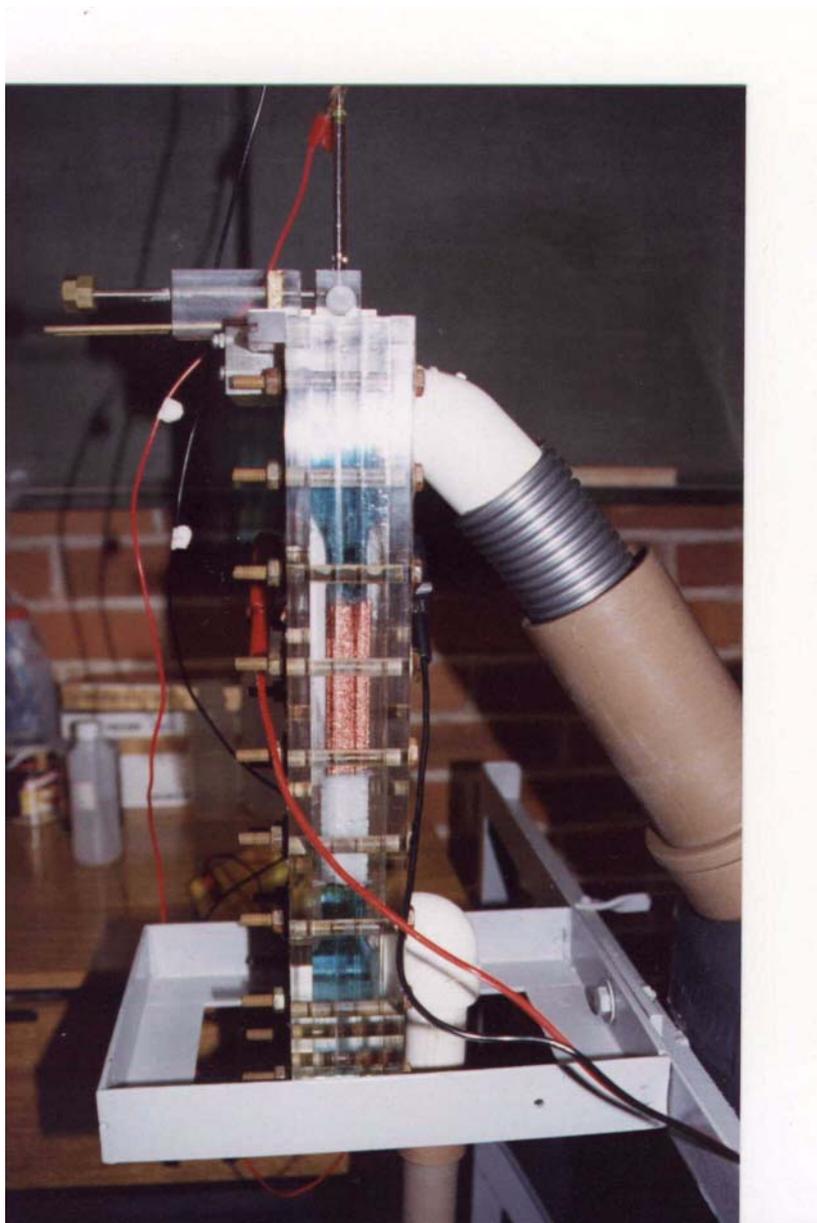


APÊNDICE A

FOTOGRAFIA DO REATOR UTILIZADO



APÊNDICE B

Confecção da sonda

A técnica desenvolvida a partir das nossas necessidades, porém inicialmente apoiada no trabalho de COEURET ET ALII (1982), PONTE et alii (1993, 1994) e RODRIGUES et alii (1997,1998) é composta por uma série de procedimentos descritas a seguir, através de algumas das etapas que julgamos de maior importância.

Partindo-se de uma haste metálica de aço- inoxidável de 0,287m de comprimento, faz-se primeiro o revestimento interno. Corta-se o material termoretrático de menor diâmetro, no mesmo comprimento da haste da sonda e deixa-o numa estufa a 100⁰C durante aproximadamente cinco minutos, onde este material adquire uma certa flacidez., removendo e esticando pelas extremidades até atingir um diâmetro pequeno, o suficiente para penetrar no tubo de aço, passando araldite cura lenta em toda sua superfície externa, visando uma boa aderência às paredes internas do tubo inserindo neste rapidamente. Feito isto, coloca o tubo de aço revestido na estufa por aproximadamente três minutos, para que o revestimento interno se contraia e volte ao seu estado anterior, deixando nas extremidades da haste um pouco do material usado para o revestimento, cerca de 0,01m.

Concluído o isolamento interno, inicia-se o revestimento externo. Do mesmo modo que o interno, só que com o diâmetro maior, porque a sua inserção se dá sob pressão. Na parte externa o isolamento não se dá em toda a haste porque é necessário que cerca de 2,5cm fique exposto para permitir o contato elétrico, em uma das extremidades.

A fixação do suporte para a colocação do eletrodo de referência se dá após um intervalo de dez horas. Na extremidade próxima à região de contato elétrico, passa-se araldite cura rápida e insere-se o suporte para a colocação do eletrodo de referência.

Deixa-se secar até a sua perfeita fixação e em seguida, com a ajuda de uma seringa, injeta-se araldite no seu interior até cobrir todo e qualquer possível contato com a parte interna da haste metálica, deve-se evitar para não colocar o araldite dentro do revestimento interno . Deixa o conjunto imóvel por aproximadamente vinte e quatro horas para uma perfeita secagem garantindo assim uma ótima vedação.

A penúltima etapa será o encaixe da ponteira, que é colocada na parte inferior da haste, ficando em contato com a haste de aço limpa de qualquer impureza, colocada em contato sob pressão. A seguir, passa-se araldite para evitar áreas expostas quando da sua fixação.

A ultima etapa e a colocação de um tubo de vidro, para dar uma maior sustentação, com 0,14m de comprimento e 0,006m de diâmetro externo, ficando 0,10m da haste metálica revestida sem a colocação do vidro. A parte que entrara no leito de partículas.

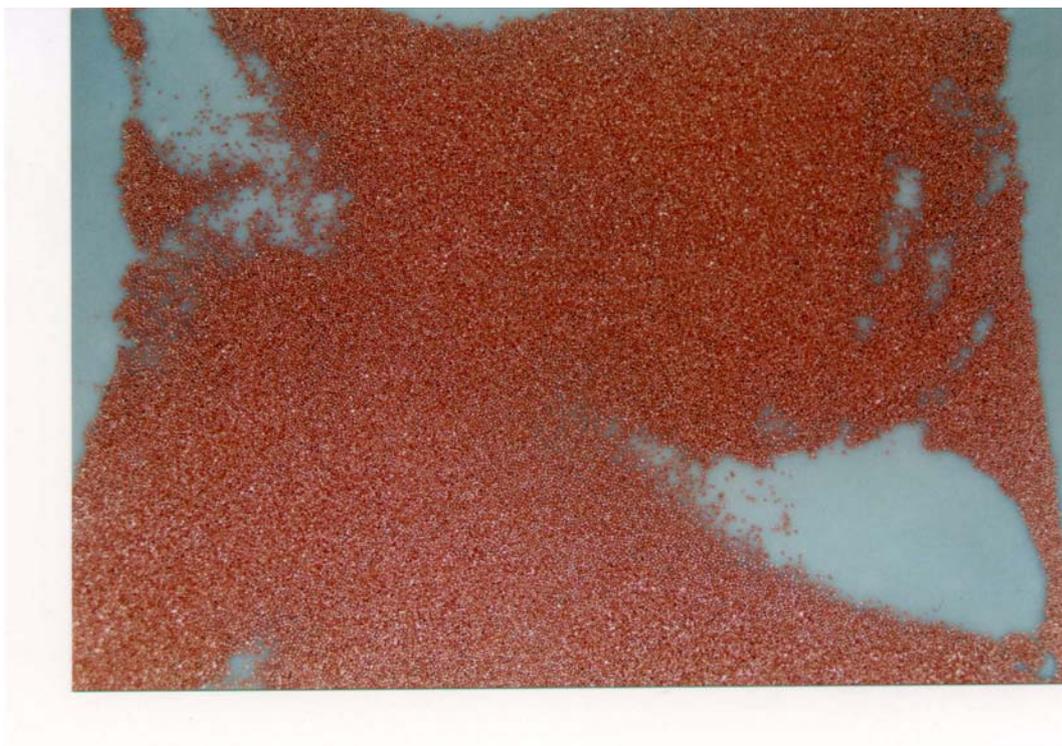
Eletrodo de referência

A metodologia para a confecção do eletrodo de referência é a seguinte: toma-se um fio de cobre (Cu) descascado de aproximadamente 0,080mm e solda em um fio de platina (Pt) de 0,015m por meio de solda ponto. É importante salientar que é necessário que 0,010m do fio de platina (Pt) fique livre depois da solda. A extremidade do fio de cobre é introduzido numa junta esmerilhada tamanho 14/20 e soldado num pino banana. A outra extremidade do fio, constituído pelo fio de platina (Pt), é soldada em vidro de chumbo (Pb), por ter melhor aderência a platina (Pt) e evitará futuros vazamentos, ficando um terminal de aproximadamente 0,005m de

comprimento. Após a citada operação colocar mercúrio (Hg) até cobrir o fio de platina exposto e, em seguida, adicionar o Hg_2SO_4 com algumas gotas de mercúrio (Hg), realizando uma maceração num almofariz. Para finalizar a montagem do eletrodo de referência, coloca-se uma bucha de papel de filtro embebido em uma solução de K_2SO_4 sat. Nesta etapa, toma-se os devidos cuidados para não ficar bolhas entre a bucha e o Hg_2SO_4 . O eletrodo confeccionado foi aferido com relação a um eletrodo de calomelano (240mV vs. ENH) nos fornecendo um valor de potencial (E) em torno de 402mV muito próximo ao valor padrão esperado de 400mV e ao eletrodo de hidrogênio

APÊNDICE C

FOTOGRAFIA DAS PARTÍCULAS UTILIZADAS



APÊNDICE D

As tabelas D.1 a D.4, correspondem respectivamente as Tabelas 3.2.5 a 3.2.8 apresentando as vazões e velocidades do eletrólito para o leito com 10%, 20%, 30% e 40% de expansão.

Tabela 3.2.4 Apresentação dos resultados das vazões (Q) e velocidades (v) do eletrólito para o leito com 0% de expansão($\epsilon=0,36$).

X(m)	0,019	0,024	0,029
Q(m³s⁻¹)	35,41.10 ⁻⁶	44,92.10 ⁻⁶	54,52.10 ⁻⁶
v(ms⁻¹)	2,33.10 ⁻²	2,33.10 ⁻²	2,35.10 ⁻²

Tabela 3.2.5 Apresentação dos resultados das vazões (Q) e velocidades (v) do eletrólito para o leito com 10% de expansão($\epsilon=0,40$).

X(m)	0,019	0,024	0,029
Q(m³s⁻¹)	65,36.10 ⁻⁶	82,94.10 ⁻⁶	100,22.10 ⁻⁶
v(ms⁻¹)	4,30.10 ⁻²	4,32.10 ⁻²	4,34.10 ⁻²

Tabela 3.2.6 Apresentação dos resultados das vazões (Q) e velocidades (v) do eletrólito para o leito com 20% de expansão ($\epsilon=0,43$).

X(m)	0,020	0,025	0,030
Q(m³s⁻¹)	104,88.10 ⁻⁶	134,97.10 ⁻⁶	163,79.10 ⁻⁶
v(ms⁻¹)	6,90.10 ⁻²	7,03.10 ⁻²	7,06.10 ⁻²

Tabela 3.2.7 Apresentação dos resultados das vazões (Q) e velocidades (v) do eletrólito para o leito com 30% de expansão ($\varepsilon=0,47$).

X(m)	0,019	0,024	0,029
Q(m³s⁻¹)	127,68.10 ⁻⁶	160,5.10 ⁻⁶	195,34.10 ⁻⁶
v(ms⁻¹)	8,40.10 ⁻²	8,36.10 ⁻²	8,42.10 ⁻²

Tabela 3.2.8 Apresentação dos resultados das vazões (Q) e velocidades (v) do eletrólito para o leito com 40% de expansão ($\varepsilon=0,50$).

X(m)	0,019	0,024	0,029
Q(m³s⁻¹)	149,56.10 ⁻⁶	188,92.10 ⁻⁶	229,68.10 ⁻⁶
v(ms⁻¹)	9,86.10 ⁻²	9,84.10 ⁻²	9,90.10 ⁻²

APÊNDICE E

As Tabelas E.1 a E.4 correspondem as 4.3.2 a 4.3.5, apresentam as taxas de cobre eletroprocessado em função dos parâmetros; espessura, porosidade, densidade de corrente para as soluções I, III, V, VII e IX.

Tabela 4.3.1 Taxa de cobre eletroprocessado ($\Delta m/\Delta t$) em função dos parâmetros espessura X (m), porosidade (ϵ), e densidade de corrente i (Am^{-2}) para a sol.I.

	$\Delta m/\Delta t \cdot 10^3 \text{ (g.s}^{-1}\text{)}$								
	X=0,019m			X=0,024m			X=0,029m		
$i(\text{Am}^{-2})/\epsilon$	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50
694,4	0,71	0,83	0,858	0,76	0,861	0,9	0,59	0,625	0,645
892,8	0,994	1,08	1,24	1,05	1,16	1,27	0,82	0,855	0,868
1091,2	1,11	1,26	1,26	1,18	1,34	1,43	0,89	0,913	0,887
1289,7	1,27	1,29	1,33	1,34	1,497	1,57	1,0	0,981	0,889

Tabela 4.3.2 Taxa de cobre eletroprocessado ($\Delta m/\Delta t$) em função dos parâmetros espessura X (m), porosidade (ϵ), e densidade de corrente i (Am^{-2}) para a sol.III.

	$\Delta m/\Delta t \cdot 10^3 \text{ (g.s}^{-1}\text{)}$								
	X=0,019m			X=0,024m			X=0,029m		
$i(\text{Am}^{-2})/\epsilon$	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50
694,4	0,81	0,97	1,113	0,84	1,01	1,15	0,66	0,82	0,85
892,8	1,14	1,30	1,46	1,16	1,32	1,48	0,93	1,07	1,22
1091,2	1,32	1,57	1,75	1,34	1,582	1,76	1,08	1,23	1,394
1289,7	1,50	1,78	1,86	1,56	1,812	1,89	1,16	1,36	1,422

Tabela 4.3.3 Taxa de cobre eletroprocessado ($\Delta m/\Delta t$) em função dos parâmetros espessura X (m), porosidade (ϵ), e densidade de corrente i (Am^{-2}) para a sol.V.

	$\Delta m/\Delta t \ 10^3 \ (\text{g.s}^{-1})$								
	X=0,019m			X=0,024m			X=0,029m		
i(Am^{-2})/ ϵ	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50
694,4	0,828	0,973	1,124	0,83	0,986	1,134	0,691	0,87	1,01
892,8	1,15	1,31	1,489	1,17	1,32	1,50	0,997	1,12	1,34
1091,2	1,30	1,54	1,681	1,277	1,55	1,71	1,12	1,30	1,39
1289,7	1,47	1,75	1,858	1,483	1,79	1,946	1,28	1,36	1,49

Tabela 4.3.4 Taxa de cobre eletroprocessado ($\Delta m/\Delta t$) em função dos parâmetros espessura X (m), porosidade (ϵ), e densidade de corrente i (Am^{-2}) para a Sol.VII.

	$\Delta m/\Delta t \ 10^3 \ (\text{g.s}^{-1})$								
	X=0,019m			X=0,024m			X=0,029m		
i(Am^{-2})/ ϵ	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50
694,4	0,76	0,93	1,06	0,75	0,90	0,876	0,691	0,79	0,84
892,8	1,046	1,23	1,29	1,03	1,17	1,178	1,952	1,10	1,10
1091,2	1,159	1,41	1,51	1,16	1,318	1,337	1,105	1,19	1,29
1289,7	1,327	1,55	1,63	1,17	1,40	1,423	1,177	1,25	1,33

Tabela 4.3.5 Taxa de cobre eletroprocessado ($\Delta m/\Delta t$) em função dos parâmetros espessura X (m), porosidade (ϵ), e densidade de corrente i (Am^{-2}) para a sol.IX.

	$\Delta m/\Delta t \ 10^3 \ (\text{g.s}^{-1})$								
	X=0,019m			X=0,024m			X=0,029m		
i(Am^{-2})/ ϵ	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50
694,4	0,867	1,03	1,19	0,862	1,017	1,17	0,79	0,97	1,08
892,8	1,196	1,37	1,569	1,163	1,353	1,57	1,09	1,27	1,40
1091,2	1,35	1,60	1,865	1,340	1,587	1,83	1,256	1,43	1,61
1289,7	1,52	1,82	1,98	1,455	1,73	1,945	1,455	1,66	1,75

APÊNDICE F

As Tabelas F1 a F4 correspondem as 4.3.7 a 4.3.10, apresentam as eficiências de corrente relativas as taxas eletroprocessadas cobre eletroprocessado em função dos parâmetros; espessura, porosidade, densidade de corrente para as soluções I, III, V, VII e IX.

Tabela 4.3.6 Eficiências de corrente em função dos parâmetros espessura X (m), porosidade (ϵ), e densidade de corrente i (Am^{-2}) para a sol.I.

	EC(%)								
	X=0,019m			X=0,024m			X=0,029m		
i(Am ⁻²)/ ϵ	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50
694,4	61,6	59,7	53,2	66,0	61,9	55,7	51,2	44,9	40,0
892,8	64,1	60,5	60,0	68,3	65,1	61,5	52,88	47,9	42,0
1091,2	61,3	57,9	49,7	65,6	61,6	56,4	49,1	42,0	35,0
1289,7	59,3	50,0	44,8	62,7	58,0	52,9	46,7	38,0	30,0

Tabela 4.3.7 Eficiências de corrente em função dos parâmetros espessura X (m), porosidade (ϵ), e densidade de corrente i (Am^{-2}) para a sol.III.

	EC(%)								
	X=0,019m			X=0,024m			X=0,029m		
i(Am ⁻²)/ ϵ	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50
694,4	70,3	69,8	69,0	72,9	72,7	71,2	57,3	59,0	52,7
892,8	73,5	72,9	70,6	74,8	73,9	71,6	60,0	60,0	59,0
1091,2	72,9	72,2	69,0	74,0	72,8	69,5	59,6	56,6	55,0
1289,7	70,0	69,1	62,8	72,8	70,2	63,8	54,5	52,7	47,9

Tabela 4.3.8 Eficiências de corrente em função dos parâmetros espessura X (m), porosidade (ϵ), e densidade de corrente i (Am^{-2}) para a sol.V.

	EC(%)								
	X=0,019m			X=0,024m			X=0,029m		
$i(\text{Am}^{-2})/\epsilon$	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50
694,4	71,8	70,0	69,7	72,0	70,9	70,3	60,0	63,5	61,8
892,8	74,2	73,4	72,0	75,4	74,2	72,9	64,3	64,7	62,9
1091,2	71,8	70,9	66,3	72,6	71,3	67,4	62,1	59,8	55,2
1289,7	68,7	67,8	62,7	69,2	69,5	65,7	59,8	53,1	50,3

Tabela 4.3.9 Eficiências de corrente em função dos parâmetros espessura X (m), porosidade (ϵ), e densidade de corrente i (Am^{-2}) para a sol.VII.

	EC(%)								
	X=0,019m			X=0,024m			X=0,029m		
$i(\text{Am}^{-2})/\epsilon$	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50
694,4	65,9	67,0	61,3	65,0	64,7	54,3	60,0	57,4	52,3
892,8	67,4	69,26	62,8	66,4	65,5	57,0	61,4	61,6	53,3
1091,2	64,0	64,8	51,9	64,0	60,65	52,7	61,0	54,9	51,0
1289,7	62,0	60,0.	45,0	54,6	54,2	48,0	55,0	48,4	44,9

Tabela 4.3.10 Eficiências de corrente em função dos parâmetros espessura X (m), porosidade (ϵ), e densidade de corrente i (Am^{-2}) para a sol.IX.

	EC(%)								
	X=0,019m			X=0,024m			X=0,029m		
$i(\text{Am}^{-2})/\epsilon$	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50	0,36	0,43	0,50
694,4	75,3	74,1	74,0	74,8	73,2	73,0	69,0	69,9	66,94
892,8	77,13	76,8	75,88	75,0	75,8	76,0	70,9	71,1	67,7
1091,2	74,54	73,9	73,6	73,99	73,0	72,4	69,5	68,7	63,8
1289,7	71,0	70,5	66,9	68,0	67,1	66,3	67,9	64,3	58,9

APÊNDICE G

Tabela G.1 Valores médios com relação à corrente aplicada, das Eficiências de Corrente (%), foram calculadas pelo modelo a partir do valor médio $K_M = 3,02 \cdot 10^{-6}$ ($m \cdot s^{-1}$), para as configurações estudadas.

	EC(%)mod		EC(%)mod
SIε1X1	57.6	SVε5X2	74.3
SIε3X1	51.36	SVε1X3	115
SIε5X1	45	SVε3X3	102.45
SIε1X2	47.7	SVε5X3	89.84
SIε3X2	85.02	SVIIε1X1	57.6
SIε5X2	37.28	SVIIε3X1	51.36
SIε1X3	57.6	SVIIε5X1	45
SIε3X3	51.36	SVIIε1X2	47.7
SIε5X3	45	SVIIε3X2	85.02
SIIIε1X1	113	SVIIε5X2	37.28
SIIIε3X1	108	SVIIε1X3	57.6
SIIIε5X1	88.4	SVIIε3X3	51.36
SIIIε1X2	142.85	SVIIε5X3	45
SIIIε3X2	127.26	SXIε1X1	113
SIIIε5X2	111.61	SXIε3X1	100.8
SIIIε1X3	172	SXIε5X1	88.4
SIIIε3X3	153.77	SXIε1X2	142.85
SIIIε5X3	134.83	SXIε3X2	127.26
SVε1X1	75.36	SXIε5X2	111.61
SVε3X1	67.17	SXIε1X3	172
SVε5X1	58.92	SXIε3X3	153.77
SVε1X2	95.1	SXIε5X3	134.83
SVε3X2	84.8		