

3.8) Avaliação do Assoreamento do Reservatório

A análise da suscetibilidade à erosão das áreas de influência do empreendimento e, mais especificamente da ADA, tem importância, sobretudo, quanto à caracterização da produção de sedimentos que, ao serem transportados para o reservatório podem provocar seu assoreamento com os impactos ambientais decorrentes e, eventualmente, prejudicar a operação da usina.

3.8.1) Metodologia

A avaliação do assoreamento do reservatório do AHE Couto Magalhães foi efetuada utilizando-se as equações apresentadas em Carvalho (2000), a saber:

$$(1) \quad S = D_{st} \times E_r \times \gamma_{ap}^{-1} = 365 \times Q_{st} \times E_r \times \gamma_{ap}^{-1}$$

$$(2) \quad T = V_{res} \times S^{-1}$$

Onde:

- S = Volume de sedimento retido no reservatório (m³/ano);
- D_{st} = Deflúvio sólido total médio anual afluente ao reservatório (t.ano⁻¹);
- E_r = Eficiência de retenção do sedimento afluente ao reservatório (%)
- γ_{ap} = Peso específico aparente médio dos depósitos (t/m³);
- Q_{st} = Descarga sólida total média afluente ao reservatório (t/dia);
- T = Tempo de assoreamento de um determinado volume (anos);
- V_{res} = volume do reservatório (m³).

Os cálculos destes índices estão apresentados nos itens a seguir.

3.8.1.1) Descarga Sólida Total Afluente ao Reservatório (Q_{st})

A descarga sólida total afluente ao futuro reservatório do AHE Couto Magalhães pode ser calculada por meio da soma da descarga sólida em suspensão (Q_{SS}) com a descarga sólida do leito (Q_{sl}).

A descarga sólida em suspensão foi calculada a partir dos dados disponíveis na ANA (2002) para o posto de Cachoeira Grande (código 24100000) e dos dados fornecidos pelo SIPOT/ELETOBRÁS (1992), relativos à série de vazões de Couto Magalhães.

O Posto Cachoeira Grande localiza-se a montante do local escolhido para a implantação da barragem do AHE Couto Magalhães, apresentando área de drenagem de 4.504 km² (ANA 2002). A série de vazões para esse empreendimento foi elaborada considerando-se uma área total de 4.617 km². A diferença entre estas áreas de drenagem (2,5%) é inferior ao erro esperado para medidas hidrossedimentométricas (10%). Desta forma, conclui-se que os dados

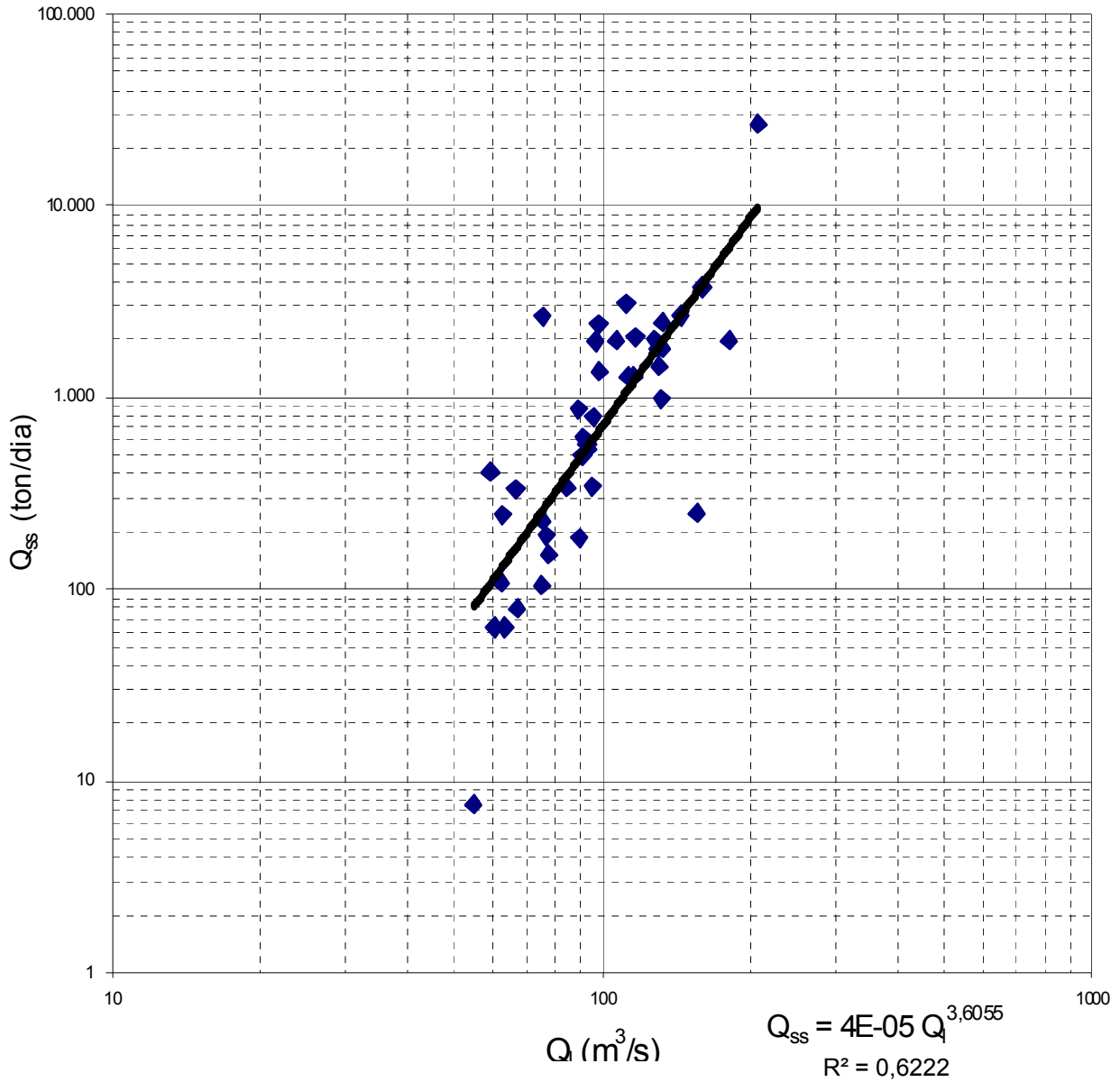
do Posto Cachoeira Grande podem ser aplicados, sem necessidade de ajustes relativos à diferença de área.

Os dados de sedimento em suspensão de Cachoeira Grande são os apresentados no **Quadro 3.8.1.1-1**. Com base neles, foi elaborada a Curva Chave ($Q_{ss} = f(Q)$) apresentada no **Gráfico 3.8.1.1-1**.

Quadro 3.8.1.1-1
Dados de Sedimento em Suspensão no Posto Cachoeira Grande

Data	Vazão (m ³ /s)	Concentração (mg/l)	Q _{ss} (t/dia)
15/04/77	107,0	214,10	1.979,31
27/05/77	75,5	408,82	2.666,81
15/06/77	91,5	78,35	619,40
22/07/77	67,3	13,60	79,08
17/09/77	60,2	12,20	63,46
17/11/77	113	131,15	1.280,44
16/12/77	97,1	233,91	1.962,37
17/02/78	95,7	41,93	346,70
19/04/78	89,6	113,26	876,80
15/06/78	77,7	22,71	152,46
17/08/78	63,2	11,62	63,45
17/10/78	75,5	34,76	226,75
12/12/78	145,0	213,60	2.675,98
15/03/79	182,0	125,56	1.974,41
17/03/81	98,3	284,15	2.413,32
11/09/81	59,2	79,91	408,73
11/12/81	133,0	212,71	2.444,29
24/01/82	160,0	272,08	3.761,23
26/04/82	131,0	128,50	1.454,41
23/07/82	75,3	16,12	104,88
22/10/82	98,9	159,13	1.359,76
22/01/83	156,0	18,44	248,54
25/04/83	208,0	1485,00	26.687,23
21/07/83	93,2	71,10	572,53
25/01/84	133,0	157,53	1.810,21
24/04/84	93,6	66,31	536,25
21/11/84	84,7	46,09	337,29
26/02/85	128,0	181,15	2.003,37
29/04/85	89,8	23,75	184,27
26/07/85	62,4	20,03	107,99
21/09/85	62,7	45,39	245,89
15/12/85	112,0	322,27	3.118,54
23/07/86	54,6	1,61	7,60
23/04/87	116,0	127,95	1.282,37
24/06/87	117,0	206,44	2.086,86
10/12/87	95,8	96,71	800,48
15/01/88	130,0	160,50	1.802,74
02/09/92	91,2	63,89	503,43
19/05/93	77,1	28,68	191,05
23/09/93	66,7	57,97	334,07
03/03/94	132,0	86,99	992,10

Gráfico 3.8.1.1-1
Curva Chave $Q_{ss} = f(Q)$, Elaborada a partir dos Dados de Cachoeira Grande



A equação apresentada no gráfico anterior foi aplicada às vazões médias mensais da série histórica de Couto Magalhães (**Quadro 3.8.1.1-2**), conforme apresentado no **Quadro 3.8.1.1-3**.

Quadro 3.8.1.1-2
Vazões Médias Mensais (m³/s) da Série Histórica de Couto Magalhães

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
1931	92	136	188	115	103	91	79	69	61	59	67	77	95
1932	156	104	96	88	80	71	62	54	47	56	76	97	82
1933	143	98	96	97	86	76	66	59	54	65	75	96	84
1934	86	86	88	83	75	66	57	50	50	48	97	129	76
1935	107	123	116	107	97	86	76	67	59	68	77	87	89
1936	89	108	97	88	80	70	61	53	48	45	53	95	74
1937	75	101	96	86	79	70	62	54	47	52	75	111	76
1938	90	122	97	88	79	69	60	52	48	46	50	167	81
1939	118	101	91	87	78	69	61	53	47	51	60	66	74
1940	117	197	149	108	97	85	74	65	58	60	87	101	100
1941	121	114	127	104	94	83	72	63	57	55	84	85	88
1942	114	153	126	112	101	89	78	67	65	64	100	130	100
1943	186	125	125	110	99	87	76	66	59	65	140	147	107
1944	98	142	111	100	89	78	68	59	52	59	75	110	87
1945	188	125	150	171	123	109	96	83	73	81	172	224	133
1946	130	123	124	109	98	87	76	66	58	54	61	78	89
1947	121	95	176	103	92	81	71	62	57	59	73	143	94
1948	106	107	116	97	87	76	66	57	51	56	128	328	106
1949	131	132	112	101	90	80	69	60	53	56	63	69	85
1950	74	87	125	87	79	69	60	53	47	51	74	92	75
1951	130	101	99	88	80	71	62	54	47	49	53	72	76
1952	83	93	100	85	77	68	59	51	45	44	59	67	69
1953	68	86	97	84	76	67	59	52	52	54	69	105	72
1954	84	95	85	77	69	61	53	46	41	41	44	66	64
1955	111	84	79	80	72	64	55	48	42	57	59	98	71



CONSÓRCIO ENER-REDE COUTO MAGALHÃES
 REDE COUTO MAGALHÃES ENERGIA S.A.
 ENERCOUTO S.A.

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
1956	86	95	90	87	83	76	68	59	53	54	81	129	80
1957	113	147	109	100	91	82	71	62	58	55	62	106	88
1958	123	101	94	104	89	81	72	63	58	57	63	110	85
1959	221	107	120	99	89	78	69	60	53	56	65	76	91
1960	182	129	113	101	91	81	71	61	54	78	119	128	101
1961	150	128	116	104	93	81	71	62	55	54	63	100	90
1962	127	97	100	88	79	70	61	53	48	52	67	95	78
1963	95	103	88	81	73	64	56	48	42	38	42	57	66
1964	98	113	88	73	53	46	46	41	43	55	61	75	66
1965	84	123	131	92	67	56	53	49	50	72	73	79	77
1966	99	126	93	71	80	57	51	47	47	72	76	79	75
1967	92	99	100	78	60	57	49	45	46	52	76	70	69
1968	93	118	79	60	54	50	47	46	53	53	59	92	67
1969	76	101	89	68	56	47	44	42	40	53	65	64	62
1970	69	88	70	53	49	41	39	36	43	49	54	64	55
1971	60	65	81	55	53	43	40	37	36	53	57	75	55
1972	71	97	86	66	49	42	43	41	37	63	128	101	69
1973	101	101	88	82	76	56	50	46	46	87	120	112	80
1974	132	103	196	129	94	75	64	60	56	78	70	109	97
1975	129	100	120	125	101	72	66	58	56	66	121	113	94
1976	88	153	133	101	91	73	63	61	70	98	108	146	99
1977	140	151	129	124	98	88	70	64	74	72	101	112	102
1978	207	115	111	99	86	81	71	61	74	70	92	155	102
1979	212	160	156	107	90	76	71	67	92	76	86	107	108
1980	138	183	134	120	84	76	68	61	66	60	75	122	99
1981	127	105	123	85	70	69	60	57	54	68	129	131	90
1982	167	146	189	135	99	86	75	71	78	77	92	104	110



CONSÓRCIO ENER-REDE COUTO MAGALHÃES
 REDE COUTO MAGALHÃES ENERGIA S.A.
 ENERCOUTO S.A.

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
1983	176	129	124	108	82	75	69	61	64	74	110	158	103
1984	119	117	138	113	93	73	66	73	60	70	94	138	96
1985	158	126	132	106	83	72	69	62	62	65	70	81	91
1986	103	117	108	79	72	61	57	62	58	59	63	138	81
1987	142	136	129	106	84	91	65	60	61	65	95	138	98
1988	133	170	178	138	100	84	74	68	64	67	84	113	106
1989	145	195	163	122	99	87	80	77	73	79	97	156	114
1990	144	127	120	104	103	78	73	71	78	85	81	91	96
1991	138	158	190	127	94	82	75	69	74	80	101	125	109
1992	137	142	144	133	107	86	79	74	116	108	127	132	115
1993	109	164	132	114	87	102	73	70	80	89	85	113	102
1994	140	131	144	115	125	104	88	83	72	75	90	103	106
1995	147	237	129	143	127	111	83	77	76	105	86	127	121
1996	126	125	178	103	92	84	77	71	88	88	184	161	115
1997	148	125	112	97	105	138	86	86	84	100	83	120	107
1998	140	156	144	125	113	101	92	86	86	95	99	120	113
1999	137	107	163	95	90	85	85	74	81	83	86	122	101
2000	119	173	170	102	87	85	79	81	102	90	116	145	112
2001	109	110	120	101	95	83	74	70	76	85	104	174	100
2002	139	129	128	95	88	79	82	78	76	82	103	98	98
2003	130	137	136	125	91	83	81	76	76	88	80	90	99
2004	112	126	99	96	85	77	74	70	67	81	80	105	89
2005	162	111	120	89	80	76	70	67	71	76	89	118	94
2006	101	111	156	124	89	82	78	61	61	67	85	112	94
Mínima	60	65	70	53	49	41	39	36	36	38	42	57	55
Média	123	123	122	100	86	76	67	61	61	67	85	112	90
Máxima	221	237	196	171	127	138	96	86	116	108	184	328	133

Fonte: SIPOT / ELETROBRÁS (2007)



ARCADIS TETRAPLAN



Quadro 3.8.1.1-3

Descargas Sólidas em Suspensão (t/dia) na Série Histórica de Couto Magalhães Obtidas pela Equação $Q_{ss} = f(Q_i)$ Adquirida de Dados do Posto Cachoeira Grande

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1931	472,0	1970,3	6331,9	1076,2	723,3	457,3	279,2	168,8	107,5	99,4	153,5	258,2	1008,1
1932	3231,3	749,0	563,3	415,2	284,3	184,4	112,7	68,2	44,1	79,4	241,7	582,6	546,3
1933	2361,2	600,1	569,7	576,1	379,1	240,6	146,1	94,7	71,4	136,0	234,9	550,8	496,7
1934	375,9	371,2	415,2	325,0	228,3	143,8	87,3	54,2	52,7	45,1	586,9	1628,5	359,5
1935	829,9	1371,6	1110,4	829,9	574,0	383,8	236,0	155,1	97,6	157,6	255,8	391,9	532,8
1936	422,0	858,2	574,0	406,8	285,6	180,6	109,4	67,7	46,5	37,1	65,0	548,7	300,1
1937	232,7	674,0	567,6	380,7	271,7	179,7	113,3	68,6	42,1	62,0	230,5	947,3	314,2
1938	437,6	1331,8	578,3	405,1	277,9	172,4	105,0	63,3	45,8	38,3	53,4	4131,1	636,7
1939	1180,9	674,0	453,7	387,1	263,0	172,4	109,4	66,8	43,1	56,6	105,6	142,2	304,6
1940	1145,3	7494,8	2738,3	858,2	574,0	368,1	223,9	136,0	92,9	101,8	390,3	674,0	1233,1
1941	1292,8	1042,9	1539,3	749,0	524,2	330,7	200,9	122,2	85,1	72,9	339,4	366,5	555,5
1942	1042,9	3012,8	1496,0	978,4	674,0	427,2	259,4	156,8	136,8	127,9	645,5	1674,5	886,0
1943	6092,4	1453,7	1453,7	916,9	634,0	393,5	239,4	144,6	98,2	134,5	2187,4	2608,1	1363,0
1944	604,5	2302,2	947,3	638,6	430,6	269,2	163,6	98,8	59,8	98,2	229,4	916,9	563,3
1945	6331,9	1453,7	2805,2	4499,1	1371,6	887,2	554,9	336,5	203,9	301,5	4594,7	11909,1	2937,4
1946	1674,5	1371,6	1412,2	887,2	611,2	396,8	242,9	147,7	93,5	69,6	111,4	261,8	606,7
1947	1292,8	534,3	4991,8	723,3	481,4	298,8	184,4	117,4	84,6	97,0	207,0	2361,2	947,8
1948	802,2	829,9	1110,4	582,6	385,5	238,3	144,6	87,9	59,0	81,9	1583,5	47102,4	4417,3
1949	1721,4	1769,3	978,4	674,0	450,1	285,6	174,2	105,6	66,8	77,8	122,2	170,6	549,7
1950	222,8	385,5	1453,7	396,8	277,9	172,4	105,0	64,1	42,7	58,2	214,3	472,0	322,1
1951	1674,5	674,0	629,4	416,9	290,8	191,1	116,7	71,0	43,7	49,7	66,4	196,9	368,4
1952	329,2	494,7	643,2	355,8	254,6	159,3	96,4	58,6	37,4	34,8	99,4	153,5	226,4
1953	157,6	379,1	576,1	342,3	245,2	155,9	95,3	59,8	61,5	72,4	167,1	775,3	257,3
1954	339,4	546,6	357,3	255,8	170,6	109,4	66,8	40,5	25,0	25,0	32,9	146,9	176,4
1955	947,3	348,3	279,2	292,2	199,9	127,2	77,3	46,8	29,5	87,9	95,8	593,5	260,4
1956	383,8	534,3	450,1	396,8	336,5	237,2	159,3	99,4	64,1	70,5	309,6	1628,5	389,2
1957	1010,3	2608,1	887,2	640,9	468,3	311,0	191,1	118,1	89,5	73,9	112,7	802,2	609,4
1958	1371,6	674,0	524,2	749,0	432,4	297,4	200,9	125,7	89,5	85,7	120,1	916,9	465,6
1959	11344,0	829,9	1254,7	636,3	423,7	269,2	166,2	101,2	66,8	80,9	137,6	242,9	1296,1



CONSÓRCIO ENER-REDE COUTO MAGALHÃES
 REDE COUTO MAGALHÃES ENERGIA S.A.
 ENERCOUTO S.A.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1960	5633,1	1628,5	1010,3	674,0	457,3	301,5	184,4	112,0	70,5	269,2	1217,4	1583,5	1095,1
1961	2805,2	1583,5	1110,4	749,0	492,8	309,6	188,2	114,0	73,4	69,6	122,9	650,2	689,1
1962	1539,3	586,9	650,2	411,8	279,2	177,9	109,4	66,4	44,4	62,0	151,0	532,3	384,2
1963	534,3	723,3	411,8	297,4	205,0	129,4	78,8	47,5	29,2	20,6	29,2	60,7	213,9
1964	674,0	1110,4	441,2	231,6	71,4	45,1	42,4	29,0	32,6	80,4	116,7	257,0	261,0
1965	382,2	1496,0	1867,8	528,2	170,6	86,2	72,9	53,8	57,0	222,8	231,6	309,6	456,6
1966	674,0	1628,5	544,5	205,0	323,5	95,8	63,3	45,8	48,2	215,3	264,2	297,4	367,1
1967	518,2	674,0	698,3	290,8	112,7	93,5	53,4	39,5	42,1	65,9	259,4	193,0	253,4
1968	536,3	1292,8	297,4	112,7	74,8	59,0	47,2	45,1	70,0	72,9	106,8	520,2	269,6
1969	260,6	749,0	462,8	175,1	90,1	45,8	36,5	31,0	26,6	71,0	148,6	144,6	186,8
1970	190,1	441,2	195,0	73,4	53,8	28,5	23,7	17,0	34,8	55,0	79,4	139,1	110,9
1971	112,0	147,7	339,4	84,1	71,9	32,9	26,6	19,1	18,6	73,4	94,7	249,9	105,8
1972	210,1	624,8	415,2	158,5	52,3	31,0	34,5	29,2	20,4	130,8	1721,4	749,0	348,1
1973	749,0	749,0	453,7	339,4	259,4	88,4	57,4	43,7	42,4	430,6	1371,6	1076,2	471,7
1974	1918,6	802,2	8058,1	1769,3	559,1	248,7	143,0	110,1	90,1	290,8	198,9	978,4	1263,9
1975	1769,3	723,3	1371,6	1583,5	749,0	215,3	161,9	101,8	85,7	157,6	1412,2	1110,4	786,8
1976	442,9	3306,6	1970,3	723,3	496,7	225,0	132,3	117,4	195,0	674,0	947,3	2805,2	1003,0
1977	2421,2	3157,2	1769,3	1539,3	650,2	450,1	197,9	140,6	240,6	216,4	749,0	1076,2	1050,7
1978	9764,8	1180,9	1042,9	674,0	420,3	337,9	203,9	117,4	241,7	198,9	524,2	3461,0	1514,0
1979	10621,0	3869,7	3540,1	916,9	494,7	269,2	212,2	164,5	520,2	264,2	415,2	916,9	1850,4
1980	2244,2	6331,9	2023,0	1371,6	382,2	259,4	175,1	119,4	161,9	115,3	253,4	1453,7	1240,9
1981	1674,5	858,2	1496,0	401,8	195,9	182,5	112,0	94,7	75,8	179,7	1769,3	1867,8	742,4
1982	4499,1	2805,2	7091,4	2023,0	674,0	405,1	252,2	210,1	290,8	270,4	530,2	829,9	1656,8
1983	5413,1	1769,3	1539,3	947,3	340,9	246,4	183,4	119,4	143,8	240,6	1010,3	3702,3	1304,7
1984	1331,8	1254,7	2244,2	1076,2	538,4	229,4	161,0	227,2	114,0	197,9	565,5	2244,2	848,7
1985	3702,3	1583,5	1918,6	887,2	360,4	214,3	183,4	128,6	129,4	149,4	196,9	333,6	815,6
1986	802,2	1254,7	947,3	302,8	214,3	118,1	92,4	122,9	96,4	103,1	136,8	2187,4	531,5
1987	2544,7	2131,6	1769,3	887,2	375,9	512,3	146,1	114,7	116,7	152,6	580,4	2244,2	964,6
1988	1970,3	4790,3	5522,3	2244,2	723,3	371,2	240,6	172,4	137,6	164,5	383,8	1110,4	1485,9
1989	2738,3	7914,5	4131,1	1453,7	674,0	428,9	320,7	271,7	228,3	297,4	627,1	3540,1	1885,5
1990	2672,6	1674,5	1371,6	829,9	802,2	288,2	228,3	209,1	294,8	395,2	337,9	500,5	800,4
1991	2244,2	3702,3	7224,0	1674,5	576,1	349,8	246,4	183,4	167,1	333,6	423,7	887,2	1501,0
1992	1539,3	1818,1	1918,6	1292,8	544,5	267,9	195,9	159,3	749,0	574,0	1145,3	1292,8	958,1
1993	584,8	3540,1	1292,8	698,3	272,9	473,9	149,4	128,6	247,5	289,5	468,3	1331,8	789,8



CONSÓRCIO ENER-REDE COUTO MAGALHÃES
 REDE COUTO MAGALHÃES ENERGIA S.A.
 ENERCOUTO S.A.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1994	829,9	12101,9	468,3	292,2	408,4	188,2	96,4	86,2	54,6	289,5	468,3	1331,8	1384,6
1995	3580,1	28236,0	2044,4	3223,8	1949,5	1100,0	316,5	232,7	212,2	827,1	375,9	1888,0	3665,5
1996	1857,8	1793,5	8145,2	805,0	483,3	333,6	238,3	162,7	396,8	400,1	8681,9	4890,3	2349,0
1997	3580,1	1823,0	1110,4	678,8	858,2	2679,1	368,1	375,9	330,7	645,5	316,5	1517,6	1190,3
1998	5483,9	10220,7	7165,4	3868,9	2459,0	1464,2	940,2	679,3	679,3	1117,3	1335,3	3239,5	3221,1
1999	5393,6	1861,3	12659,8	1141,0	841,9	663,9	656,1	327,2	500,1	570,3	679,3	3358,5	2387,8
2000	3215,6	14440,5	14440,5	1466,7	712,5	660,4	1466,7	523,2	1466,7	827,9	2662,2	6935,8	4068,2
Média	2128,3	2510,3	2155,2	855,7	471,4	325,0	197,2	130,6	152,3	204,2	668,6	2099,3	991,5



ARCADIS TETRAPLAN



Conforme se observa no **Quadro 3.8.1.1-3**, a descarga sólida média em suspensão é de 991,5 t/dia em Couto Magalhães.

Adotando-se que o sedimento do leite, isto é, aquele transportado por arraste e saltação, representa 10% do sedimento em suspensão, tem-se que a descarga sólida total é de 991,5 t/dia x 1,10, ou seja, 1.090,60 t/dia.

3.8.1.2) Eficiência de Retenção do Reservatório (E_r)

A eficiência de retenção do futuro reservatório pode ser obtida por meio da Curva de Brune (**Gráfico 3.8.1.2-1**), no caso de médios e grandes reservatórios ou através da Curva de Churchill (**Gráfico 3.8.1.2-2**), no caso de pequenos reservatórios (CARVALHO 2000).

Para o caso do reservatório do AHE Couto Magalhães a E_r foi obtida pelos dois métodos, conforme descrito a seguir.

Utilizando-se a curva de Brune, aplica-se o índice de capacidade de afluência, expressa da seguinte forma:

$$C = V_{res} \times V_{afa}^{-1}$$

Onde:

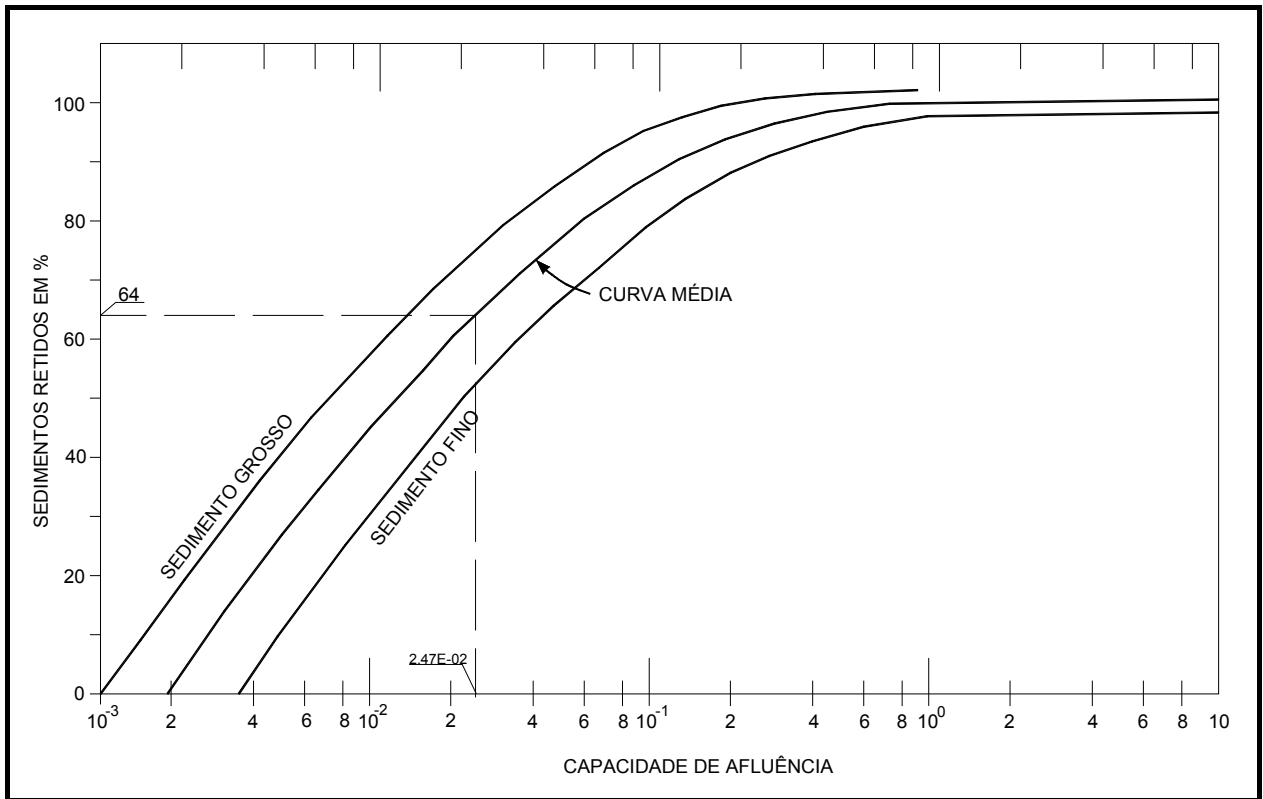
C = Capacidade de afluência;

V_{res} = Volume do reservatório (m^3);

V_{afa} = Deflúvio anual afluente (m^3 /ano).

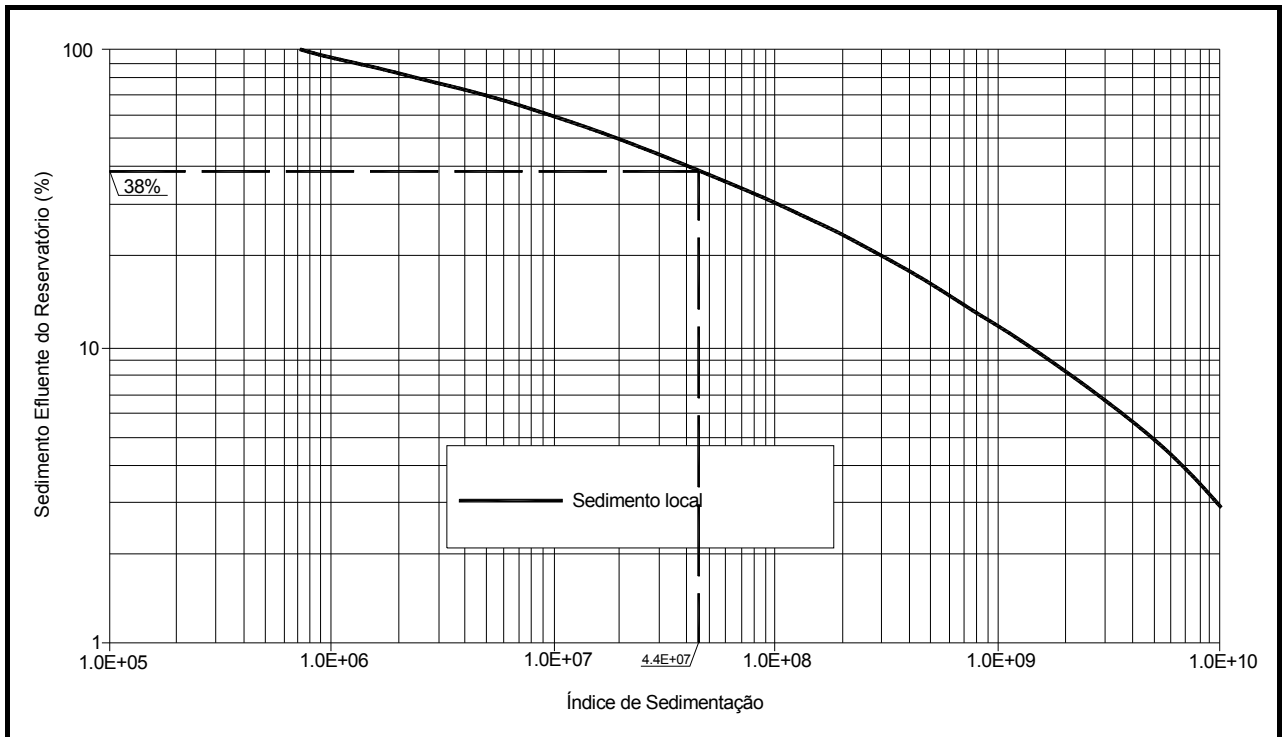
Para o caso do AHE Couto Magalhães, com volume do reservatório de $71,41 \times 10^6 m^3$ e o deflúvio médio de $91,7 m^3/s$ (ou $2,89 \times 10^9 m^3$ /ano) (**Quadro 3.8.1.1-2**), a capacidade de afluência é de $2,47 \times 10^{-2}$. Este valor lançado no eixo das abscissas da curva de Brune (**Gráfico 3.8.1.2-1**) resulta em uma Eficiência do Reservatório (E_r) de 64%.

Gráfico 3.8.1.2-1
Curva de Eficiência de Retenção de Sedimentos, Segundo Brune, com Valores Relativos
ao AHE Couto Magalhães



Fonte: Carvalho (2000)

Gráfico 3.8.1.2-2
Curva de Eficiência de Retenção de Sedimentos, Segundo Churchill, com Valores Relativos ao AHE Couto Magalhães



Fonte: Carvalho (2000)

Utilizando-se a curva de Churchill, aplica-se o valor do Índice de Sedimentação do Reservatório (IS) que é igual ao Período de Retenção, dividido pela Velocidade Média no Reservatório.

Estes parâmetros são calculados da seguinte forma:

- **Período de Retenção** = volume do reservatório (m^3) dividido pela vazão média diária durante o período de estudo (m^3/s);
- **Velocidade Média no Reservatório** = vazão média diária (m^3/s) dividida pela área da seção transversal média (m^2). A área da seção transversal média pode ser determinada pela divisão do volume do reservatório pelo seu comprimento.

Para o caso do AHE Couto Magalhães, com volume de $71,41 \times 10^6 m^3$ e vazão média diária de $91,7 m^3/s$, o Período de Retenção é de $7,8 \times 10^5$ seg. A área da seção transversal média é de $71,41 \times 10^6 m^3$ (volume do reservatório) que dividido por $14.000 m$ (extensão do reservatório), resulta em $5.101 m^2$. Considerando que a vazão média diária é de $91,7 m^3/s$, tem-se que a Velocidade Média no Reservatório será de $1,79 \times 10^{-2} m/s$. Dividindo-se Período de Retenção pela Velocidade Média no Reservatório, tem-se um IS de $4,4 \times 10^7$. Este valor lançado no eixo das ordenadas da curva de Churchill (**Gráfico 3.8.1.2-2**) resulta que 38% do sedimento afluente ao reservatório passa para a jusante, ou seja, que a eficiência de retenção do reservatório (E_r) é de 62%.

Para efeito de segurança, utilizaram-se os valores obtidos pelo método de Brune (64%), que indicam maior eficiência de retenção.

3.8.1.3) Peso Específico Aparente

O valor de peso específico aparente (γ_{ap}) foi arbitrado devido à inexistência de dados granulométricos.

Esta estimativa levou em consideração os seguintes fatores:

- Os sedimentos potencialmente produzidos pela bacia de contribuição ao futuro reservatório são predominantemente arenosos, possuindo, no entanto, boas quantidades de silte e argila. Considerando apenas este fator, conforme apresentado em Carvalho (2000), o γ_{ap} variará entre 1,02 e 1,55 t/m³;
- O reservatório a ser formado é de pequeno a médio porte, de tal forma que uma parte dos finos passará pelos condutos e vertedouro. Considerando apenas este fator, conforme apresentado em Carvalho (2000), o γ_{ap} irá variar entre 1,2 e 1,5 t/m³;
- Admitindo-se que o reservatório será do tipo “fio d’água”, o sedimento acumulado estará sempre ou, quase sempre, submerso, não havendo muita compactação devido às variações de nível d’água.

Com base nestas considerações arbitrou-se em 1,3t/m³, o γ_{ap} dos depósitos que se acumularão no reservatório.

3.8.2) Cálculo Preliminar do Assoreamento

O cálculo preliminar do assoreamento foi realizado utilizando-se as equações (1) e (2), conforme já mostrado anteriormente, no item 3.8.1.

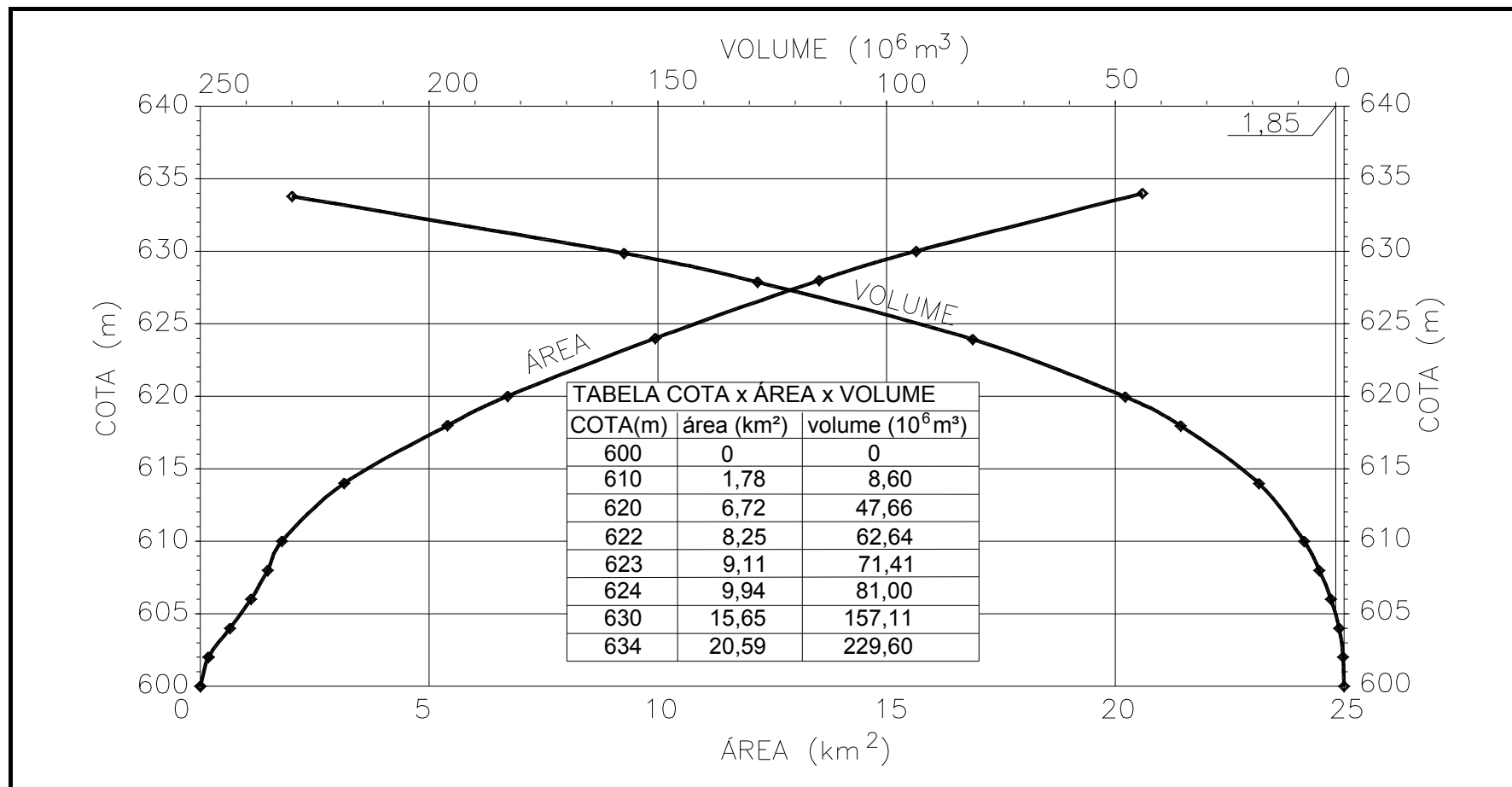
Desta forma considerando $E_r = 64 \%$, $Q_{st} = 365 \times 1090,6$ t/ano e $\gamma_{ap} = 1,3$ t/m³, o volume de sedimento retido no reservatório será de 196×10^3 m³/ano. Tendo o futuro reservatório um volume de $71,41 \times 10^6$ m³, o seu tempo de assoreamento total seria de aproximadamente 360 anos.

Este cálculo, entretanto, não considera alguns fatores utilizados para estudo de assoreamento de reservatórios, tais como:

- A eventual mudança na taxa de transporte de sedimentos na bacia;
- O decréscimo da eficiência de retenção de sedimentos no reservatório na medida em que o seu volume diminui;
- A distribuição heterogênea do depósito de assoreamento no reservatório, em função, principalmente, de sua conformação deltaica e da topografia do fundo do reservatório.

Estes fatores são considerados nos cálculos apresentados nos itens seguintes.

Gráfico 3.8.2-1
Curvas de Cota x Área e Cota x Volume
para o Futuro Reservatório do AHE Couto Magalhães
com Indicação de Volume Esperado para a Cota de Soleira do Vertedouro



3.8.3) Mudança na Taxa de Transporte de Sedimentos

O tempo de assoreamento do reservatório poderá variar conforme alguma mudança na taxa de transporte de sedimentos na bacia. Desta forma, caso a quantidade de erosões aumente, este tempo diminuirá. Como exemplo, cita-se a taxa de transporte de sedimentos de 1,04 % ao ano, mostrada por Carvalho (2000) entre 1977 e 1991, em Cachoeira Grande.

3.8.4) Decréscimo da Eficiência de Retenção de Sedimentos no Reservatório

Os cálculos dos volumes de sedimentos acumulados no reservatório, ano a ano, podem ainda ser mais detalhados considerando, além do incremento da produção de sedimentos, que a eficiência de retenção de sedimentos pelo reservatório irá diminuir, conforme mostrado no **Quadro 3.8.4-1**.

Quadro 3.8.4-1
Volumes Acumulados no Reservatório (ano a ano) Considerando um Incremento da
Produção de Sedimentos de 1,04% ao Ano

Ano	Descarga sólida afluente (t/dia)	Peso específico A_p (t/m ³)	Descarga líquida afluente (m ³ /s)	V_{res} (m ³)	Capacidade afluência	E_r	Volume de assoreamento acumulado no ano (m ³)	Volume total de assoreamento acumulado (m ³)
0	1090,6	1,3	91,5	7,10E+07	2,50E-02	0,64	1,96E+05	1,96E+05
1	1101,9	1,3	91,5	7,08E+07	2,45E-02	0,64	1,98E+05	3,94E+05
2	1113,4	1,3	91,5	7,06E+07	2,45E-02	0,64	2,00E+05	5,94E+05
3	1125,0	1,3	91,5	7,04E+07	2,44E-02	0,64	2,02E+05	7,96E+05
4	1136,7	1,3	91,5	7,02E+07	2,43E-02	0,64	2,04E+05	1,00E+06
5	1148,5	1,3	91,5	7,00E+07	2,43E-02	0,64	2,06E+05	1,21E+06
6	1160,4	1,3	91,5	6,98E+07	2,42E-02	0,64	2,09E+05	1,42E+06
7	1172,5	1,3	91,5	6,96E+07	2,41E-02	0,64	2,11E+05	1,63E+06
8	1184,7	1,3	91,5	6,94E+07	2,40E-02	0,64	2,13E+05	1,84E+06
9	1197,0	1,3	91,5	6,92E+07	2,40E-02	0,64	2,15E+05	2,05E+06
10	1209,5	1,3	91,5	6,89E+07	2,39E-02	0,64	2,17E+05	2,27E+06
11	1222,1	1,3	91,5	6,87E+07	2,38E-02	0,64	2,20E+05	2,49E+06
12	1234,8	1,3	91,5	6,85E+07	2,37E-02	0,64	2,22E+05	2,71E+06
13	1247,6	1,3	91,5	6,83E+07	2,37E-02	0,64	2,24E+05	2,94E+06
14	1260,6	1,3	91,5	6,81E+07	2,36E-02	0,64	2,27E+05	3,16E+06
15	1273,7	1,3	91,5	6,78E+07	2,35E-02	0,64	2,29E+05	3,39E+06
16	1286,9	1,3	91,5	6,76E+07	2,34E-02	0,64	2,31E+05	3,62E+06
17	1300,3	1,3	91,5	6,74E+07	2,33E-02	0,64	2,34E+05	3,86E+06
18	1313,8	1,3	91,5	6,71E+07	2,33E-02	0,64	2,36E+05	4,09E+06
19	1327,5	1,3	91,5	6,69E+07	2,32E-02	0,63	2,35E+05	4,33E+06
20	1341,3	1,3	91,5	6,67E+07	2,31E-02	0,63	2,37E+05	4,57E+06
21	1355,3	1,3	91,5	6,64E+07	2,30E-02	0,63	2,40E+05	4,81E+06
22	1369,4	1,3	91,5	6,62E+07	2,29E-02	0,63	2,42E+05	5,05E+06
23	1383,6	1,3	91,5	6,60E+07	2,29E-02	0,63	2,45E+05	5,29E+06
24	1398,0	1,3	91,5	6,57E+07	2,28E-02	0,63	2,47E+05	5,54E+06
25	1412,5	1,3	91,5	6,55E+07	2,27E-02	0,63	2,50E+05	5,79E+06

Fonte: Carvalho (2000)

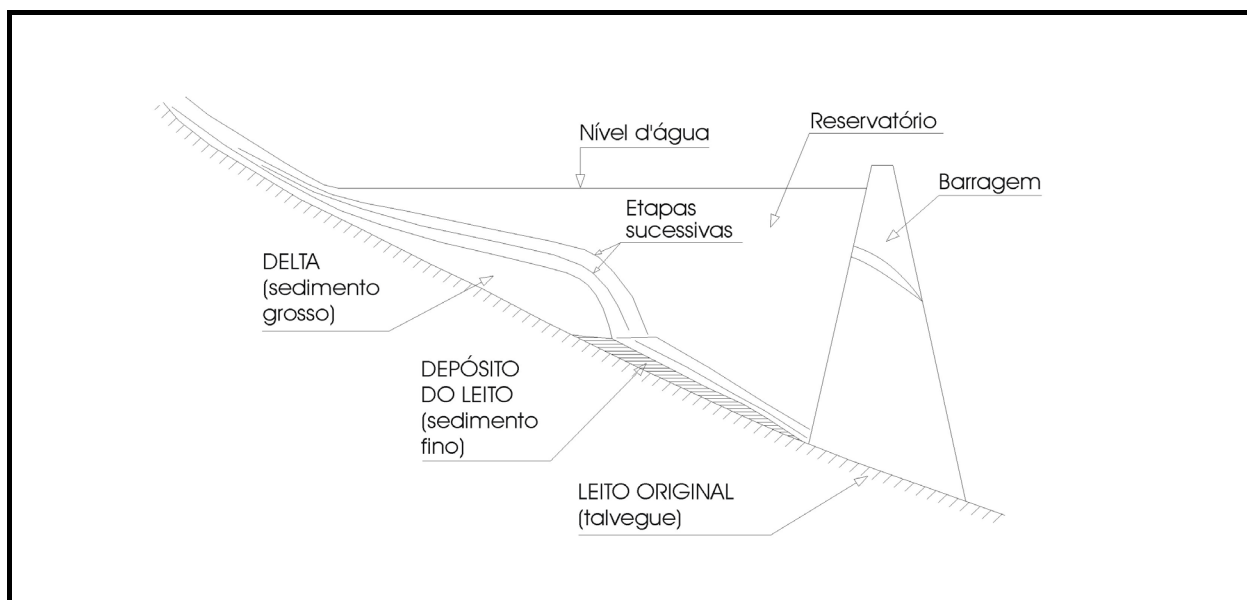
Assim, em 10 anos, considerando incremento de produção de sedimento de 1,04% ao ano, terão $2,27 \times 10^6$ m³ de sedimentos acumulados no reservatório (vide **Quadro 3.8.4-1**). Em 15 anos, este volume será de $3,39 \times 10^6$ m³. Em 25 anos, o volume será de $5,79 \times 10^6$ m³.

3.8.5) Avaliação da Altura do Depósito no Pé da Futura Barragem do AHE Couto Magalhães

O depósito de assoreamento não terá distribuição homogênea no futuro reservatório, de tal forma que sua distribuição depende de vários fatores.

Entre os vários fatores que regulam a distribuição heterogênea do assoreamento no reservatório, destaca-se a sua conformação geométrica. Esta geometria é formada, conforme apresentado em Carvalho (1994), devido ao fato de que as partículas mais pesadas, que geralmente são transportadas por arrasto, são depositadas na entrada do reservatório, formando um delta. As partículas menores avançam mais para o interior do reservatório, indo se depositar (formando os depósitos do leito) ou não, conforme as diversas condições de peso da partícula, velocidade da corrente e outros fatores.

A **Figura 3.8.5-1** representa um esquema de distribuição dos depósitos de sedimento no reservatório.



Fonte: Carvalho 1994 - Adaptado

Figura 3.8.5-1: Esquema de Formação de Depósitos de Sedimentos de um Reservatório

Entre os métodos que permitem calcular a altura dos depósitos de sedimento no pé da barragem, utilizou-se, para o presente estudo, o de Borland e Miller, citado por Carvalho (1994) denominado “método empírico de redução de área”.

Os estudos realizados por estes autores indicaram que existe uma relação entre a forma do reservatório (obtida através de algumas características do relevo local) e a porcentagem de sedimentos depositados no lago.

Desta forma, obtiveram quatro tipos de reservatórios, conforme indicado no **Quadro 3.8.5-1**.

Quadro 3.8.5-1
Valor de “m”, Classificando o Tipo do Reservatório

Tipo de Reservatório	“m”	Classificação
I	3,5 – 4,5	De zonas planas
II	2,5 – 3,5	De zonas de inundação a colinas
III	1,5 – 2,5	Montanhoso
IV	1,0 – 1,5	De gargantas profundas

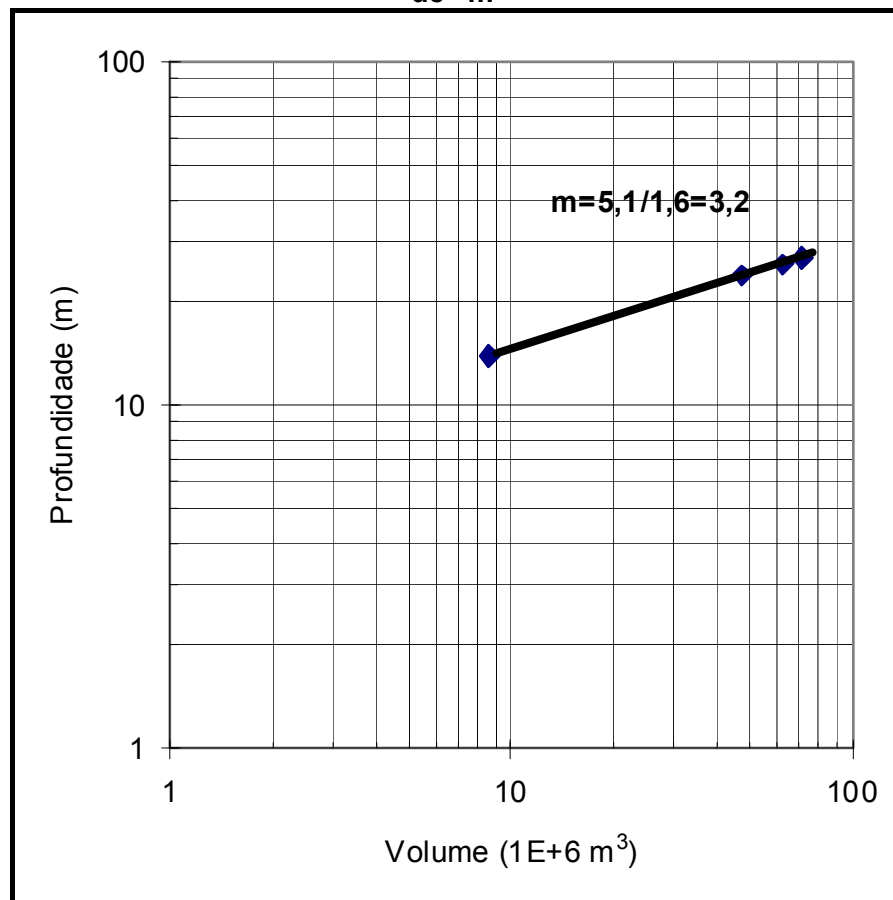
Fonte: Design of Small Dams, US Bureau of Reclamation, *apud* Carvalho (1994)

O valor de “m” é calculado a partir de dados de cota X volume da região do reservatório, correspondendo à recíproca da declividade da linha desenhada com as profundidades às diversas cotas em relação ao volume correspondente, plotadas em papel bilogarítmico. Para o caso de Couto Magalhães os valores de cota X volume são os apresentados no **Quadro 3.8.5-2** e os correspondentes em papel bilogarítmico, com obtenção do “m” são apresentados no **Gráfico 3.8.5-1**.

Quadro 3.8.5-2
Cota x Volume para a Região do Futuro Reservatório do AHE Couto Magalhães

Cota (m)	Profundidade correspondente à cota (m)	Volume (10^6m^3)
610	14	8,60
620	24	47,66
622	26	62,64
623	27	71,41

Gráfico 3.8.5-1
Profundidades x Volumes para o Futuro Reservatório de Couto Magalhães para Cálculo de “m”



Conforme observado no **Gráfico 3.8.5-1**, o “m” para o futuro reservatório de Couto Magalhães é de 3,2, revelando ser, conforme mostrado no **Quadro 3.8.5-1**, um reservatório do Tipo II, ou seja, a relação entre a forma do reservatório do AHE Couto Magalhães, obtida através das características da geomorfologia local, e a porcentagem de sedimentos depositados no lago resultou em um número (“m”) entre 2,5 e 3,5. De acordo com o “método empírico de redução de área” já citado, este valor de “m” obtido para o presente caso classifica o futuro reservatório do empreendimento como de zonas de inundação a colinas, sendo mais próximo a colinas devido ao valor 3,2 obtido estar mais próximo de 3,5.

Essa indicação serve para uso dos **Gráficos 3.8.5-2** e **3.8.5-3**, para cálculo da distribuição no pé da barragem e avaliação da distribuição de sedimentos ao longo do reservatório.

O primeiro cálculo da altura do sedimento no pé da barragem é de 10 anos de operação. Este é o tempo em que se estima, conforme apresentado em item anterior, que no reservatório encontrar-se-á um volume de sedimentos pouco superior à cota do circuito de vazão sanitária da barragem. Este cálculo foi desenvolvido com auxílio do **Quadro 3.8.5-3**.

Posteriormente foi realizado o cálculo da virtual altura do sedimento no pé da barragem para 15 anos de operação e para 25 anos. Este cálculo foi desenvolvido com auxílio dos **Quadros 3.8.5-4** e **3.8.5-5**.

Quadro 3.8.5-3

Valores para Cálculo da Altura do Depósito no Pé da Barragem do AHE Couto Magalhães em 10 anos

Cota (m)	P = profundidade relativa (Dcota/H)	V = Volume original (m ³)	A = Área original (m ²)	S-V (m ³)	H x A (m ³)	H'p (S-V/H x A)
596	0,000	0,00E+00	0,00E+00	2,27E+06	0	-
600	0,148	1,40E+05	7,00E+04	2,13E+06	1,61E+06	1,32
602	0,222	2,90E+05	1,80E+05	1,98E+06	4,14E+06	0,48
604	0,296	1,07E+06	6,50E+05	1,20E+06	1,50E+07	0,08
606	0,370	2,87E+06	1,10E+06			
608	0,444	5,42E+06	1,47E+06			
610	0,519	8,60E+06	1,78E+06			
612	0,593	1,32E+07	2,39E+06			
614	0,667	1,87E+07	3,14E+06			
616	0,741	2,66E+07	4,21E+06			
618	0,815	3,59E+07	5,40E+06			
620	0,889	4,78E+07	6,72E+06			
622	0,963	6,26E+07	8,25E+06			
623	1,000	7,14E+07	9,11E+06			

Cota do pé da barragem = 596 m,

H = altura do nível máximo normal em relação ao pé da barragem = 27 m.

S = volume do assoreamento estimado para 10 anos = $2,27 \times 10^6$ m³

Quadro 3.8.5-4

Valores para Cálculo da Altura do Depósito no Pé da Barragem do AHE Couto Magalhães em 15 anos

Cota (m)	P = profundidade relativa (Dcota/H)	V=Volume original (m ³)	A=Área original (m ²)	S-V (m ³)	H x A (m ³)	H'p (S-V/H x A)
596	0,000	0,00E+00	0,00E+00	3,39E+06	0,00E+00	-
600	0,148	1,40E+05	7,00E+04	3,25E+06	1,61E+06	2,02
602	0,222	2,90E+05	1,80E+05	3,10E+06	4,14E+06	0,75
604	0,296	1,07E+06	6,50E+05	2,32E+06	1,50E+07	0,16
606	0,370	2,87E+06	1,10E+06	5,20E+05	2,53E+07	0,02
608	0,444	5,42E+06	1,47E+06			
610	0,519	8,60E+06	1,78E+06			
612	0,593	1,32E+07	2,39E+06			
614	0,667	1,87E+07	3,14E+06			
616	0,741	2,66E+07	4,21E+06			
618	0,815	3,59E+07	5,40E+06			
620	0,889	4,78E+07	6,72E+06			
622	0,963	6,26E+07	8,25E+06			
623	1,000	7,14E+07	9,11E+06			

Cota do pé da barragem = 596 m,

H = altura do nível máximo normal em relação ao pé da barragem = 27 m.

S = volume do assoreamento estimado para 15 anos = $3,39 \times 10^6$ m³

Quadro 3.8.5-5

Valores para Cálculo da Altura do Depósito no Pé da Barragem do AHE Couto Magalhães em 25 anos

Cota (m)	P = profundidade relativa (Dcota/H)	V=Volume original (m ³)	A=Área original (m ²)	S-V (m ³)	H x A (m ³)	H'p (S-V/H x A)
596	0,000	0,00E+00	0,00E+00	5,79E+06	0,00E+00	-
600	0,148	1,40E+05	7,00E+04	5,65E+06	1,61E+06	3,51
602	0,222	2,90E+05	1,80E+05	5,50E+06	4,14E+06	1,33
604	0,296	1,07E+06	6,50E+05	4,72E+06	1,50E+07	0,32
606	0,370	2,87E+06	1,10E+06	2,92E+06	2,53E+07	0,12
608	0,444	5,42E+06	1,47E+06	3,70E+05	3,38E+07	0,01
610	0,519	8,60E+06	1,78E+06			
612	0,593	1,32E+07	2,39E+06			
614	0,667	1,87E+07	3,14E+06			
616	0,741	2,66E+07	4,21E+06			
618	0,815	3,59E+07	5,40E+06			
620	0,889	4,78E+07	6,72E+06			
622	0,963	6,26E+07	8,25E+06			
623	1,000	7,14E+07	9,11E+06			

Cota do pé da barragem = 596 m,

H = altura do nível máximo normal em relação ao pé da barragem = 27 m.

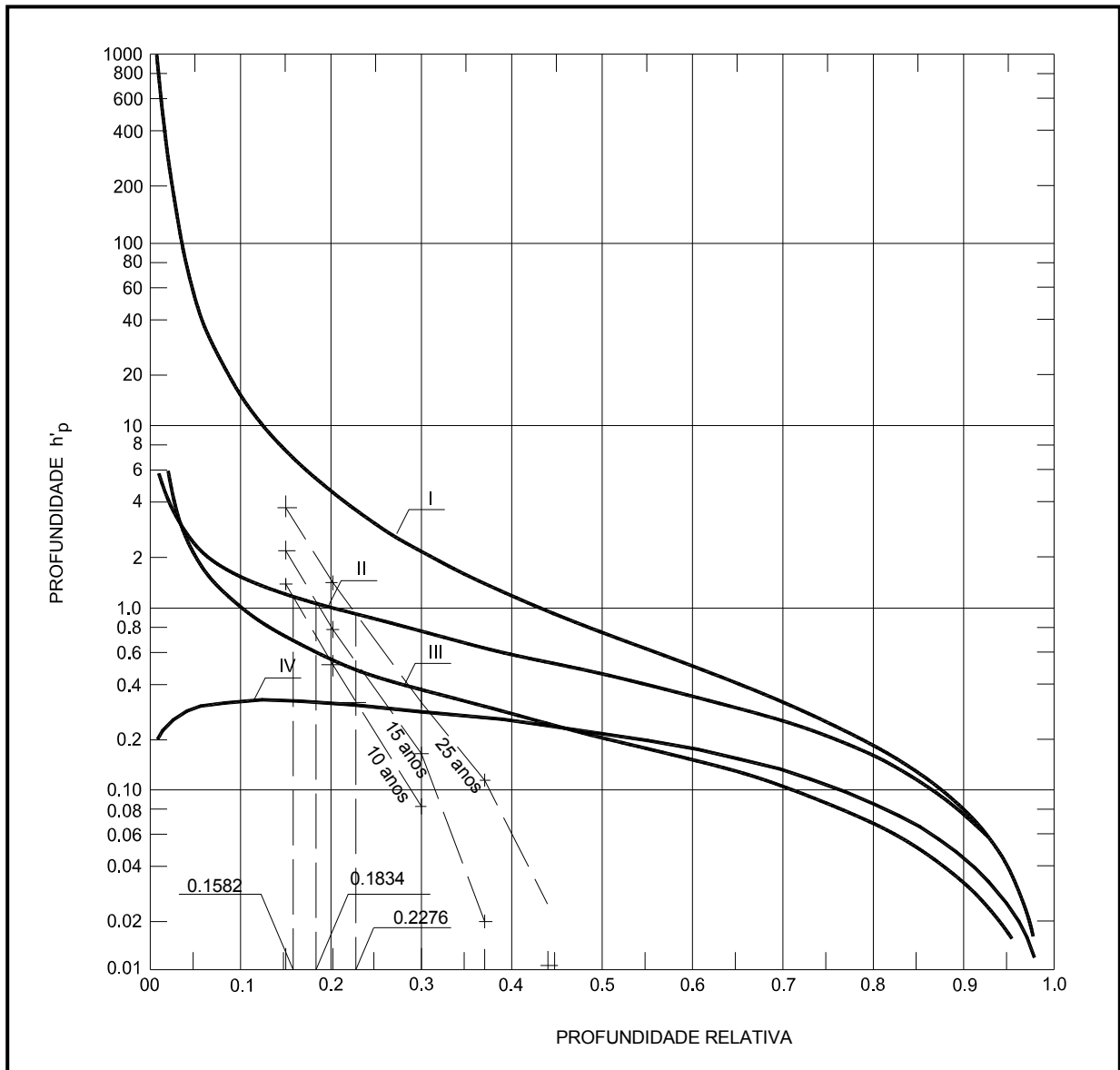
S = volume do assoreamento estimado para 25 anos = $5,79 \times 10^6$ m³

Plotando-se os valores positivos de profundidade (H'p) e a profundidade relativa (P) dos **Quadros 3.8.5-3, 3.8.5-4 e 3.8.5-5** no **Gráfico 3.8.5-2** e, unindo-se os pontos, obtêm-se na interseção com a curva II, os valores de profundidade relativa de 0,158 para 10 anos, 0,183 para 15 anos e 0,228 para 25 anos.

Estes valores indicam que a altura do depósito para os 10 anos é de 0,158 (profundidade relativa) vezes 27 metros (altura do nível máximo normal em relação ao pé da barragem), ou seja, 4,3 metros. Para 15 anos de operação, esta altura é de 5,0 m. Para 25 anos de operação, esta altura é de 6,1 m.

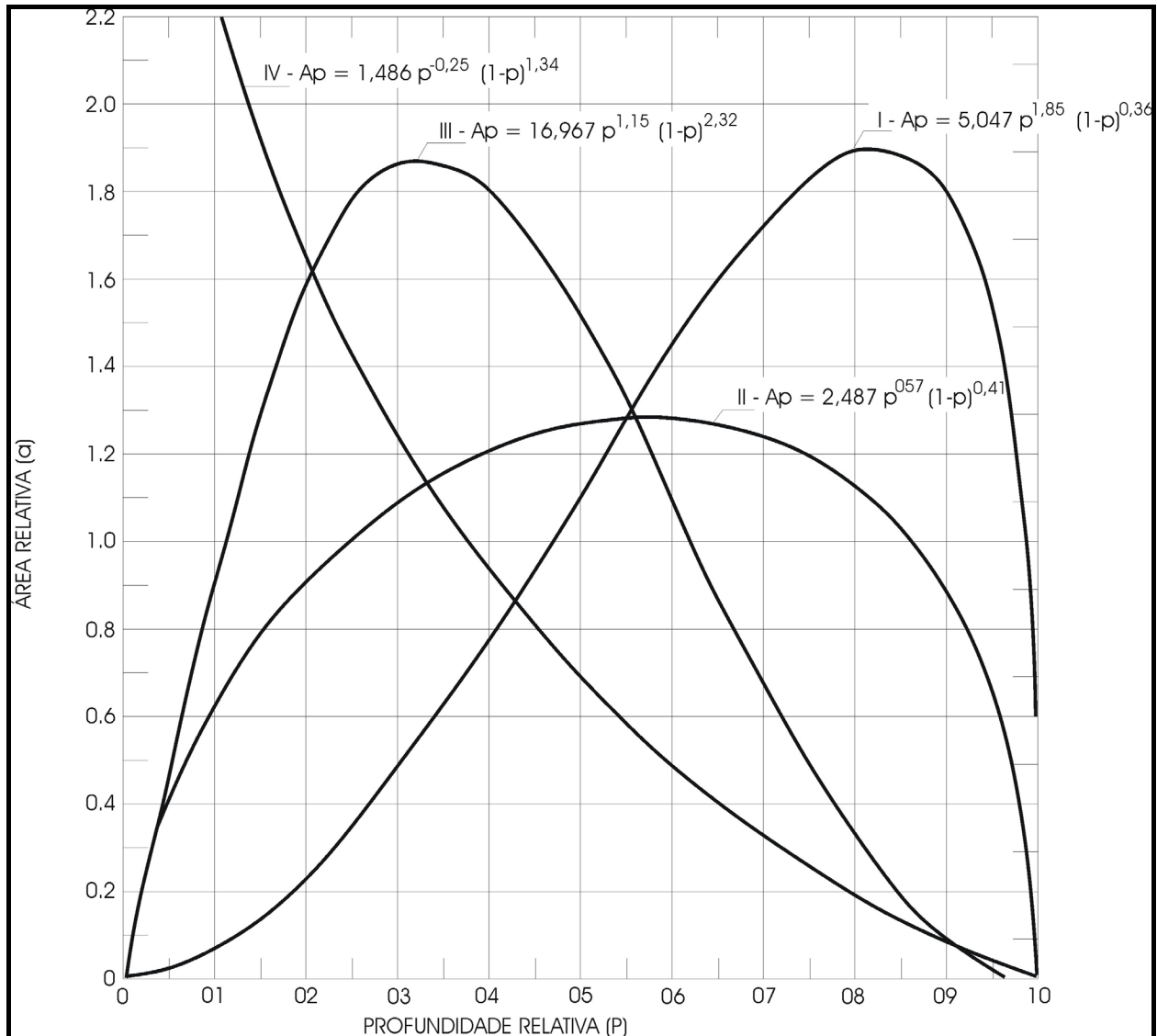
Portanto, em 10 anos, o depósito de assoreamento, caso sejam mantidas as condições de aumento na produção de sedimento da bacia, alcançará a cota de 601 metros junto ao pé da barragem. Para 15 anos, a cota alcançada será de 601,6 m. Para 25 anos, a cota alcançada será de 602,1 m.

Gráfico 3.8.5-2
Curvas para Determinação da Profundidade de Depósito de Sedimento no Pé da Barragem para 10 e 15 Anos de Operação



Fonte: Design of Small Dams, U.S. Bureau of Reclamation, *apud* Carvalho (1994)

Gráfico 3.8.5-3
Curvas de Profundidade Relativa Versus Área Relativa para a Avaliação da Distribuição de Sedimentos de um Reservatório



Fonte: Design of Small Dams – U.S. Bureau of Reclamation, *apud* Carvalho (1994)

3.8.6) Avaliação da Distribuição do Depósito

Aos 10 e 15 anos do AHE Couto Magalhães, conforme discutido no item anterior, o depósito de assoreamento provavelmente alcançará, no pé da barragem, respectivamente, as cotas de 601,0 e 601,6 metros. Cabe, assim, calcular para estes tempos, como estes depósitos estarão distribuídos em termos de área e volume, para cada cota do reservatório.

Este cálculo, conforme a metodologia de Borland e Miller, citada por Carvalho (1994), é feito segundo apresentado nos **Quadros 3.8.6-1 e 3.8.6-2**.

Com base nos dados de área e volumes revisados, dos **Quadros 3.8.6-1 e 3.8.6-2**, foram elaboradas as novas curvas de cota X área X volume para 10 e 15 anos. Estas curvas estão apresentadas no **Gráfico 3.8.6-1**. Este gráfico mostra que a área do espelho d'água na superfície do reservatório praticamente não mudará. No entanto, os volumes próximos ao nível máximo normal estarão muito alterados, tanto que os volumes de sedimentos nas cotas mais altas são superiores aos volumes nas cotas mais baixas. Este aspecto deve-se, principalmente, à forma deltaica do assoreamento no reservatório.

Quadro 3.8.6-1
Distribuição de Sedimentos no Reservatório do AHE Couto Magalhães para 10 anos de Depósitos

Cota (m)	V= Volume original (m ³)	A=Área original (m ²)	Profundidade relativa P=H/dH	Ap	Área de sedimento (m ²) – tentativas sequenciais		Volume de sedimento (m ³) – tentativas sequenciais		Volume de sedimento acumulado (m ³) relativo às tentativas sequenciais		Área revisada (m ²)	Volume revisado (m ³)
					1	2	1	2	1	2		
623	7,14E+07	9,11E+06	1,000	0,00	0,00E+00	0,00E+00	2,70E+04	2,69E+04	2,25E+06	2,24E+06	9,11E+06	6,92E+07
622	6,26E+07	8,25E+06	0,963	0,63	5,40E+04	5,37E+04	1,35E+05	1,34E+05	2,23E+06	2,21E+06	8,20E+06	6,04E+07
620	4,78E+07	6,72E+06	0,889	0,94	8,10E+04	8,05E+04	1,76E+05	1,75E+05	2,09E+06	2,08E+06	6,64E+06	4,58E+07
618	3,59E+07	5,40E+06	0,815	1,11	9,51E+04	9,45E+04	1,98E+05	1,97E+05	1,92E+06	1,90E+06	5,31E+06	3,40E+07
616	2,66E+07	4,21E+06	0,741	1,21	1,03E+05	1,03E+05	2,11E+05	2,10E+05	1,72E+06	1,71E+06	4,11E+06	2,49E+07
614	1,87E+07	3,14E+06	0,667	1,26	1,08E+05	1,07E+05	2,17E+05	2,16E+05	1,51E+06	1,50E+06	3,03E+06	1,72E+07
612	1,32E+07	2,39E+06	0,593	1,28	1,10E+05	1,09E+05	2,18E+05	2,17E+05	1,29E+06	1,28E+06	2,28E+06	1,19E+07
610	8,60E+06	1,78E+06	0,519	1,27	1,09E+05	1,08E+05	2,14E+05	2,13E+05	1,07E+06	1,06E+06	1,67E+06	7,54E+06
608	5,42E+06	1,47E+06	0,444	1,23	1,06E+05	1,05E+05	2,06E+05	2,05E+05	8,56E+05	8,51E+05	1,37E+06	4,57E+06
606	2,87E+06	1,10E+06	0,370	1,17	1,00E+05	9,96E+04	1,92E+05	1,91E+05	6,50E+05	6,46E+05	1,00E+06	2,22E+06
604	1,07E+06	6,50E+05	0,296	1,08	9,23E+04	9,18E+04	1,74E+05	1,73E+05	4,57E+05	4,55E+05	5,58E+05	6,15E+05
602	2,90E+05	1,80E+05	0,222	0,95	8,16E+04	8,12E+04	1,49E+05	1,48E+05	2,83E+05	2,82E+05	9,88E+04	8,28E+03
600	1,40E+05	7,00E+04	0,148	0,78	6,73E+04	6,69E+04	1,35E+05	1,34E+05	1,35E+05	1,34E+05	3,14E+03	6,29E+03
596	0,00E+00	0,00E+00	0,000	0,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
601	1,10E+05	7,50E+04	0,185	0,87								

Notas:

- Profundidade relativa = Altura do nível d'água máximo normal (23 m) dividido pela diferença de cotas sucessivas
- Ap = valor adimensionado obtido do Gráfico 3.8.5-3 para curva tipo II a partir do valor de profundidade relativa (P)
- Os dados de área e volume para cota 600 m são inferidos
- Área de sedimento = Ap multiplicado pelo K correspondente à tentativa
- Volume de sedimento = área de sedimento média entre duas linhas sucessivas multiplicada pela diferença de cota destes mesmos pontos
- Volume Total do Assoreamento em 15 anos (S) = 2,24 x 10⁶ m³
- K1 = A/Ap = 8,58E+04 - K1 é calculada com valores de A e Ap, relativos à cota previamente obtida de altura de sedimentos no pé da barragem. No caso, para 10 anos em Couto Magalhães, 601,0 m
- K2 = K1xS/S1 = 5,48E+04

Quadro 3.8.6-2
Distribuição de Sedimentos no Reservatório do AHE Couto Magalhães para 15 anos de Depósitos

Cota (m)	V=Volume original (m ³)	A=Área original (m ²)	Profundidade relativa P=H/dH	Ap	Área de sedimento (m ²) – tentativas sequenciais		Volume de sedimento (m ³) – tentativas sequenciais		Volume de sedimento acumulado (m ³) relativo às tentativas sequenciais		Área revisada (m ²)	Volume revisado (m ³)
					1	2	1	2	1	2		
623,0	7,14E+07	9,11E+06	1,000	0,00	0,00E+00	0,00E+00	4,20E+04	3,92E+04	3,50E+06	3,27E+06	9,11E+06	6,81E+07
622,0	6,26E+07	8,25E+06	0,963	0,63	8,40E+04	7,84E+04	2,10E+05	1,96E+05	3,46E+06	3,23E+06	8,17E+06	5,94E+07
620,0	4,78E+07	6,72E+06	0,889	0,94	1,26E+05	1,18E+05	2,74E+05	2,56E+05	3,25E+06	3,03E+06	6,60E+06	4,48E+07
618,0	3,59E+07	5,40E+06	0,815	1,11	1,48E+05	1,38E+05	3,09E+05	2,88E+05	2,98E+06	2,78E+06	5,26E+06	3,31E+07
616,0	2,66E+07	4,21E+06	0,741	1,21	1,61E+05	1,50E+05	3,28E+05	3,07E+05	2,67E+06	2,49E+06	4,06E+06	2,41E+07
614,0	1,87E+07	3,14E+06	0,667	1,26	1,68E+05	1,57E+05	3,38E+05	3,16E+05	2,34E+06	2,18E+06	2,98E+06	1,65E+07
612,0	1,32E+07	2,39E+06	0,593	1,28	1,70E+05	1,59E+05	3,39E+05	3,17E+05	2,00E+06	1,87E+06	2,23E+06	1,13E+07
610,0	8,60E+06	1,78E+06	0,519	1,27	1,69E+05	1,58E+05	3,33E+05	3,11E+05	1,66E+06	1,55E+06	1,62E+06	7,05E+06
608,0	5,42E+06	1,47E+06	0,444	1,23	1,64E+05	1,53E+05	3,20E+05	2,99E+05	1,33E+06	1,24E+06	1,32E+06	4,18E+06
606,0	2,87E+06	1,10E+06	0,370	1,17	1,56E+05	1,45E+05	2,99E+05	2,79E+05	1,01E+06	9,43E+05	9,55E+05	1,93E+06
604,0	1,07E+06	6,50E+05	0,296	1,08	1,44E+05	1,34E+05	2,71E+05	2,52E+05	7,11E+05	6,64E+05	5,16E+05	4,06E+05
602,0	2,90E+05	1,80E+05	0,222	0,95	1,27E+05	1,18E+05	2,32E+05	2,16E+05	4,41E+05	4,11E+05	6,15E+04	-
600,0	1,40E+05	7,00E+04	0,148	0,78	1,05E+05	9,76E+04	2,09E+05	1,95E+05	2,09E+05	1,95E+05	-	-
596,0	0,00E+00	0,00E+00	0,000	0,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
601,6	1,13E+05	1,23E+05	0,207	0,92								

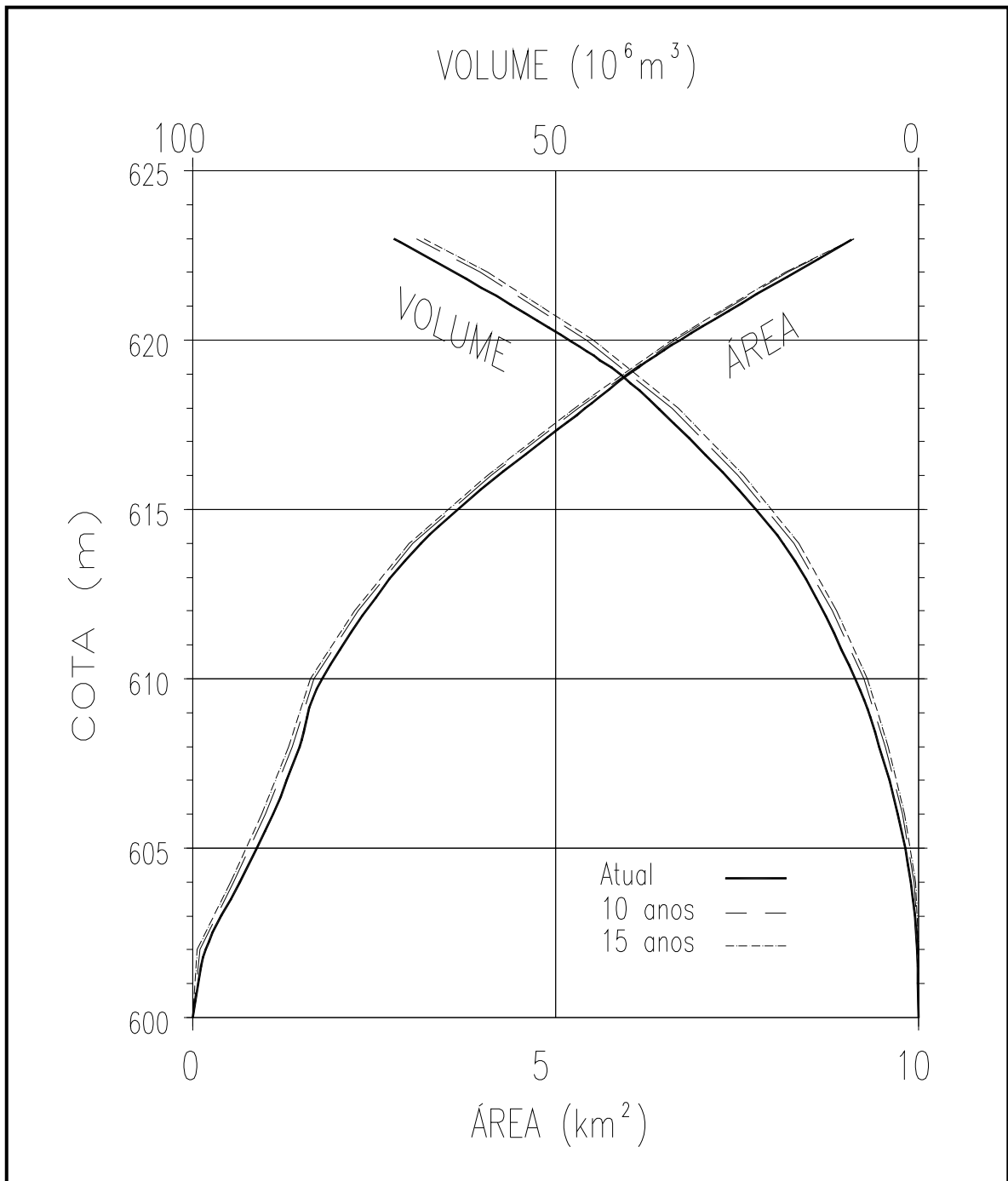
Notas:

Volume Total do Assoreamento em 15 anos (S) = $3,27 \times 10^6 \text{ m}^3$

K1 = A/Ap = 1,33E-05 - K1 é calculada com valores de A e Ap relativos à cota previamente obtida de altura de sedimentos no pé da barragem. No caso, para 15 anos em Couto Magalhães, 601,6 m

K2 = K1xS/S1 = 1,24E+05

Gráfico 3.8.6-1
Curvas Cota X Área e Cota X Volume Originais e Projetadas para 20 anos do Reservatório do AHE Couto Magalhães



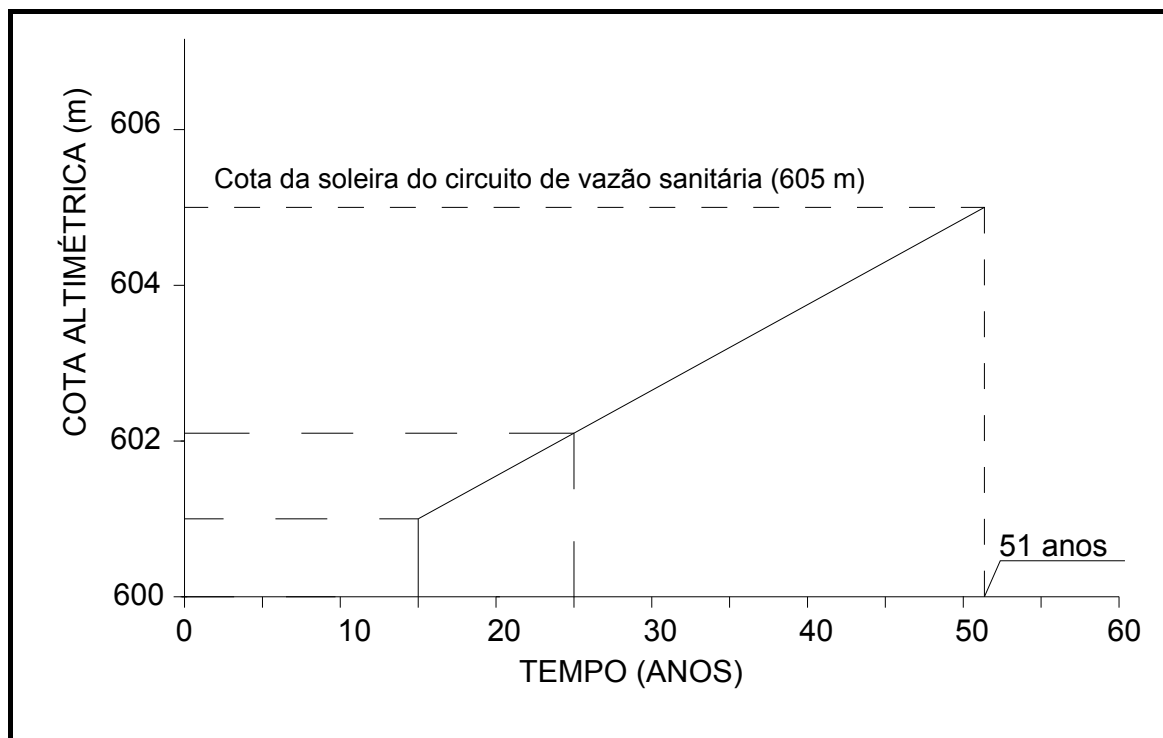
3.8.7) Tempo Necessário para o Assoreamento Alcançar o Futuro Circuito de Vazão Sanitária

Foi efetuado o cálculo do tempo para que o assoreamento alcance a soleira do circuito de vazão sanitária. Não foi calculado o tempo para que o sedimento alcance a tomada d'água, pois a mesma estará protegida por um dique de retenção de sedimentos projetado em uma cota acima do circuito de vazão sanitária.

Para o cálculo desse tempo, utilizaram-se dados conhecidos de cotas topográficas do depósito de assoreamento no pé da barragem para 15 e 25 anos de operação, respectivamente 601,0 m e 602,1 m.

Conforme mostra o **Gráfico 3.8.7-1**, se forem lançados os valores de cota e tempo, é possível estimar-se em 51 anos, o tempo em que será alcançada a soleira do circuito de vazão sanitária (605 m), considerando-se que sejam mantidas as condições de produção de sedimentos na bacia hidrográfica afluente ao futuro reservatório do AHE Couto Magalhães.

Gráfico 3.8.7-1
Estimativa do Tempo Necessário para os Sedimentos Alcançarem a Soleira do Circuito de Vazão Sanitária (cota 605 m)



Como a tomada d'água do AHE Couto Magalhães estará protegida por um dique de retenção de sedimentos, cuja cota da crista estará a 10 m acima do circuito de vazão sanitária, os sedimentos acumulados no reservatório, não deverão atingir a tomada d'água e não interferirão significativamente na vida econômica do AHE.

Quando alcançar a soleira do circuito de vazão sanitária, o assoreamento do reservatório apenas anulará uma eventual capacidade de regulamentação diária do aproveitamento. A partir

deste momento, o curso d'água a jusante da barragem praticamente terá restabelecido o teor de sedimentos anterior à implantação do aproveitamento.

3.8.8) Síntese dos Aspectos Relevantes

Os principais aspectos relacionados a esta temática estão elencados a seguir.

- Quanto à avaliação do assoreamento do reservatório, caso seja mantida a atual produção de sedimentos das bacias hidrográficas afluentes ao reservatório, serão retidos, no reservatório, por ano, por volta de 200.000 m³ de sedimentos.
- Considerando um aumento na taxa de produção de sedimentos de 1,04% ao ano, prevê-se que o assoreamento no reservatório alcançará a soleira do circuito de vazão sanitária em cerca de 51 anos.
- Em relação à situação supracitada, o assoreamento do reservatório apenas anulará uma eventual capacidade de regulação diária do aproveitamento. A partir deste momento, o curso d'água a jusante da barragem praticamente terá restabelecido o teor de sedimentos anterior à implantação do aproveitamento, devido à passagem de sedimentos pela crista do vertedouro.