar+4%CO₂, (d) Ar+8%CO₂ e (e) Ar+25%CO₂

Tabela A.5. Medições de largura realizadas na sessão transversal dos corpos de prova soldados com o metal de adição ER430Ti nos metais de base UNS43932 e AISI 441

MB	Arame	Gás de Proteção	Largura				
			A	B	C	Média	Desvio
UNS 43932	ER430Ti	Ar	7,00	7,44	6,83	7,09	0,26
		Ar+2%O ₂	7,07	7,57	7,14	7,26	0,22
		Ar+4%CO ₂	7,06	7,12	6,77	6,98	0,15
		Ar+8%CO ₂	6,90	7,11	6,68	6,90	0,18
		Ar+25%CO ₂	6,48	7,02	7,76	7,09	0,52
AISI 441	ER430Ti	Ar	7,49	6,80	7,75	7,35	0,40
		Ar+2%O ₂	7,77	7,44	6,82	7,34	0,39
		Ar+4%CO ₂	7,23	6,76	7,70	7,23	0,38
		Ar+8%CO ₂	8,19	7,36	6,84	7,46	0,56
		Ar+25%CO ₂	7,39	8,64	7,60	7,88	0,55

Tabela A.6. Medições de penetração realizadas na sessão transversal dos corpos de prova soldados com o metal de adição ER430Ti nos metais de base UNS43932 e AISI 441

MB	Arame	Gás de Proteção	Penetração				
			A	B	C	Média	Desvio
UNS 43932	ER430Ti	Ar	2,38	2,43	2,77	2,53	0,21
		Ar+2%O ₂	2,26	2,05	2,12	2,14	0,11
		Ar+4%CO ₂	2,15	2,05	2,21	2,14	0,08
		Ar+8%CO ₂	2,69	2,28	2,77	2,58	0,26
		Ar+25%CO ₂	2,85	3,22	2,51	2,86	0,36
AISI 441	ER430Ti	Ar	2,43	2,46	2,50	2,46	0,04
		Ar+2%O ₂	2,40	2,27	2,27	2,31	0,08
		Ar+4%CO ₂	2,20	2,39	2,37	2,32	0,10
		Ar+8%CO ₂	2,46	2,38	2,25	2,36	0,11
		Ar+25%CO ₂	2,39	2,31	2,35	2,35	0,04

Tabela A.7. Medições de reforço realizadas na sessão transversal dos corpos de prova soldados com o metal de adição ER430Ti nos metais de base UNS43932 e AISI 441

MB	Arame	Gás de Proteção	Reforço				
			A	B	C	Média	Desvio
UNS 43932	ER430Ti	Ar	1,85	1,67	2,14	1,89	0,24
		Ar+2%O ₂	2,09	2,20	2,39	2,23	0,15
		Ar+4%CO ₂	2,00	2,36	2,00	2,12	0,21
		Ar+8%CO ₂	2,29	2,62	1,73	2,21	0,45
		Ar+25%CO ₂	2,39	1,42	2,05	1,95	0,49
AISI 441	ER430Ti	Ar	2,15	2,21	2,16	2,17	0,03
		Ar+2%O ₂	2,14	1,74	1,94	1,94	0,20
		Ar+4%CO ₂	1,98	2,03	1,90	1,97	0,07
		Ar+8%CO ₂	2,13	1,61	1,75	1,83	0,27
		Ar+25%CO ₂	2,81	3,23	1,89	2,64	0,69

Tabela A.8. Medições de área total e área fundida realizadas na sessão transversal dos corpos de prova soldados com o metal de adição ER430Ti nos metais de base UNS43932 e AISI 441

MB	Arame	Gás de Proteção	Área Total			Área Fundida		
			A	B	C	A	B	C
UNS 43932	ER430Ti	Ar	21,18	18,25	20,50	8,69	7,99	10,68
		Ar+2%O ₂	21,89	23,59	23,08	7,69	5,95	6,97
		Ar+4%CO ₂	21,24	22,61	19,85	6,89	5,92	6,18
		Ar+8%CO ₂	24,49	21,78	22,23	8,69	4,64	9,89
		Ar+25%CO ₂	23,60	23,42	15,46	10,97	8,71	6,83
AISI 441	ER430Ti	Ar	21,87	23,55	21,93	8,60	10,22	8,61
		Ar+2%O ₂	27,64	23,20	20,30	10,95	8,95	6,26
		Ar+4%CO ₂	17,86	22,60	21,30	4,87	8,95	8,72
		Ar+8%CO ₂	29,35	25,77	23,80	11,26	8,25	10,01
		Ar+25%CO ₂	25,42	30,72	28,07	6,63	8,41	11,30

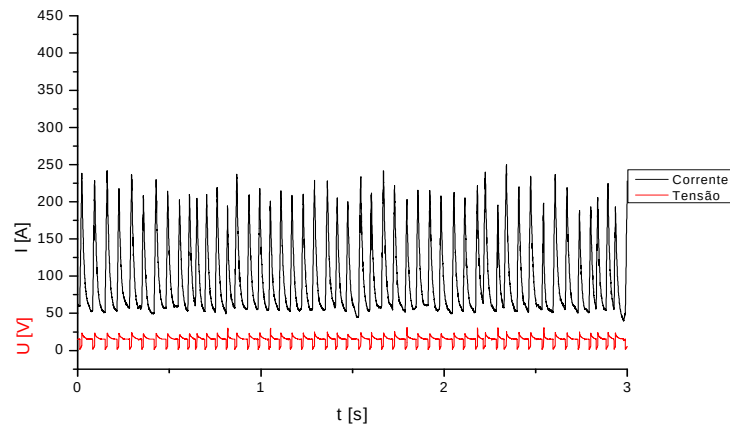


Figura A.14. Gráfico da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER430LNb e o gás de proteção argônio

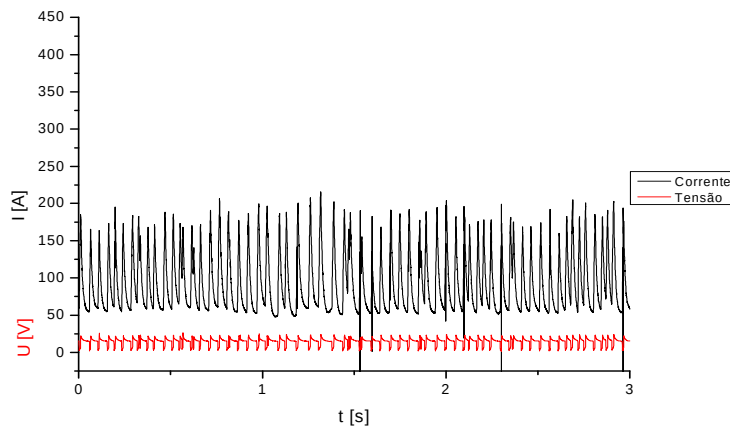


Figura A.15. Gráfico da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER430LNb e o gás de proteção Ar+2%O₂

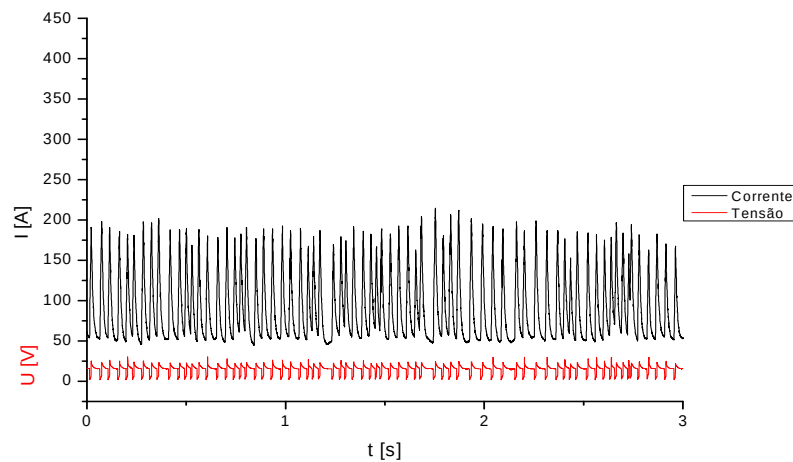


Figura A.16. Gráfico da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER430LNb e o gás de proteção Ar+4%CO₂

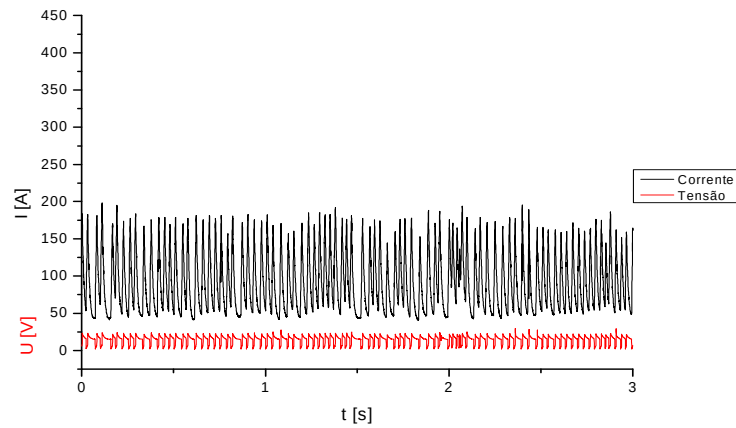


Figura A.17. Gráfico da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER430LNb e o gás de proteção Ar+8%CO₂

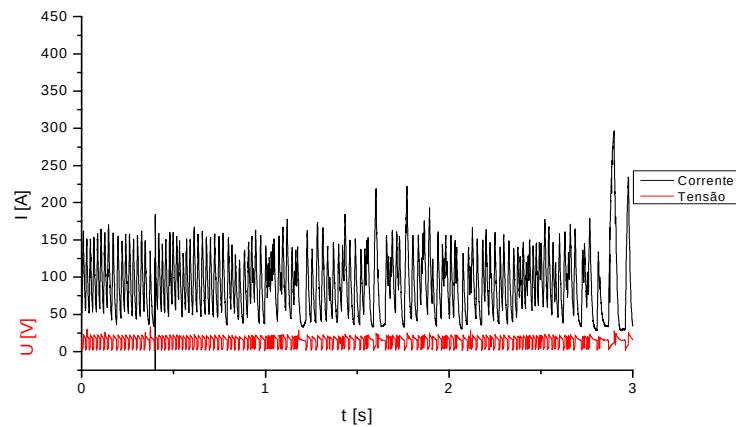


Figura A.18. Gráfico da corrente e da Tensão obtidos na condição onde se utilizou o metal de adição ER430LNb e o gás de proteção Ar+25%CO₂

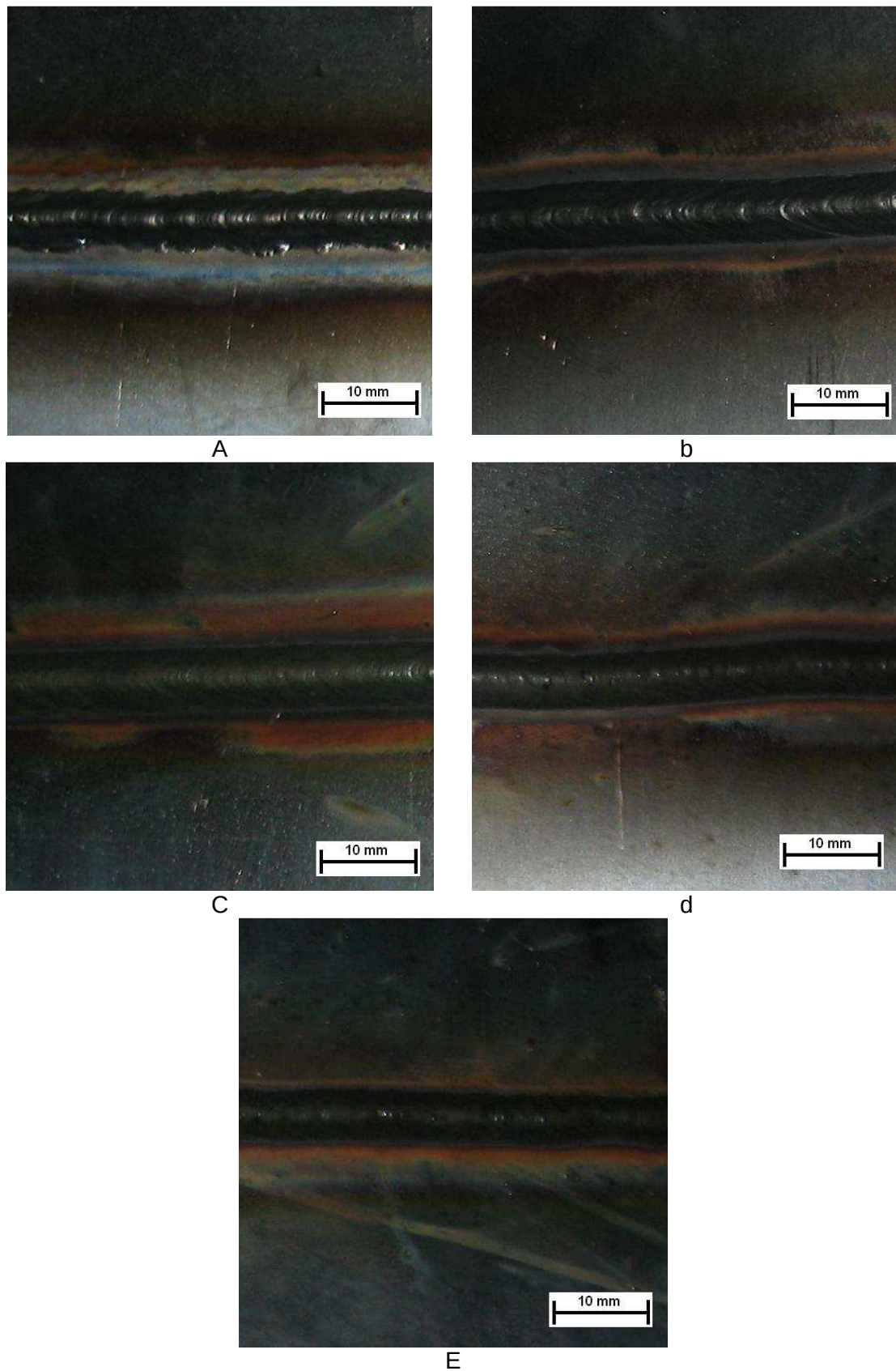


Figura A.19. Aspectos dos cordões de solda quando soldados no metal de base UNS 43932 com o metal de adição ER430LNb e gás de proteção: (a) Ar, (b) Ar+2%O₂, (c) Ar+4%CO₂, (d) Ar+8%CO₂ e (e) Ar+25%CO₂

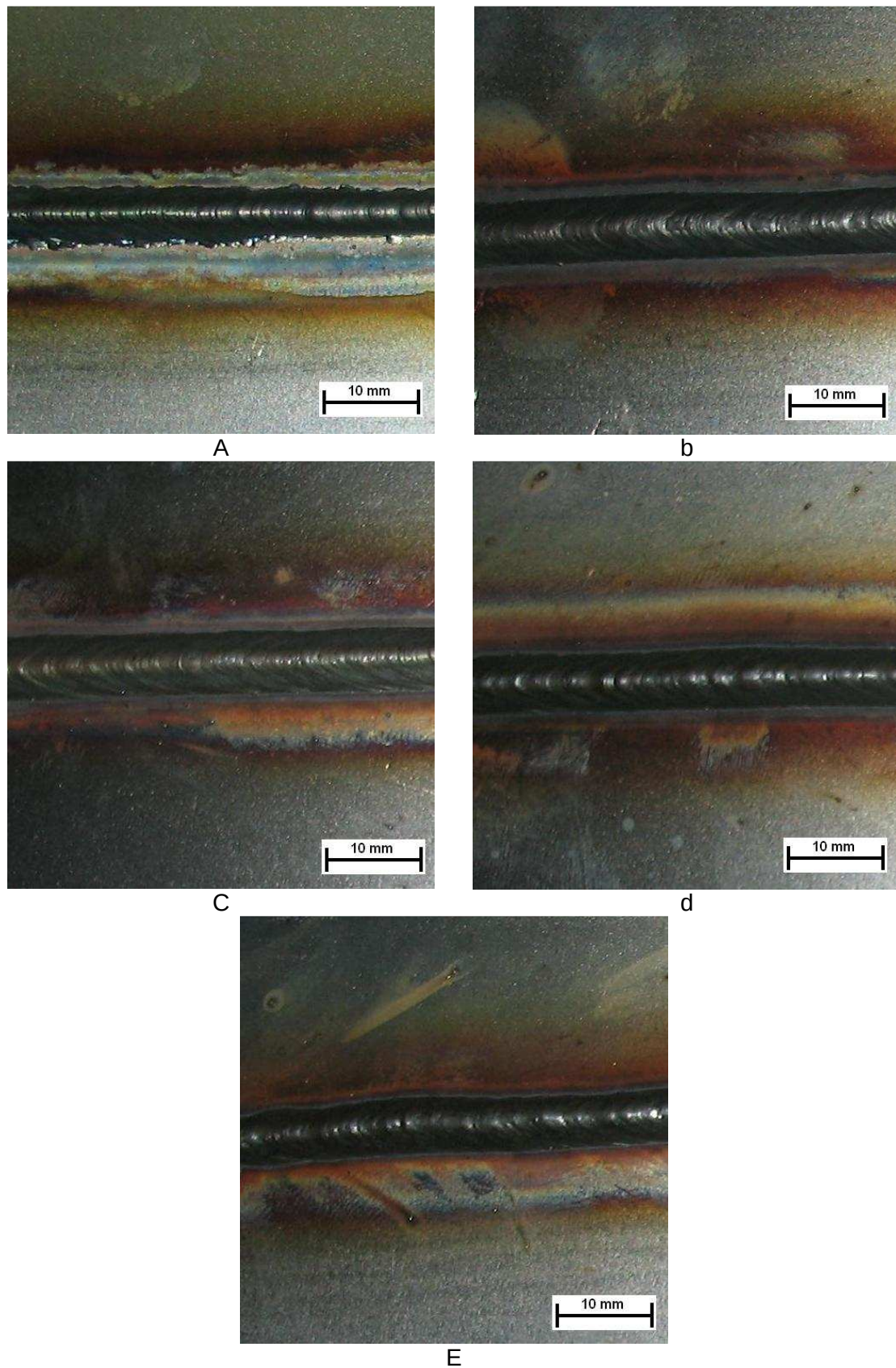


Figura A.20. Aspectos dos cordões de solda quando soldados no metal de base AISI 441 com o metal de adição ER430LNb e gás de proteção: (a) Ar, (b) Ar+2%O₂, (c) Ar+4%CO₂, (d) Ar+8%CO₂ e (e) Ar+25%CO₂

Tabela A.9. Medições da largura realizadas na sessão transversal dos corpos de prova soldados com o metal de adição ER430LNb nos metais de base UNS43932 e AISI 441

MB	Arame	Gás de Proteção	Largura				
			A	B	C	Média	Desvio
UNS 43932	ER430LNb	Ar	7,04	6,97	6,76	6,92	0,12
		Ar+2%O ₂	7,11	6,93	7,11	7,05	0,08
		Ar+4%CO ₂	6,92	6,93	7,31	7,05	0,18
		Ar+8%CO ₂	6,95	6,85	7,12	6,97	0,11
		Ar+25%CO ₂	6,93	6,91	6,50	6,78	0,20
AISI 441	ER430LNb	Ar	7,21	6,75	7,25	7,07	0,23
		Ar+2%O ₂	7,35	6,74	6,79	6,96	0,28
		Ar+4%CO ₂	7,54	6,97	7,27	7,26	0,23
		Ar+8%CO ₂	6,92	7,25	6,75	6,97	0,21
		Ar+25%CO ₂	7,01	7,59	7,20	7,27	0,24

Tabela A.10. Medições da penetração realizadas na sessão transversal dos corpos de prova soldados com o metal de adição ER430LNb nos metais de base UNS43932 e AISI 441

MB	Arame	Gás de Proteção	Penetração				
			A	B	C	Média	Desvio
UNS 43932	ER430LNb	Ar	2,24	3,32	2,54	2,70	0,56
		Ar+2%O ₂	2,37	2,30	2,67	2,45	0,20
		Ar+4%CO ₂	2,55	2,06	2,64	2,42	0,31
		Ar+8%CO ₂	2,69	2,19	2,41	2,43	0,25
		Ar+25%CO ₂	2,25	2,42	2,24	2,30	0,10
AISI 441	ER430LNb	Ar	2,53	2,49	2,55	2,52	0,03
		Ar+2%O ₂	2,48	2,29	2,39	2,39	0,10
		Ar+4%CO ₂	2,23	2,60	2,32	2,38	0,19
		Ar+8%CO ₂	2,75	2,49	2,31	2,52	0,22
		Ar+25%CO ₂	2,33	3,33	2,83	2,83	0,50

Tabela A.11. Medições do reforço realizadas na sessão transversal dos corpos de prova soldados com o metal de adição ER430LNb nos metais de base UNS 43932 e AISI 441

MB	Arame	Gás de Proteção	Reforço				
			A	B	C	Média	Desvio
UNS 43932	ER430LNb	Ar	2,86	1,37	2,86	2,36	0,86
		Ar+2%O ₂	2,72	2,50	2,05	2,42	0,34
		Ar+4%CO ₂	2,50	2,95	2,68	2,71	0,23
		Ar+8%CO ₂	2,37	3,34	2,31	2,67	0,58
		Ar+25%CO ₂	2,63	2,40	2,47	2,50	0,12
AISI 441	ER430LNb	Ar	3,07	2,54	2,50	2,70	0,32
		Ar+2%O ₂	2,68	2,03	2,21	2,31	0,34
		Ar+4%CO ₂	3,24	2,47	2,78	2,83	0,39
		Ar+8%CO ₂	2,39	3,26	2,45	2,70	0,49
		Ar+25%CO ₂	2,83	2,87	2,85	2,85	0,02

Tabela A.12. Medições de área total e área fundida realizadas na sessão transversal dos corpos de prova soldados com o metal de adição ER430LNb nos metais de base UNS43932 e AISI 441

MB	Arame	Gás de Proteção	Área Total			Área Fundida		
			A	B	C	A	B	C
UNS 43932	ER430LNb	Ar	20,84	21,47	21,62	4,21	13,20	4,40
		Ar+2%O ₂	23,41	22,30	20,47	5,17	5,97	7,54
		Ar+4%CO ₂	21,46	20,51	21,23	7,40	1,86	4,87
		Ar+8%CO ₂	21,00	25,14	18,46	7,71	3,81	5,10
		Ar+25%CO ₂	20,22	16,69	20,85	5,27	4,14	7,62
AISI 441	ER430LNb	Ar	25,88	23,84	24,83	7,70	8,50	8,90
		Ar+2%O ₂	19,56	19,42	23,49	8,95	5,90	7,95
		Ar+4%CO ₂	27,14	21,69	22,27	5,94	7,61	6,72
		Ar+8%CO ₂	20,11	25,68	18,04	6,06	6,76	3,91
		Ar+25%CO ₂	24,05	28,53	26,29	5,75	11,78	8,76

ANEXO B

RESULTADOS COMPLEMENTARES DO CAPÍTULO V

Neste anexo encontram-se as Tabelas completas das microdurezas realizadas na zona termicamente afetada e zona fundida, as Figuras com micrografias das zonas fundidas dos corpos de prova soldados no AISI 441 e Tabelas com as medidas dos tamanhos de grão das zonas fundidas dos corpos de prova soldados com os arames ER430Ti e ER430LNb.

Tabela B.1. Medidas de Microdureza realizadas na matriz ferrítica da zona termicamente afetada para o metal de base UNS43932

Metal de base	Metal de Adição	Gás de Proteção	Microdureza (HV)						
			1	2	3	4	5	Média	Desvio
UNS43932	ER308LSi	Ar	139	147	147	165	165	153,0	10,4
		Ar+2%O ₂	150	150	157	158	181	155,0	4,4
		Ar+4%CO ₂	146	158	160	164	181	160,7	3,1
		Ar+8%CO ₂	148	149	156	164	177	156,3	7,5
		Ar+25%CO ₂	151	155	163	167	176	161,7	6,1
	ER430Ti	Ar	148	162	166	166	182	164,7	2,3
		Ar+2%O ₂	145	152	156	156	159	154,7	2,3
		Ar+4%CO ₂	164	165	165	170	183	166,7	2,9
		Ar+8%CO ₂	172	173	175	178	183	175,3	2,5
		Ar+25%CO ₂	156	161	175	195	197	177,0	17,1
	ER430LNb	Ar	155	155	156	160	162	157,0	2,6
		Ar+2%O ₂	167	179	180	181	181	180,0	1,0
		Ar+4%CO ₂	162	165	174	175	181	171,3	5,5
		Ar+8%CO ₂	178	181	183	183	188	182,3	1,2
		Ar+25%CO ₂	154	165	165	171	182	167,0	3,5

Tabela B.2. Medidas de Microdureza realizadas na matriz ferrítica da zona termicamente afetada para o metal de base AISI441

Metal de base	Metal de Adição	Gás de Proteção	Microdureza (HV)						
			1	2	3	4	5	Média	Desvio
AISI 441	ER308LSi	Ar	158	170	170	174	183	171,3	2,3
		Ar+2%O ₂	165	169	169	171	180	169,7	1,2
		Ar+4%CO ₂	180	183	189	190	191	187,3	3,8
		Ar+8%CO ₂	191	208	211	216	220	211,7	4,0
		Ar+25%CO ₂	181	193	195	198	215	195,3	2,5
	ER430Ti	Ar	165	173	176	178	178	175,7	2,5
		Ar+2%O ₂	164	176	178	188	196	180,7	6,4
		Ar+4%CO ₂	183	186	188	191	250	188,3	2,5
		Ar+8%CO ₂	166	175	180	182	185	179,0	3,6
		Ar+25%CO ₂	180	199	199	205	210	201,0	3,5
	ER430LNb	Ar	168	174	178	188	203	180,0	7,2
		Ar+2%O ₂	179	181	182	185	212	182,7	2,1
		Ar+4%CO ₂	174	182	212	212	225	202,0	17,3
		Ar+8%CO ₂	175	180	183	185	194	182,7	2,5
		Ar+25%CO ₂	178	179	183	183	192	181,7	2,3

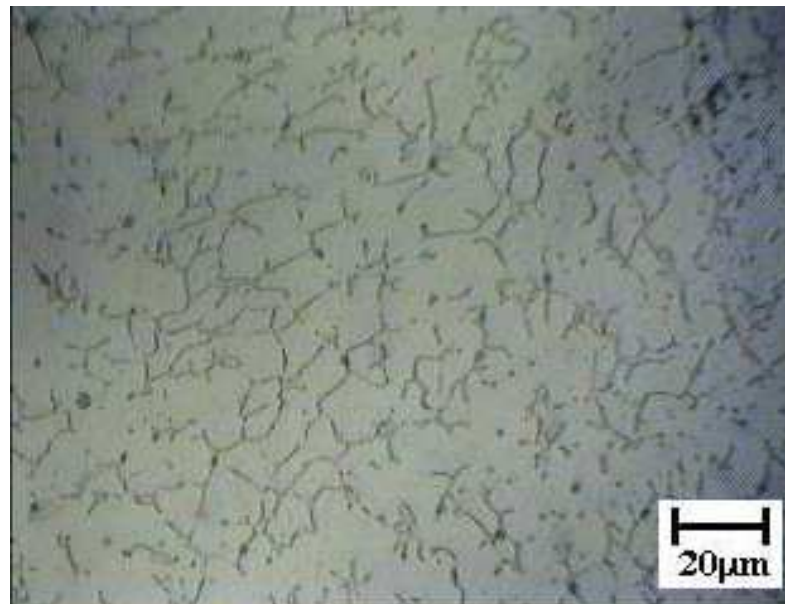


Figura B.1. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base Al SI441 soldado com o metal de adição ER308LSi e o gás de proteção Ar

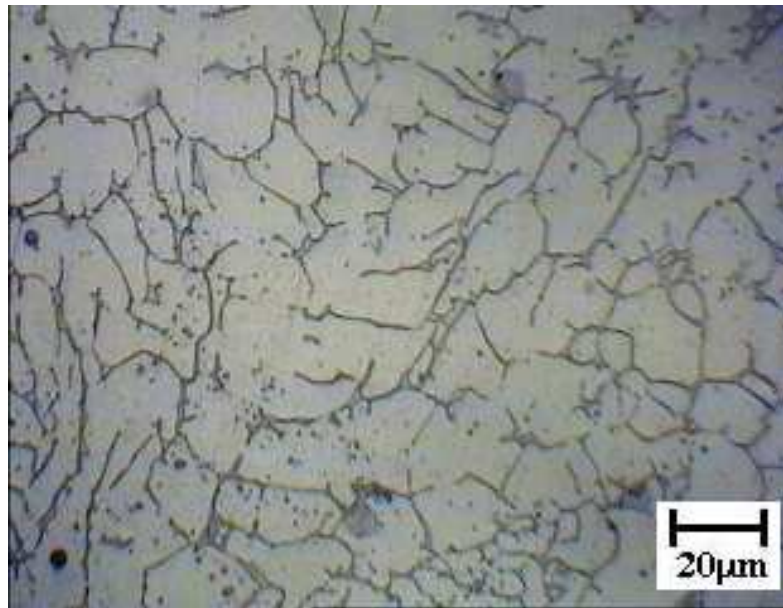


Figura B.2. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER308LSi e o gás de proteção Ar+2%O₂

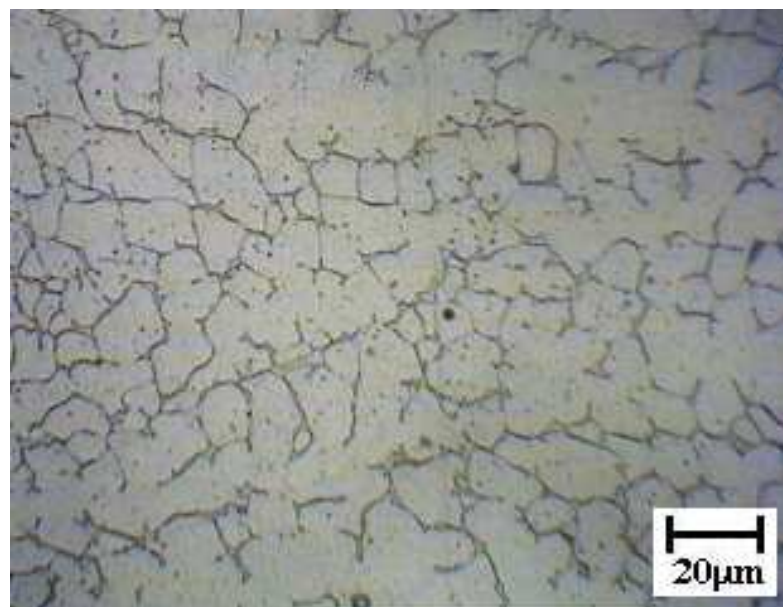


Figura B.3. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER308LSi e o gás de proteção Ar+4%CO₂

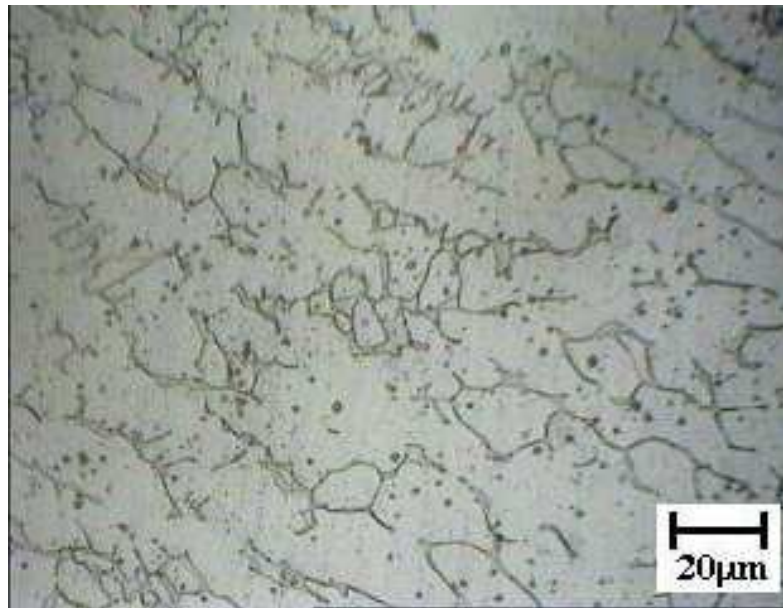


Figura B.4. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER308LSi e o gás de proteção Ar+8%CO₂

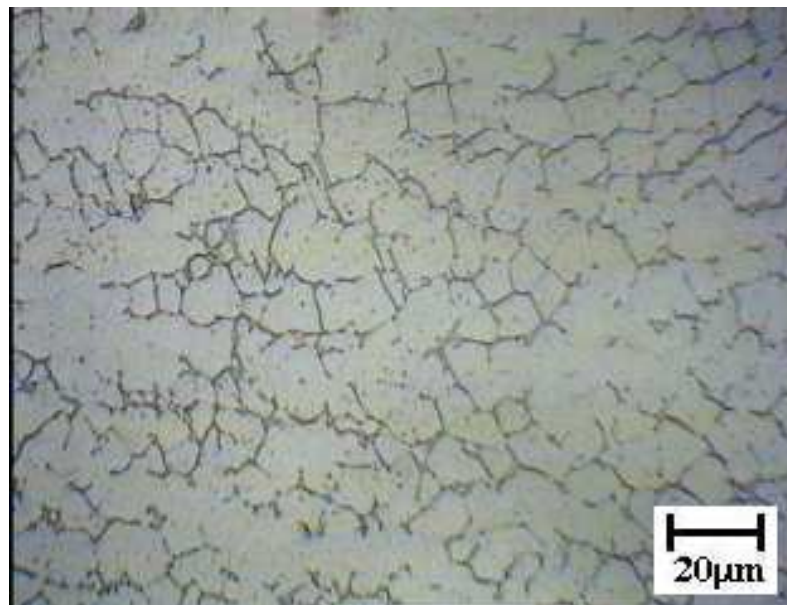


Figura B.5. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER308LSi e o gás de proteção Ar+25%CO₂

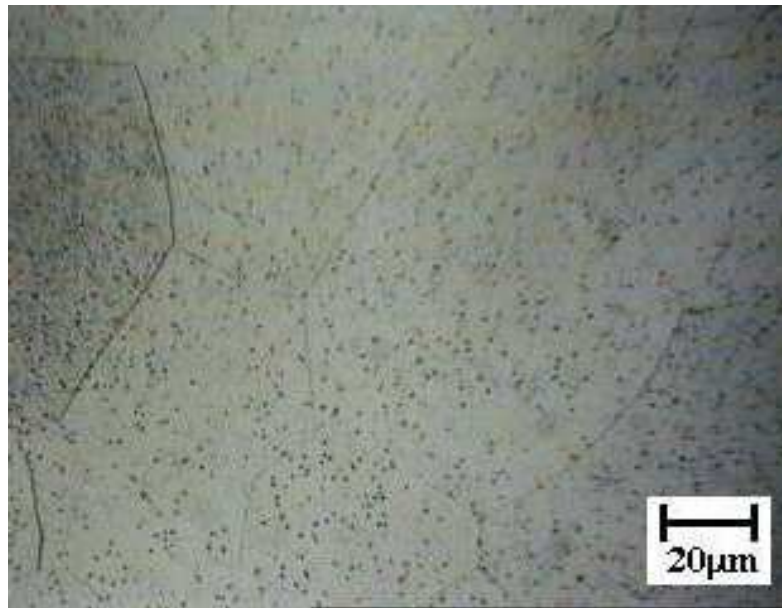


Figura B.6. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER430Ti e o gás de proteção Ar

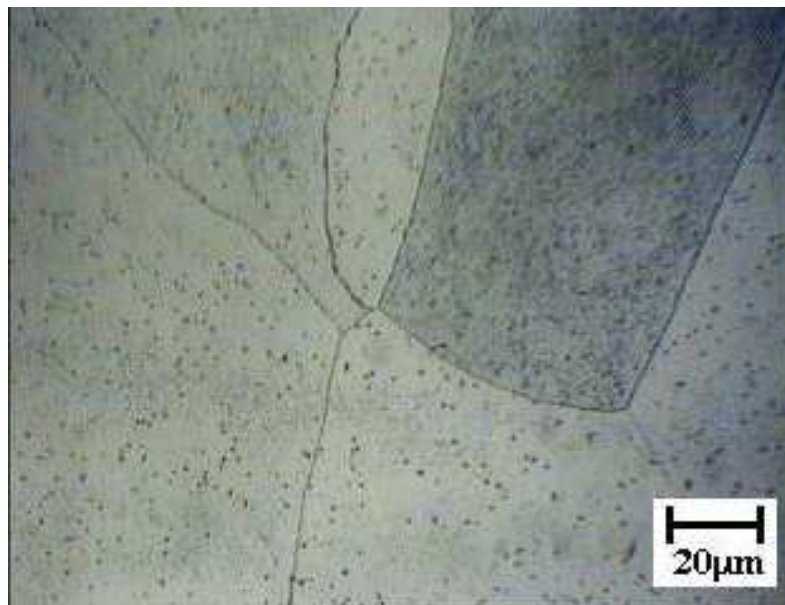


Figura B.7. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER430Ti e o gás de proteção Ar+2%O₂

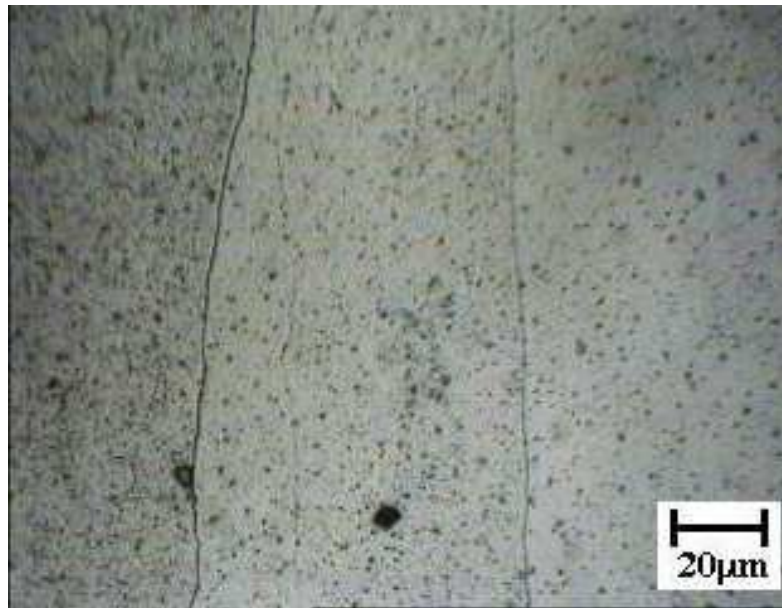


Figura B.8. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER430Ti e o gás de proteção Ar+4%CO₂

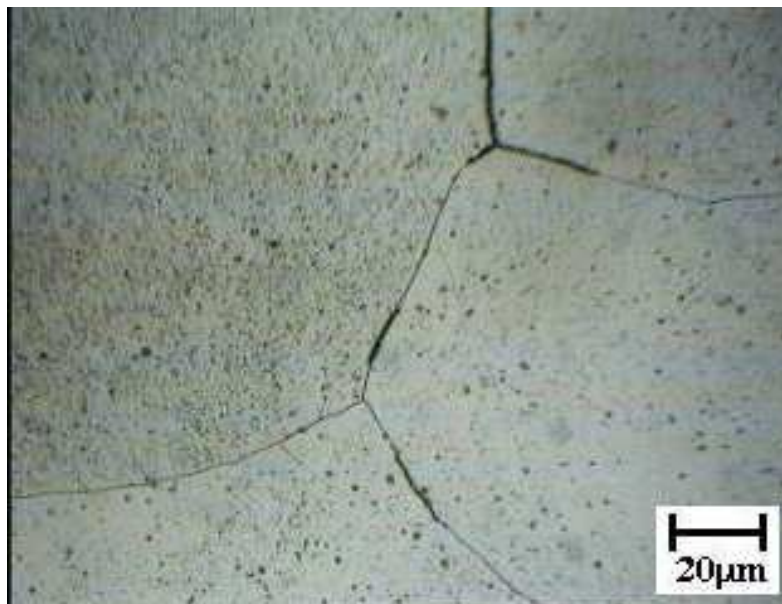


Figura B.9. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER430Ti e o gás de proteção Ar+8%CO₂

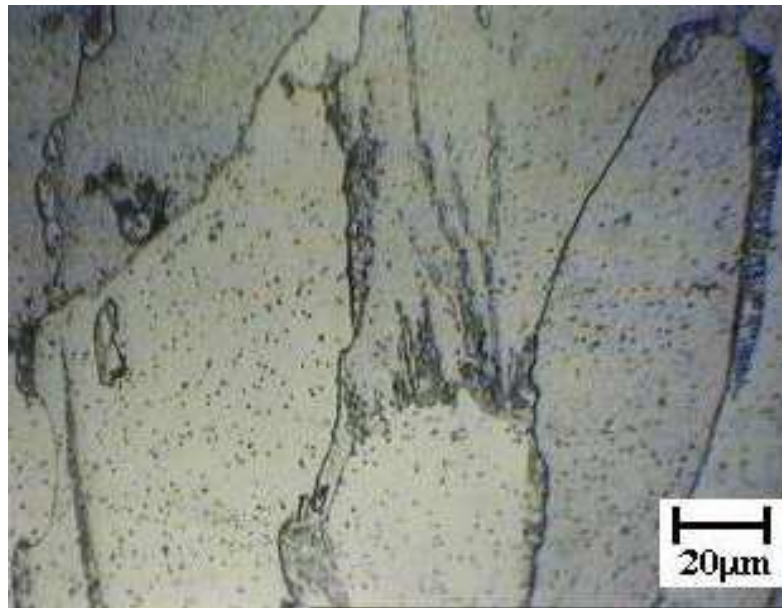


Figura B.10. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER430Ti e o gás de proteção Ar+25%CO₂

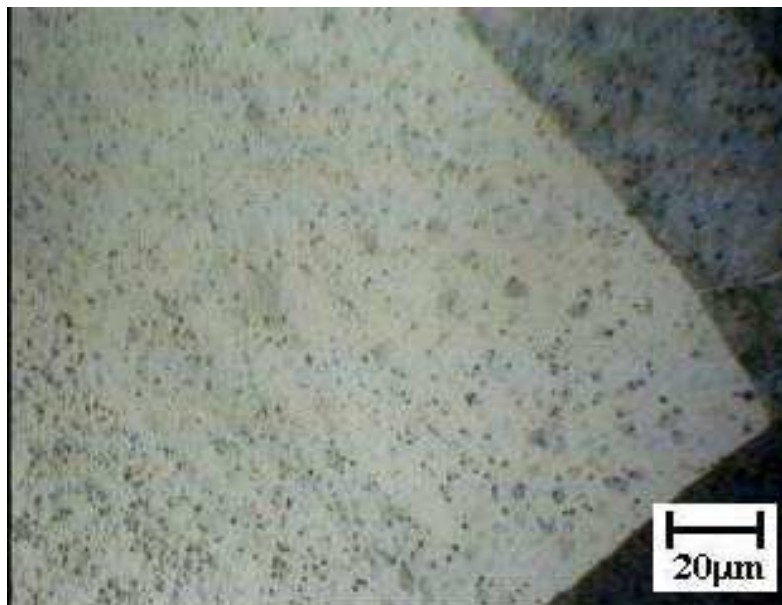


Figura B.11. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER430LNb e o gás de proteção Ar

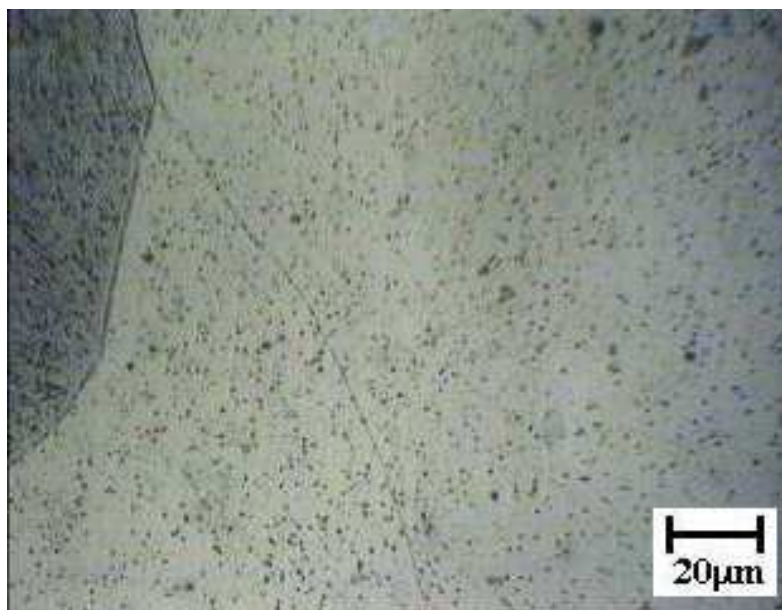


Figura B.12. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER430LNb e o gás de proteção Ar+2%O₂

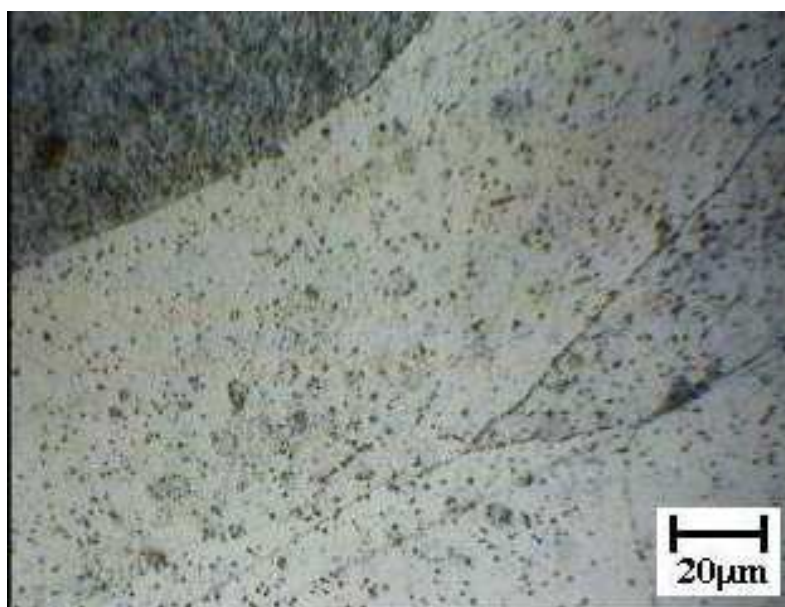


Figura B.13. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER430LNb e o gás de proteção Ar+4%CO₂

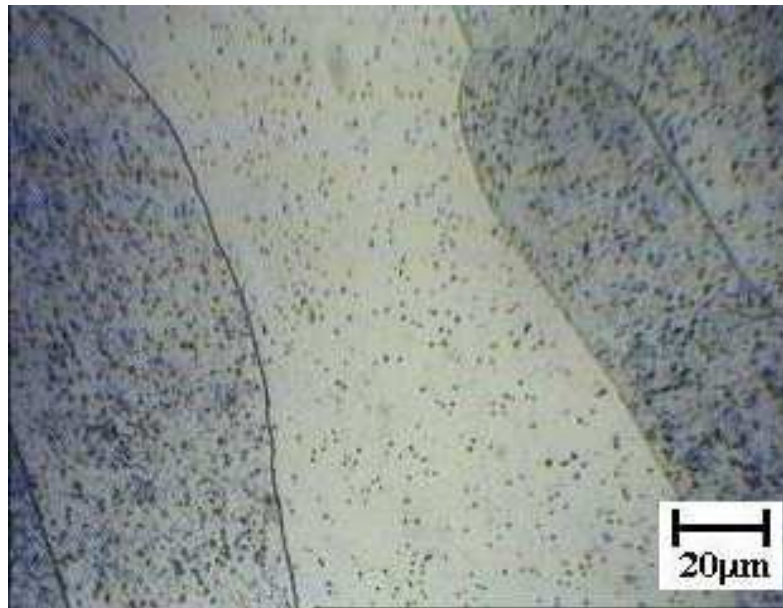


Figura B.14. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER430LNb e o gás de proteção Ar+8%CO₂

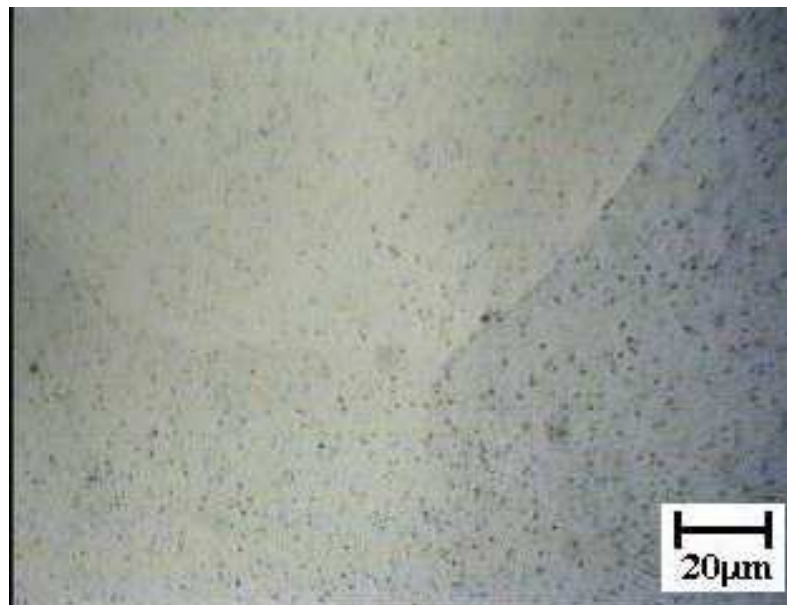


Figura B.15. Microestrutura da zona fundida do corpo de prova de metal de base AISI441 soldado com o metal de adição ER430LNb e o gás de proteção Ar+25%CO₂

Tabela B.3. Tamanho de grão medido na zona fundida com metal de base UNS 43932 com os metais de adição ER430Ti e ER430LNb

Metal de Base	Metal de Adição	Gás de Proteção	Tamanho de Grão [μm]				
			A	B	C	Média	Desvio
UNS 43932	ER430Ti	Ar	24,2	33,2	37,3	31,6	6,7
		Ar+2%O ₂	82,6	72,4	72,4	75,8	5,9
		Ar+4%CO ₂	63,3	69,8	63,3	65,5	3,7
		Ar+8%CO ₂	57,0	55,7	75,4	62,7	11,0
		Ar+25%CO ₂	48,5	78,7	46,2	57,8	18,2
UNS 43932	ER430LNb	Ar	61,5	55,7	67,4	61,5	5,9
		Ar+2%O ₂	72,4	67,4	65,3	68,4	3,7
		Ar+4%CO ₂	106,6	72,4	55,7	78,2	25,9
		Ar+8%CO ₂	78,7	92,3	63,3	78,1	14,5
		Ar+25%CO ₂	53,3	72,4	53,3	59,7	11,0

Tabela B.4. Medições de tamanho de grão da zona fundida dos corpos de prova soldados no metal de base AISI 441 com os metais de adição ER430Ti e ER430LNb

Metal de Base	Metal de Adição	Gás de Proteção	Tamanho de Grão [μm]				
			A	B	C	Média	Desvio
AISI441	ER430Ti	Ar	22,2	39,8	40,3	34,1	10,3
		Ar+2%O ₂	72,4	78,7	61,5	70,9	8,7
		Ar+4%CO ₂	51,2	63,3	52,2	55,6	6,7
		Ar+8%CO ₂	78,7	67,4	67,4	71,2	6,5
		Ar+25%CO ₂	98,7	67,4	46,2	70,8	26,4
AISI441	ER430LNb	Ar	87,0	61,5	67,4	72,0	13,3
		Ar+2%O ₂	98,7	45,5	61,5	68,6	27,3
		Ar+4%CO ₂	72,4	72,4	98,7	81,2	15,2
		Ar+8%CO ₂	69,8	53,3	78,7	67,3	12,9
		Ar+25%CO ₂	53,3	72,4	53,3	59,7	11,0

Tabela B.5. Medidas de Microdureza realizadas na matriz austenítica (para o metal de adição ER308LSi) e ferrítica (para os metais de adição ER430Ti e ER430LNb) da zona fundida para o metal de base UNS43932

Metal de base	Metal de Adição	Gás de Proteção	Microdureza (HV)						
			1	2	3	4	5	Média	Desvio
UNS43932	ER308LSi	Ar	109	147	158	163	183	156,0	8,2
		Ar+2%O ₂	162	168	185	223	204	192,0	28,2
		Ar+4%CO ₂	148	154	163	185	187	167,3	15,9
		Ar+8%CO ₂	117	164	173	178	183	171,7	7,1
		Ar+25%CO ₂	174	177	178	189	188	181,3	6,7
	ER430Ti	Ar	172	179	180	182	210	180,3	1,5
		Ar+2%O ₂	158	160	176	180	186	172,0	10,6
		Ar+4%CO ₂	184	184	186	193	199	187,7	4,7
		Ar+8%CO ₂	195	203	209	212	221	208,0	4,6
		Ar+25%CO ₂	178	202	203	204	225	203,0	1,0
	ER430LNb	Ar	149	161	162	166	176	163,0	2,6
		Ar+2%O ₂	170	172	173	174	181	173,0	1,0
		Ar+4%CO ₂	151	152	164	165	168	160,3	7,2
		Ar+8%CO ₂	178	178	183	185	195	182,0	3,6
		Ar+25%CO ₂	170	178	183	183	188	181,3	2,9

Tabela B.6. Medidas de Microdureza realizadas na matriz austenítica (para o metal de adição ER308LSi) e ferrítica (para os metais de adição ER430Ti e ER430LNb) da zona fundida para o metal de base AISI441

Metal de base	Metal de Adição	Gás de Proteção	Microdureza (HV)						
			1	2	3	4	5	Média	Desvio
AISI 441	ER308LSi	Ar	158	175	190	193	203	186,0	9,6
		Ar+2%O ₂	168	172	182	206	207	186,7	17,5
		Ar+4%CO ₂	164	166	178	181	182	175,0	7,9
		Ar+8%CO ₂	206	214	216	223	230	217,7	4,7
		Ar+25%CO ₂	195	199	207	214	215	206,7	7,5
	ER430Ti	Ar	167	181	182	185	202	182,7	2,1
		Ar+2%O ₂	195	198	198	205	207	200,3	4,0
		Ar+4%CO ₂	191	198	205	208	220	203,7	5,1
		Ar+8%CO ₂	174	181	193	200	202	191,3	9,6
		Ar+25%CO ₂	191	202	208	208	214	206,0	3,5
	ER430LNb	Ar	162	176	180	180	185	178,7	2,3
		Ar+2%O ₂	149	170	170	172	174	170,7	1,2
		Ar+4%CO ₂	188	197	203	211	216	203,7	7,0
		Ar+8%CO ₂	174	189	213	216	228	206,0	14,8
		Ar+25%CO ₂	176	179	182	185	191	182,0	3,0

ANEXO C

RESULTADOS COMPLEMENTARES DO CAPÍTULO VI

Neste anexo encontram-se as Tabelas completas dos ensaios de tração, dobramento, embutimento e microdurezas realizadas na zona termicamente afetada e zona fundida após o ensaio de embutimento..

Tabela C.1. Limite de resistência dos ensaios de tração realizados nos corpos de prova soldados no metal de base UNS 43932

Metal de Adição	Gás de Proteção	Limite de Resistência [MPa]				
		A	B	C	Media	Desvio
ER308LSi	Ar	424	422	400	415	13
	Ar+2%O ₂	240	424	410	417	10
	Ar+4%CO ₂	414	356	416	415	1
ER430Ti	Ar	401	427	429	419	16
	Ar+2%O ₂	398	423	419	413	13
	Ar+4%CO ₂	401	396	413	403	9
	Ar+8%CO ₂	416	407	418	414	6
	Ar+25%CO ₂	422	430	437	430	8
ER430LNb	Ar	444	449	414	436	19
	Ar+2%O ₂	431	437	429	432	4
	Ar+4%CO ₂	391	419	397	402	15
	Ar+8%CO ₂	414	422	246	418	6
	Ar+25%CO ₂	446	407	436	430	20

Tabela C.2. Limite de Resistência dos ensaios de tração realizados nos corpos de prova soldados no metal de base AISI441

Metal de Adição	Gás de Proteção	Limite de Resistência [MPa]				
		A	B	C	Media	Desvio
ER308LSi	Ar	416	414	396	409	11
	Ar+2%O ₂	436	430	421	429	8
	Ar+4%CO ₂	425	416	414	418	6
ER430Ti	Ar	418	411	413	414	4
	Ar+2%O ₂	416	420	410	415	5
	Ar+4%CO ₂	418	416	436	423	11
	Ar+8%CO ₂	416	413	422	417	5
	Ar+25%CO ₂	397	400	418	405	11
ER430LNb	Ar	401	407	395	401	6
	Ar+2%O ₂	416	404	400	407	8
	Ar+4%CO ₂	425	418	246	422	5
	Ar+8%CO ₂	360	423	418	421	4
	Ar+25%CO ₂	370	401	416	396	23

Tabela C.3. Força máxima obtida do ensaio de dobramento dos corpos de prova soldados com metal de adição ER308LSi no metal de base UNS 43932

Metal de Adição	Gás de Proteção	Lado	F _{MAX} [kN]				
			A	B	C	Media	Desvio
ER308LSi	Ar	Face	1,68	1,90	-	1,79	0,16
	Ar+2%O ₂	Face	1,63	1,57	1,60	1,60	0,03
	Ar+4%CO ₂	Face	1,85	1,81	1,66	1,77	0,10
	Ar+8%CO ₂	Face	1,67	1,78	1,83	1,76	0,08
	Ar+25%CO ₂	Face	1,70	1,68	1,80	1,73	0,07

Tabela C.4. Energia consumida obtida do ensaio de dobramento dos corpos de prova soldados com metal de adição ER308LSi e metal de base UNS 43932

Metal de Adição	Gás de Proteção	Lado	Energia [J]				
			A	B	C	Media	Desvio
ER308LSi	Ar	Face	22,17	27,27	-	24,72	3,61
	Ar+2%O ₂	Face	23,35	24,29	25,49	24,38	1,07
	Ar+4%CO ₂	Face	23,85	23,64	19,17	22,22	2,64
	Ar+8%CO ₂	Face	23,44	24,23	27,08	24,92	1,91
	Ar+25%CO ₂	Face	27,23	24,98	26,73	26,32	1,18

Tabela C.5. Força máxima no ensaio de dobramento dos corpos de prova soldados com metal de adição ER308LSi e metal de base AISI 441

Metal de Adição	Gás de Proteção	Lado	FMAX [kN]				
			A	B	C	Media	Desvio
ER308LSi	Ar	Raiz	-	-	1,49	1,49	0
		Face	1,50	1,47	1,44	1,47	0,03
	Ar+2%O ₂	Raiz	1,83	1,74	1,93	1,84	0,09
		Face	1,88	1,85	1,89	1,88	0,02
	Ar+4%CO ₂	Raiz	1,48	1,92	-	1,70	0,31
		Face	1,67	1,71	1,83	1,74	0,08
	Ar+8%CO ₂	Raiz	-	-	-	-	-
		Face	1,66	1,66	1,59	1,64	0,04
	Ar+25%CO ₂	Raiz	1,47	1,44	1,38	1,43	0,04
		Face	1,56	1,32	1,45	1,44	0,12

Tabela C.6. Energia consumida no ensaio de dobramento dos corpos de prova soldados com metal de adição ER308LSi e metal de base AISI 441

Metal de Adição	Gás de Proteção	Lado	Energia [kN.mm]				
			A	B	C	Media	Desvio
ER308LSi	Ar	Raiz	-	-	19,30	19,30	0
		Face	18,86	19,69	18,84	19,13	0,48
	Ar+2%O ₂	Raiz	26,04	24,98	19,69	23,57	3,40
		Face	20,45	25,19	24,16	23,27	2,49
	Ar+4%CO ₂	Raiz	21,58	23,45	-	22,51	1,32
		Face	16,84	24,49	18,75	20,03	3,98
	Ar+8%CO ₂	Raiz	-	-	-	-	-
		Face	20,55	24,02	17,99	20,85	3,02
	Ar+25%CO ₂	Raiz	20,23	20,67	19,32	20,07	0,69
		Face	20,89	18,95	21,77	20,54	1,44

Tabela C.7. Força máxima obtida no ensaio de dobramento dos corpos de prova soldados com metal de adição ER430Ti no metal de base UNS 43932

Metal de Adição	Gás de Proteção	Lado	FMAX [KN]				
			A	B	C	Media	Desvio
ER430Ti	Ar	Raiz	1,90	2,04	1,79	1,91	0,12
		Face	1,71	1,87	1,78	1,78	0,08
	Ar+2%O ₂	Raiz	1,77	1,78	1,73	1,76	0,03
		Face	1,77	1,79	1,84	1,80	0,04
	Ar+4%CO ₂	Raiz	1,59	1,74	1,82	1,72	0,11
		Face	1,56	1,63	1,60	1,60	0,04
	Ar+8%CO ₂	Raiz	1,66	1,99	2,04	1,90	0,21
		Face	2,00	1,99	2,19	2,06	0,11
	Ar+25%CO ₂	Raiz	1,51	1,60	1,45	1,52	0,08
		Face	1,84	1,18	1,16	1,39	0,39

Tabela C.8. Energia consumida para a realização do ensaio de dobramento dos corpos de prova soldados com metal de adição ER430Ti e metal de base UNS43932

Metal de Adição	Gás de Proteção	Lado	Energia [kN.mm]				
			A	B	C	Media	Desvio
ER430Ti	Ar	Raiz	27,52	27,56	25,61	26,90	1,12
		Face	26,58	23,72	26,59	25,63	1,66
	Ar+2%O ₂	Raiz	24,15	23,86	23,24	23,75	0,47
		Face	22,50	22,08	25,06	23,22	1,61
	Ar+4%CO ₂	Raiz	22,54	23,83	24,09	23,49	0,83
		Face	22,17	20,98	23,14	22,10	1,08
	Ar+8%CO ₂	Raiz	23,27	26,80	27,76	25,94	2,36
		Face	29,23	27,63	27,86	28,24	0,86
	Ar+25%CO ₂	Raiz	16,06	24,75	21,92	20,91	4,43
		Face	23,48	5,37	7,94	12,27	9,80

Tabela C.9. Força máxima obtida no ensaio de dobramento dos corpos de prova soldados com metal de adição ER430Ti no metal de base AISI 441

Metal de Adição	Gás de Proteção	Lado	F _{MAX} [kN]				
			A	B	C	Media	Desvio
ER430Ti	Ar	Raiz	1,59	1,44	1,62	1,55	0,10
		Face	1,54	1,69	1,66	1,63	0,08
	Ar+2%O ₂	Raiz	1,63	1,64	1,68	1,65	0,03
		Face	1,62	1,66	1,66	1,65	0,02
	Ar+4%CO ₂	Raiz	1,70	1,63	1,68	1,67	0,04
		Face	1,70	1,59	1,58	1,62	0,07
	Ar+8%CO ₂	Raiz	1,67	1,66	1,73	1,68	0,04
		Face	1,64	1,71	1,62	1,66	0,05
	Ar+25%CO ₂	Raiz	1,22	1,39	1,27	1,29	0,09
		Face	1,51	1,43	1,51	1,48	0,05

Tabela C.10. Energia consumida para a realização do ensaio de dobramento dos corpos de prova soldados com metal de adição ER430Ti e metal de base AISI 441

Metal de Adição	Gás de Proteção	Lado	Energia [kN.mm]				
			A	B	C	Media	Desvio
ER430Ti	Ar	Raiz	23,75	20,38	22,76	22,30	1,74
		Face	21,09	19,81	24,99	21,97	2,70
	Ar+2%O ₂	Raiz	22,53	24,44	21,93	22,97	1,31
		Face	21,65	22,76	22,77	22,39	0,64
	Ar+4%CO ₂	Raiz	22,19	18,46	22,15	20,93	2,14
		Face	21,98	20,31	20,75	21,01	0,87
	Ar+8%CO ₂	Raiz	23,96	22,86	23,27	23,36	0,56
		Face	20,15	23,78	22,12	22,02	1,81
	Ar+25%CO ₂	Raiz	8,16	11,50	10,44	10,03	1,71
		Face	17,21	9,39	22,07	16,22	6,39

Tabela C.11. Força máxima obtida no ensaio de dobramento dos corpos de prova soldados com metal de adição ER430LNb no metal de base UNS 43932

Metal de Adição	Gás de Proteção	Lado	F _{MAX} [kN]				
			A	B	C	Media	Desvio
ER430LNb	Ar	Raiz	1,77	1,79	1,97	1,84	0,11
		Face	2,08	1,63	2,01	1,91	0,24
	Ar+2%O ₂	Raiz	1,56	1,57	1,65	1,59	0,05
		Face	1,68	1,64	1,61	1,64	0,03
	Ar+4%CO ₂	Raiz	1,82	1,69	1,64	1,71	0,09
		Face	1,70	1,67	1,70	1,69	0,02
	Ar+8%CO ₂	Raiz	-	-	-	-	-
		Face	1,61	1,59	1,63	1,61	0,02
	Ar+25%CO ₂	Raiz	1,63	1,76	1,61	1,67	0,08
		Face	1,70	1,68	1,67	1,68	0,02

Tabela C.12. Energia consumida para a realização do ensaio de dobramento dos corpos de prova soldados com metal de adição ER430LNb e metal de base UNS 43932

Metal de Adição	Gás de Proteção	Lado	Energia [kN.mm]				
			A	B	C	Media	Desvio
ER430LNb	Ar	Raiz	22,62	16,41	20,73	19,92	3,18
		Face	24,05	23,66	23,87	23,86	0,19
	Ar+2%O ₂	Raiz	20,83	21,00	21,49	21,11	0,34
		Face	21,31	21,41	21,27	21,33	0,07
	Ar+4%CO ₂	Raiz	22,92	15,93	23,58	20,81	4,24
		Face	21,53	19,30	20,65	20,49	1,12
	Ar+8%CO ₂	Raiz	-	-	-	-	-
		Face	19,65	22,66	21,62	21,31	1,53
	Ar+25%CO ₂	Raiz	20,82	23,75	21,72	22,10	1,50
		Face	22,96	25,47	26,19	24,87	1,69

Tabela C.13. Força máxima obtida no ensaio de dobramento dos corpos de prova soldados com metal de adição ER430LNb no metal de base AISI 441

Metal de Adição	Gás de Proteção	Lado	FMAX [kN]				
			A	B	C	Media	Desvio
ER430LNb	Ar	Raiz	1,56	1,60	1,53	1,56	0,04
		Face	1,54	1,58	1,58	1,57	0,02
	Ar+2%O2	Raiz	1,70	1,54	1,50	1,58	0,11
		Face	1,77	1,71	1,68	1,72	0,05
	Ar+4%CO2	Raiz	-	-	-	-	-
		Face	-	-	-	-	-
	Ar+8%CO2	Raiz	1,51	1,62	1,70	1,61	0,10
		Face	1,61	1,68	1,68	1,66	0,04
	Ar+25%CO2	Raiz	1,68	1,52	1,62	1,61	0,08
		Face	1,80	1,74	1,68	1,74	0,06

Tabela C.14. Energia consumida para a realização do ensaio de dobramento dos corpos de prova soldados com metal de adição ER430LNb e metal de base AISI 441

Metal de Adição	Gás de Proteção	Lado	Energia [kN.mm]				
			A	B	C	Media	Desvio
ER430LNb	Ar	Raiz	23,08	20,70	23,53	22,43	1,52
		Face	19,41	19,46	20,50	19,79	0,61
	Ar+2%O2	Raiz	22,76	21,23	21,26	21,75	0,88
		Face	22,41	21,14	22,23	21,93	0,69
	Ar+4%CO2	Raiz	-	-	-	-	-
		Face	-	-	-	-	-
	Ar+8%CO2	Raiz	19,14	20,50	23,65	21,10	2,31
		Face	25,22	22,22	21,90	23,11	1,83
	Ar+25%CO2	Raiz	23,83	19,11	23,45	22,13	2,62
		Face	23,65	24,12	23,23	23,67	0,44

Tabela C.15. Valores de força máxima e deslocamento máximo do punção para os ensaios de embutimento realizados nos metais de base UNS 43932 e AISI 441

MB	F _{MAX} [N]	Média F	Desv. F	Deslocamento [mm]	Média D	Desv. D
UNS 43932	49721,3	49972,2	354,8	16,14	16,22	0,11
	50223,0			16,29		
AISI441	52188,5	51270,8	828,1	16,84	16,70	0,12
	51044,5			16,63		
	50579,4			16,63		

Tabela C.16. Valores de energia total para a realização do ensaio de embutimento para os ensaios de embutimento realizados nos metais de base UNS 43932 e AISI 441

MB	Energia [kJ.mm]	Média E	Desv E
UNS 43932	402,7	408,8	8,6
	414,8		
AISI441	431,5	411,9	17,1
	403,8		
	400,4		

Tabela C.17. Força máxima e o deslocamento do punção para a realização do ensaio de embutimento nos corpos de prova soldados no metal de base UNS43932 com o metal de adição ER308LSi

Gás de Proteção	Posição	F _{MAX} [N]	Média F _{MAX}	Desvio F _{MAX}	Desl. [mm]	Média Desl.	Desvio Desl.
Ar	Face	43369	43369	0	13,6	13,6	0
		-			-		
		-			-		
Ar+2%O ₂	Face	47717	36112	16412	14,5	11,9	3,6
		24507			9,3		
		-			-		
Ar+8%CO ₂	Raiz	46192	36090	11113	14,2	11,8	2,8
		37893			12,4		
		24186			8,7		
Ar+25%CO ₂	Face	45808	40461	12187	14,2	12,8	2,9
		26515			9,5		
		49061			14,8		
Ar+25%CO ₂	Raiz	40677	40076	4869	12,9	12,6	1,5
		44616			13,9		
		34935			11,0		

Tabela C.18. Energia total para a realização do ensaio de embutimento para os corpos de prova soldados no metal de base UNS43932 com o metal de adição ER308LSi

Gás de Proteção	Posição	Energia [kJ.mm]	Média Energia	Desvio Energia
Ar	Face	263	263	0
		-		
		-		
Ar+2%O ₂	Face	318	210	152
		102		
		-		
Ar+8%CO ₂	Raiz	301	210	94
		217		
		112		
Ar+25%CO ₂	Face	304	287	63
		217		
		339		
Ar+25%CO ₂	Raiz	233	243	41
		288		
		208		

Tabela C.19. Força máxima e o deslocamento do punção para a realização do ensaio de embutimento nos corpos de prova soldados no metal de base AISI 441 com o metal de adição ER308LSi

Gás de Proteção	Posição	F _{MAX} [N]	Média F _{MAX}	Desvio F _{MAX}	Desl. [mm]	Média Desl.	Desvio Desl.
Ar	Face	51545	36237	21648	15,6	12,0	5,1
		20929			8,4		
		-			-		
Ar	Raiz	22841	20269	2257	8,7	10,8	4,2
		19347			8,1		
		18619			15,6		
Ar+2%O ₂	Face	32570	33098	747	11,4	11,2	0,3
		33626			11,1		
		-			-		
Ar+2%O ₂	Raiz	52335	38919	18973	15,6	12,6	4,2
		25503			9,7		
		-			-		
Ar+4%CO ₂	Raiz	14620	20069	8563	6,2	7,8	2,1
		15647			6,8		
		29939			10,2		
Ar+8%CO ₂	Face	18786	17085	2311	7,6	7,2	0,6
		18016			7,5		
		14454			6,5		
Ar+8%CO ₂	Raiz	-	19418	5618	-	7,9	1,5
		15445			6,9		
		23390			9,0		
Ar+25%CO ₂	Face	43722	34687	11026	13,8	11,5	2,6
		37937			12,1		
		22402			8,7		
Ar+25%CO ₂	Raiz	47972	49356	1217	14,4	15,2	0,6
		49837			15,4		
		50260			15,7		

Tabela C.20. Energia total para a realização do ensaio de embutimento para os corpos de prova soldados no metal de base AISI 441 com o metal de adição ER308LSi

Gás de Proteção	Posição	Energia [kJ.mm]	Média Energia	Desvio Energia
Ar	Face	379	231	210
		82		
		-		
Ar	Raiz	107	130	73
		72		
		212		
Ar+2%O ₂	Face	164	162	3
		160		
		-		
Ar+2%O ₂	Raiz	385	248	193
		112		
		-		
Ar+4%CO ₂	Raiz	48	79	51
		51		
		138		
Ar+8%CO ₂	Face	68	60	11
		64		
		47		
Ar+8%CO ₂	Raiz	-	76	30
		55		
		98		
Ar+25%CO ₂	Face	266	185	90
		201		
		88		
Ar+25%CO ₂	Raiz	309	343	32
		347		
		373		

Tabela C.21. Força máxima e o deslocamento do punção para a realização do ensaio de embutimento nos corpos de prova soldados no metal de base UNS43932 com o metal de adição ER430Ti

Gás de Proteção	Posição	F _{MAX} [N]	Média F _{MAX}	Desvio F _{MAX}	Desl. [mm]	Média Desl.	Desvio Desl.
Ar	Raiz	45433	41636	5370	14,8	13,5	1,9
		37838			12,1		
		-			-		
Ar+2%O ₂	Face	-	27883	13879	-	9,7	3,9
		18069			7,0		
		37697			12,5		
Ar+2%O ₂	Raiz	26026	26070	2448	9,3	9,9	0,7
		28539			10,7		
		23644			9,8		
Ar+4%CO ₂	Face	24106	22371	8412	8,8	8,1	2,3
		29780			10,0		
		13226			5,6		
Ar+4%CO ₂	Raiz	24056	23538	2662	8,7	8,7	0,9
		20655			7,8		
		25904			9,6		
Ar+8%CO ₂	Face	13032	18951	8370	5,6	7,2	2,2
		24869			8,8		
		-			-		
Ar+8%CO ₂	Raiz	-	29584	0	-	10,0	0
		29584			10,0		
		-			-		
Ar+25%CO ₂	Face	13486	11326	3054	6,0	5,2	1,0
		9166			4,5		
		-			-		
Ar+25%CO ₂	Raiz	5311	4909	375	2,7	2,4	0,3
		4569			2,1		
		4847			2,4		

Tabela C.22. Energia total para a realização do ensaio de embutimento para os corpos de prova soldados no metal de base UNS 43932 com o metal de adição ER430Ti

Gás de Proteção	Posição	Energia [kJ.mm]	Média Energia	Desvio Energia
Ar	Raiz	325	265	85
		206		
		-		
Ar+2%O ₂	Face	-	139	117
		56		
		221		
Ar+2%O ₂	Raiz	185	149	35
		149		
		114		
Ar+4%CO ₂	Face	110	98	42
		132		
		52		
Ar+4%CO ₂	Raiz	92	92	21
		71		
		113		
Ar+8%CO ₂	Face	34	66	44
		97		
		-		
Ar+8%CO ₂	Raiz	-	131	0
		131		
		-		
Ar+25%CO ₂	Face	40	31	12
		23		
		-		
Ar+25%CO ₂	Raiz	9	7	2
		6		
		7		

Tabela C.23. Força máxima e o deslocamento do punção para a realização do ensaio de embutimento nos corpos de prova soldados no metal de base AISI 441 com o metal de adição ER430Ti

Gás de Proteção	Posição	F _{MAX} [N]	Média F _{MAX}	Desvio F _{MAX}	Desl. [mm]	Média Desl.	Desvio Desl.
Ar	Face	50134	48860	1764	16,1	15,6	0,6
		49599			15,9		
		46846			15,0		
Ar+4%CO ₂	Face	22991	22019	1571	8,4	8,2	0,4
		20207			7,7		
		22859			8,5		
Ar+8%CO ₂	Face	7003	6479	1909	3,7	3,5	0,8
		8071			4,1		
		4362			2,5		
Ar+25%CO ₂	Face	5921	4676	1132	3,0	2,2	0,8
		4398			2,2		
		3709			1,4		

Tabela C.24. Energia total para a realização do ensaio de embutimento para os corpos de prova soldados no metal de base AISI 441 com o metal de adição ER430Ti

Gás de Proteção	Posição	Energia [kJ.mm]	Média Energia	Desvio Energia
Ar	Face	405	371	44
		386		
		322		
Ar+4%CO ₂	Face	86	81	10
		69		
		88		
Ar+8%CO ₂	Face	13	12	5
		16		
		6		
Ar+25%CO ₂	Face	10	7	3
		6		
		6		

Tabela C.25. Força máxima e o deslocamento do punção para a realização do ensaio de embutimento nos corpos de prova soldados no metal de base UNS43932 com o metal de adição ER430LNb

Gás de Proteção	Posição	F _{MAX} [N]	Média F _{MAX}	Desvio F _{MAX}	Desl. [mm]	Média Desl.	Desvio Desl.
Ar	Face	48417	40065	11277	15,4	13,1	3,1
		44541			14,3		
		27238			9,6		
Ar	Raiz	-	17381	1514	-	7,0	0,6
		18452			7,4		
		16310			6,5		
Ar+2%O ₂	Face	44355	32792	10751	14,3	11,3	2,8
		30922			10,9		
		23099			8,6		
Ar+2%O ₂	Raiz	35391	24101	10286	12,4	8,9	3,2
		15263			6,3		
		21650			8,1		
Ar+4%CO ₂	Face	34703	36152	1413	11,1	11,7	0,6
		36227			11,6		
		37525			12,4		
Ar+4%CO ₂	Raiz	46368	32158	20096	15,0	11,2	5,4
		17947			7,3		
		-			-		
Ar+8%CO ₂	Raiz	38236	21440	14611	11,9	8,8	3,0
		11658			5,9		
		14427			8,5		
Ar+25%CO ₂	Face	-	34068	0	-	11,2	0
		34068			11,2		
		-			-		
Ar+25%CO ₂	Raiz	19851	16845	8546	8,0	7,0	2,6
		23480			8,9		
		7202			4,0		

Tabela C.26. Energia total para a realização do ensaio de embutimento para os corpos de prova soldados no metal de base UNS 43932 com o metal de adição ER430LNb

Gás de Proteção	Posição	Energia [kJ.mm]	Média Energia	Desvio Energia
Ar	Face	368	261	131
		300		
		115		
Ar	Raiz	-	56	10
		63		
		49		
Ar+2%O ₂	Face	288	181	101
		167		
		88		
Ar+2%O ₂	Raiz	203	108	84
		44		
		78		
Ar+4%CO ₂	Face	167	184	18
		183		
		204		
Ar+4%CO ₂	Raiz	359	210	211
		61		
		-		
Ar+8%CO ₂	Raiz	198	102	85
		37		
		70		
Ar+25%CO ₂	Face	-	236	0
		236		
		-		
Ar+25%CO ₂	Raiz	96	76	32
		94		
		40		

Tabela C.27. Força máxima e o deslocamento do punção para a realização do ensaio de embutimento nos corpos de prova soldados no metal de base AISI 441 com o metal de adição ER430LNb

Gás de Proteção	Posição	F _{MAX} [N]	Média F _{MAX}	Desvio F _{MAX}	Desl. [mm]	Média Desl.	Desvio Desl.
Ar	Face	40391	36063	6121	12,8	11,7	1,5
		31735			10,6		
		-			-		
Ar	Raiz	-	29688	6901	-	10,5	1,8
		34567			11,7		
		24808			9,2		
Ar+2%O ₂	Face	50073	36771	13241	15,7	12,5	2,9
		23592			10,2		
		36650			11,6		
Ar+2%O ₂	Raiz	50776	23507	23616	16,6	8,6	6,9
		9882			4,6		
		9862			4,6		
Ar+4%CO ₂	Face	49440	30202	16777	15,2	10,6	4,1
		18607			7,5		
		22560			9,0		
Ar+4%CO ₂	Raiz	48440	32537	13936	15,6	11,3	3,8
		22460			8,6		
		26710			9,7		
Ar+8%CO ₂	Face	26582	20191	9038	10,0	10,2	0,3
		13800			10,4		
		-			-		
Ar+8%CO ₂	Raiz	-	20822	0	-	7,9	0
		-			-		
		20822			7,9		
Ar+25%CO ₂	Face	20573	23390	2482	8,3	9,5	1,1
		25252			10,4		
		24346			9,9		
Ar+25%CO ₂	Raiz	27976	28135	7969	10,1	10,3	1,5
		20247			8,9		
		36182			11,8		

Tabela C.28. Energia total para a realização do ensaio de embutimento para os corpos de prova soldados no metal de base AISI 441 com o metal de adição ER430LNb

Gás de Proteção	Posição	Energia [kJ.mm]	Média Energia	Desvio Energia
Ar	Face	220	181	55
		142		
		-		
Ar	Raiz	-	142	61
		186		
		99		
Ar+2%O ₂	Face	366	244	106
		183		
		181		
Ar+2%O ₂	Raiz	430	158	235
		23		
		23		
Ar+4%CO ₂	Face	340	203	125
		177		
		94		
Ar+4%CO ₂	Raiz	369	207	141
		124		
		127		
Ar+8%CO ₂	Face	125	101	33
		78		
		-		
Ar+8%CO ₂	Raiz	-	99	0
		-		
		99		
Ar+25%CO ₂	Face	77	107	27
		127		
		118		
Ar+25%CO ₂	Raiz	118	130	54
		83		
		189		

Tabela C.29. Medidas de Microdureza realizadas na matriz austenítica (para o metal de adição ER308LSi) e ferrítica (para os metais de adição ER430Ti e ER430LNb) da zona fundida para o metal de base UNS43932 estampado

Metal de base	Metal de Adição	Gás de Proteção	Microdureza (HV)						
			1	2	3	4	5	Média	Desvio
UNS43932	ER308LSi	Ar+2%O ₂	172	185	189	191	208	188,3	3,1
	ER430Ti	Ar+2%O ₂	268	270	273	274	289	272,3	2,1
		Ar+8%CO ₂	262	278	281	285	285	281,3	3,5
		Ar+25%CO ₂	233	241	247	252	269	246,7	5,5
	ER430LNb	Ar+2%O ₂	249	249	265	268	272	260,7	10,2
		Ar+8%CO ₂	222	227	231	245	252	234,3	9,5
		Ar+25%CO ₂	223	226	232	244	256	234,0	9,2

Tabela C.30. Medidas de microdureza realizadas na matriz austenítica (para o metal de adição ER308LSi) e ferrítica (para os metais de adição ER430Ti e ER430LNb) da zona fundida para o metal de base AISI441 estampado

Metal de base	Metal de Adição	Gás de Proteção	Microdureza (HV)						
			1	2	3	4	5	Média	Desvio
AISI441	ER308LSi	Ar+2%O ₂	284	307	325	325	364	319,0	10,4
	ER430Ti	Ar+2%O ₂	217	221	226	227	251	224,7	3,2
		Ar+8%CO ₂	231	241	246	265	270	250,7	12,7
		Ar+25%CO ₂	231	232	233	246	247	237,0	7,8
	ER430LNb	Ar+2%O ₂	249	276	297	298	385	290,3	12,4
		Ar+8%CO ₂	262	282	287	298	397	289,0	8,2
		Ar+25%CO ₂	227	251	255	257	330	254,3	3,1

Tabela C.31. Medidas de Microdureza realizadas na matriz ferrítica da zona termicamente afetada para o metal de base UNS43932 estampado

Metal de base	Metal de Adição	Gás de Proteção	Microdureza (HV)						
			1	2	3	4	5	Média	Desvio
UNS43932	ER308LSi	Ar+2%O ₂	203	285	334	356	436	325,0	36,3
	ER430Ti	Ar+2%O ₂	252	258	267	270	277	265,0	6,2
		Ar+8%CO ₂	222	244	244	254	256	247,3	5,8
		Ar+25%CO ₂	192	205	208	217	227	210,0	6,2
	ER430LNb	Ar+2%O ₂	245	239	268	281	288	262,7	21,5
		Ar+8%CO ₂	224	234	239	247	250	240,0	6,6
		Ar+25%CO ₂	201	226	232	237	238	231,7	5,5

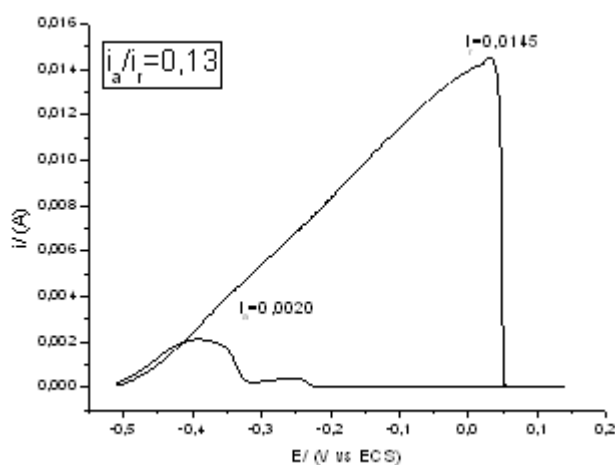
Tabela C.32. Medidas de Microdureza realizadas na matriz ferrítica da zona termicamente afetada para o metal de base AISI441 estampado

Metal de base	Metal de Adição	Gás de Proteção	Microdureza (HV)						
			1	2	3	4	5	Média	Desvio
AISI441	ER308LSi	Ar+2%O ₂	237	239	273	282	281	264,7	22,7
	ER430Ti	Ar+2%O ₂	196	216	228	240	319	228,0	12,0
		Ar+8%CO ₂	224	233	234	237	245	234,7	2,1
		Ar+25%CO ₂	237	241	245	248	261	244,7	3,5
	ER430LNb	Ar+2%O ₂	245	255	258	260	292	257,7	2,5
		Ar+8%CO ₂	242	260	280	292	294	277,3	16,2
		Ar+25%CO ₂	304	327	330	347	358	334,7	10,8

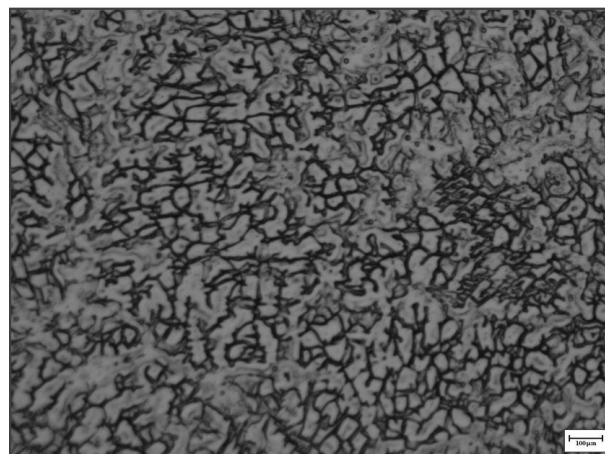
ANEXO D

RESULTADOS COMPLEMENTARES DO CAPÍTULO VII

Neste anexo encontram-se os gráfico da curva referente à polarização anódica e reversa, com a razão i_a/i_r e a microestrutura do corpo de prova atacado em uma solução de cristais de ácido oxálico a 10 % para as condições soldadas no metal de base AISI 441.

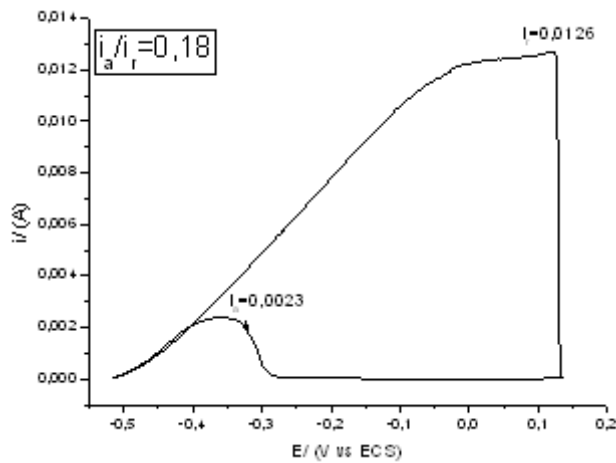


a

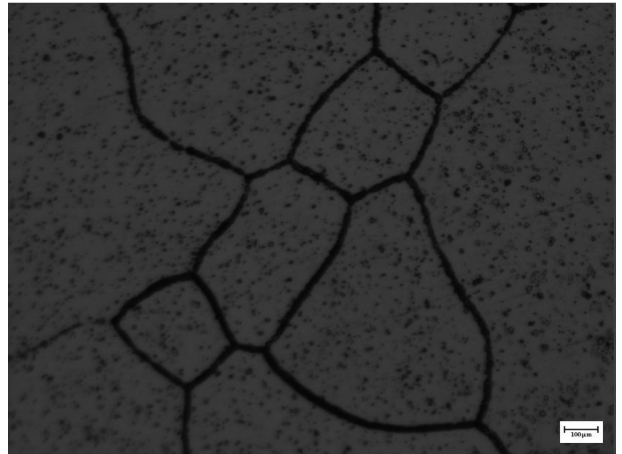


b

Figura D.1. Amostra da junta soldada com o metal de adição ER308LSi e o gás de proteção Ar+2%O₂ no metal de base AISI 441 (a) gráfico da curva referente à polarização anódica e reversa, com a razão i_a/i_r e (b) a microestrutura do corpo de prova atacado em uma solução de cristais de ácido oxálico a 10 %

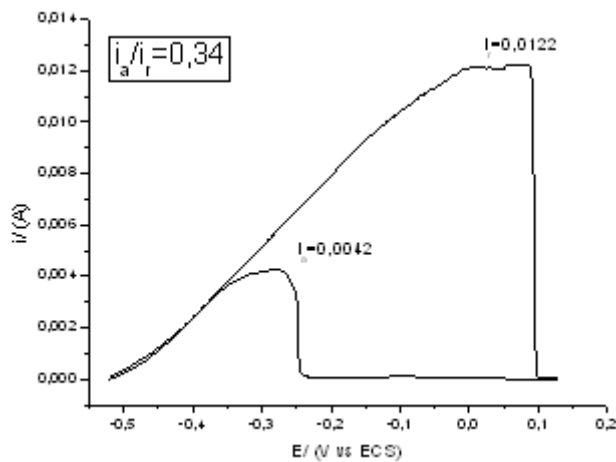


a

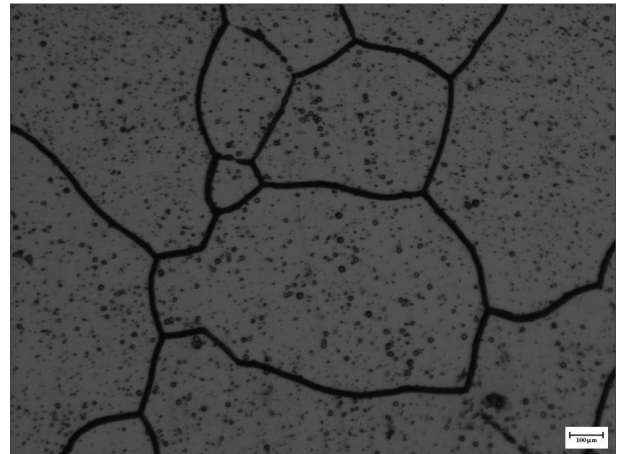


b

Figura D.2. Amostra da junta soldada com o metal de adição ER430Ti e o gás de proteção Ar+2%O₂ no metal de base AISI 441 (a) gráfico da curva referente à polarização anódica e reversa, com a razão i_a/i_r e (b) a microestrutura do corpo de prova atacado em uma solução de cristais de ácido oxálico a 10 %

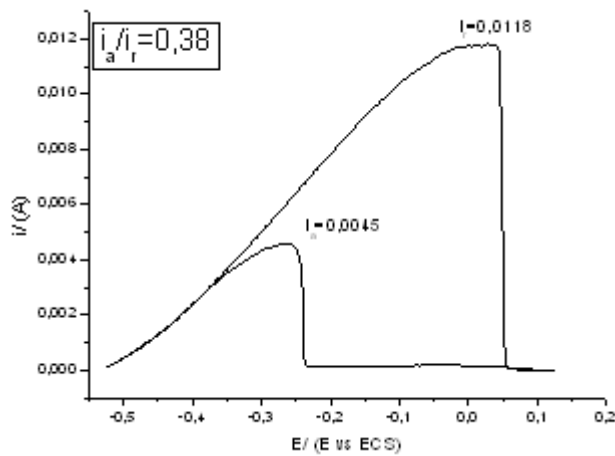


a

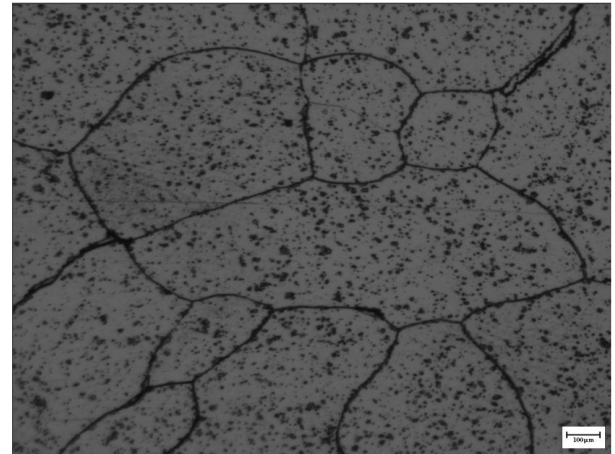


b

Figura D.3. Amostra da junta soldada com o metal de adição ER430Ti e o gás de proteção Ar+8%CO₂ no metal de base AISI 441 (a) gráfico da curva referente à polarização anódica e reversa, com a razão i_a/i_r e (b) a microestrutura do corpo de prova atacado em uma solução de cristais de ácido oxálico a 10 %

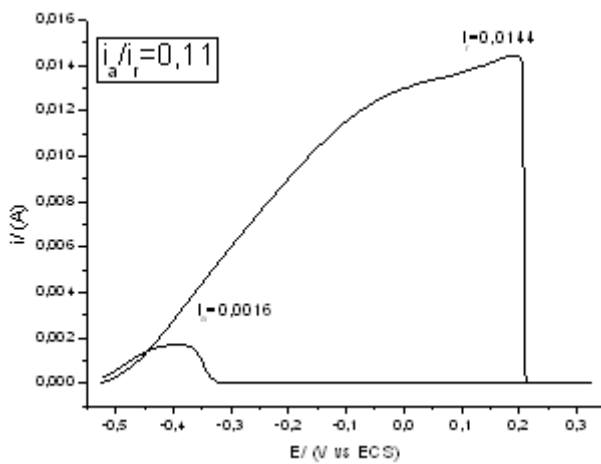


a

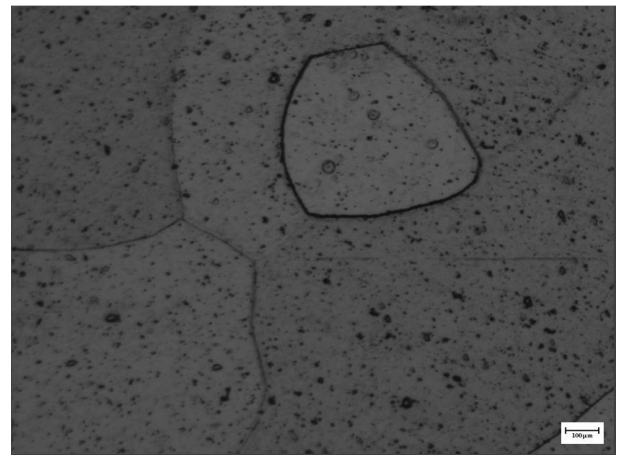


b

Figura D.4. Amostra da junta soldada com o metal de adição ER430Ti e o gás de proteção Ar+25%CO₂ no metal de base AISI 441 (a) gráfico da curva referente à polarização anódica e reversa, com a razão i_a/i_r e (b) a microestrutura do corpo de prova atacado em uma solução de cristais de ácido oxálico a 10 %

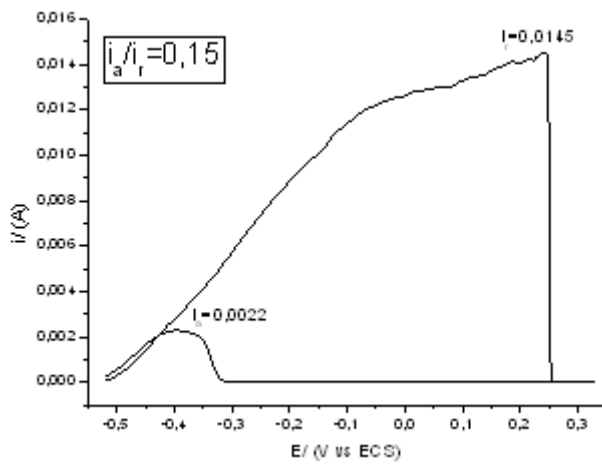


a

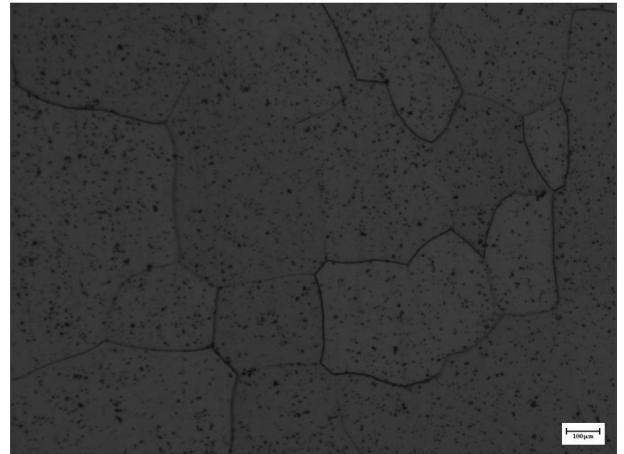


b

Figura D.5. Amostra da junta soldada com o metal de adição ER430LNb e o gás de proteção Ar+2%O₂ no metal de base AISI 441 (a) gráfico da curva referente à polarização anódica e reversa, com a razão i_a/i_r e (b) a microestrutura do corpo de prova atacado em uma solução de cristais de ácido oxálico a 10 %

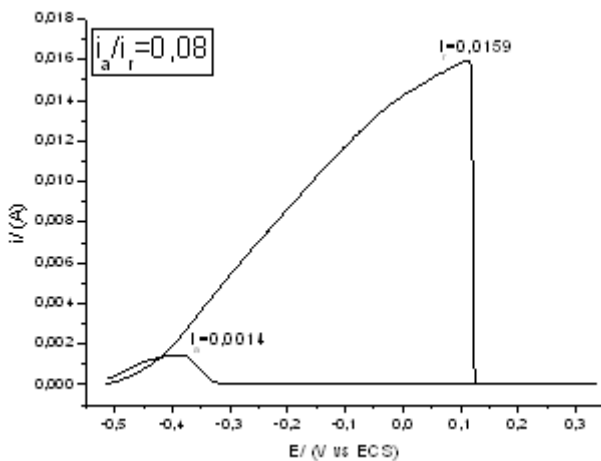


a

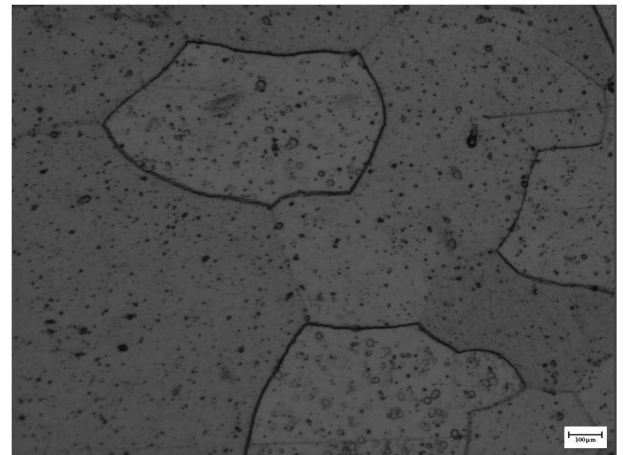


b

Figura D.6. Amostra da junta soldada com o metal de adição ER430LNb e o gás de proteção Ar+8%CO₂ no metal de base AISI 441 (a) gráfico da curva referente à polarização anódica e reversa, com a razão i_a/i_r e (b) a microestrutura do corpo de prova atacado em uma solução de cristais de ácido oxálico a 10 %



a



b

Figura D.7. Amostra da junta soldada com o metal de adição ER430LNb e o gás de proteção Ar+25%CO₂ no metal de base AISI 441 (a) gráfico da curva referente à polarização anódica e reversa, com a razão i_a/i_r e (b) a microestrutura do corpo de prova atacado em uma solução de cristais de ácido oxálico a 10 %