ÍNDICE

4.1.6 - Águas Superficiais (Item 4.1.2_130 a 137 do TR) 1/15

4.1.6.1 - Condições de Estabilidade das Margens (Item 4.1.1_137) 8/15

4.1.6.2 - Vazões na Estiagem (Item 4.1.2_134 e 135 do TR) 9/15

4.1.6.3 - Vazões nas Cheias (Item 4.1.2_132 e 133 do TR) 11/15

4.1.6.3.1 - Estudos Hidrológicos - Vazões Máximas 12/15

Legendas

Quadro 4.1.6-1 – Série de Vazões Médias Mensais na UHE Itaocara.....5/15

Figura 4.1.6-1 – Hidrograma Característico do Rio Paraíba do Sul na UHE Itaocara 6/15

Figura 4.1.6-2 - Fluviogramas Anuais Característicos na UHE Itaocara 7/15

Figura 4.1.6-3 - Curva de Permanência de Vazões na UHE Itaocara.....7/15

Quadro 4.1.6-2 - Permanência de Vazões Médias Mensais na UHE Itaocara (1931-2007).....8/15

Figura 4.1.6-4 - Vazões Médias Mensais (1969-2007) na UHE Itaocara 10/15

Quadro 4.1.6-3 - Vazões Máximas Anuais na UHE Itaocara..... 11/15

Figura 4.1.6-5 - Comparação das Vazões Máximas Anuais Decamilenares (m^3/s) 12/15

Quadro 4.1.6-4 - Parâmetros Estatísticos da Série de Vazões Máximas Anuais no Posto Anta..... 13/15

Figura 4.1.6-6 - Gráfico de Gumbel Relativo a Vazões de Cheia - Rio Paraíba do Sul no Posto Anta..... 14/15

4.1.6 - Águas Superficiais (Item 4.1.2_130 a 137 do TR)

AID

A implantação de usinas hidrelétricas é uma realidade na bacia do rio Paraíba do Sul, com cerca de 800 MW de potência já instalados, distribuídos em cerca de 30 usinas hidrelétricas de diversos portes, incluindo as pequenas centrais hidrelétricas.

Além disso, as águas transpostas para a vertente atlântica da serra do Mar, através da Usina Elevatória – UEL Santa Cecília, contribuem para geração de energia elétrica no Complexo Hidrelétrico de Lajes, com mais 850 MW de potência instalada.

Com isso, os aproveitamentos hidrelétricos instalados na bacia hidrográfica a montante de Itaocara alteraram o comportamento fluvial natural no local do empreendimento. Entre eles, a usina de Ilha dos Pombos, que começou a operar em 1924, é o mais antigo aproveitamento hidrelétrico localizado no rio Paraíba do Sul, sendo também o mais próximo, com uma área de contribuição ao seu reservatório de aproximadamente 32.500 km^2, o que equivale a 97% da área afluente à barragem de Itaocara jusante.

A usina de Ilha dos Pombos opera a fio d'água, isto é, sem realizar regularização de vazões, de modo que as vazões médias diárias e mensais no rio Paraíba do Sul não sofrem alteração significativa, permanecendo bem semelhantes às vazões afluentes. Em função do arranjo de suas estruturas, a implantação de Ilha dos Pombos resultou em um trecho do rio Paraíba do Sul, entre a barragem e a casa de forca, com vazões reduzidas. No entanto, as vazões defluentes de sua casa de força são semelhantes às vazões afluentes ao seu reservatório.

Posteriormente, em 1952, foi implantada a UEL Santa Cecília, com capacidade de captar e transpor vazões do rio Paraíba do Sul até a vazão máxima bombeada de 160 m^3/s. No eixo da barragem de Santa Cecília, a área de drenagem é 16.700 km^2, o que equivale a 50% da área total afluente à barragem jusante da UHE Itaocara. A transposição de vazões para a bacia do rio Ribeirão das Lajes - Guandu resultou em alteração significativa do comportamento das vazões do rio Paraíba do Sul a jusante.

Em 1969, entrou em operação a UHE Funil, situada pouco a montante da UEL Santa Cecília, em local com 13.400 km^2 de área de drenagem, equivalente a 40% da área afluente a Itaocara. O reservatório dessa usina tem capacidade para regularizar vazões, de modo que também provocou uma alteração no comportamento fluvial a jusante. Além disso, a capacidade de regularização do reservatório de Funil é ainda potencializada pelos reservatórios de Paraibuna-Paraitinga e Jaguari, situados a montante, nas sub-bacias do Alto Vale e Médio Vale Superior do Paraíba.

As outras usinas hidrelétricas implantadas na bacia do rio Paraíba do Sul não interferem significativamente no comportamento das vazões no trecho fluvial da UHE Itaocara pelas seguintes razões: por operarem a fio d'água; por controlarem áreas de drenagem relativamente pequenas; ou por estarem localizadas em afluentes com desemboque a jusante de Itaocara, como é o caso das usinas dos rios Pomba e Muriaé.

Os reservatórios dos aproveitamentos hidrelétricos Paraibuna-Paraitinga, Santa Branca, Jaguari e Funil são operados com a finalidade principal de regularização das vazões afluentes à UEL Santa Cecília, cujas vazões bombeadas suprem as usinas hidrelétricas do Complexo de Lajes (Nilo Peçanha, Fontes Nova, Pereira Passos) e o abastecimento público de água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Nesta operação, de acordo com a legislação vigente, precisam ser garantidas vazões mínimas no rio Paraíba do Sul a jusante da UEL Santa Cecília e no Ribeirão das Lajes a jusante da UHE Pereira Passos.

Atualmente, a operação do sistema hidráulico do rio Paraíba do Sul e do Complexo de Lajes é praticada conforme as regras operativas estabelecidas na Resolução ANA n^0 211/03, com ajustes temporários decorrentes de condições hidrológicas críticas desfavoráveis.

A vazão mínima liberada para jusante (defluência) na UEL Santa Cecília deveria ser 90 m^3/s, conforme estabelecido pelo Decreto nº 68.324/71, que aprovou o Plano de Regularização do Rio Paraíba do Sul. Posteriormente, o Decreto nº 81.436/78, definiu que aquela defluência mínima poderia ser de 71 m^3/s sob condições hidrologicamente desfavoráveis.

Recentemente, a Resolução ANA nº 211/03 estabeleceu uma defluência mínima de 71 m³/s e também um bombeamento mínimo de 119 m³/s, para a UEL Santa Cecília. Na vertente atlântica, para a UHE Pereira Passos, que faz parte do Complexo de Lajes, a vazão mínima liberada foi definida como 120 m³/s, para atendimento dos requisitos do rio Guandu que abastece a Região Metropolitana. A Resolução ANA nº 211/03 define também que, quando a vazão incremental entre a UHE Funil e a UEL Santa Cecília for maior que 110 m³/s, a vazão emergencial de 71 m³/s a jusante de Santa Cecília deverá ser gradativamente aumentada, até atingir o limite da vazão mínima normal de 90 m³/s.

Devido às alterações significativas provocadas pelos reservatórios a montante, na atualização dos estudos hidrológicos para o projeto básico de engenharia e o EIA, as séries de vazões mensais do trecho fluvial da UHE Itaocara foram obtidas através de um modelo computacional de simulação da operação hidráulica dos aproveitamentos hidrelétricos da bacia do rio Paraíba do Sul e do Complexo de Lajes, com base nas séries de vazões naturais publicadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS e de vazões de uso consuntivo aprovadas pela ANA.

As ações antrópicas em uma determinada bacia hidrográfica afetam o regime fluvial de seus cursos d'água. Entre essas ações, podem ser destacadas como mais relevantes para o regime fluvial: os desmatamentos, a implantação e operação de reservatórios, as transposições de vazões e as captações para usos consuntivos - conjunto de atividades em que o uso da água provoca uma diminuição dos recursos hídricos disponíveis, como irrigação, criação animal e abastecimentos urbano, rural e industrial.

As séries de vazões naturais correspondem às vazões que seriam observadas em determinado ponto de um curso d'água caso não houvesse influência das ações antrópicas na bacia.

Essas séries são importantes para o setor elétrico, principalmente para o planejamento da operação e expansão do sistema de geração. O conhecimento dessas séries permite introduzir no processo de análise, como uma variável externa, os impactos decorrentes das ações do homem na bacia hidrográfica, facilitando a construção de cenários a serem adotados nas atividades de planejamento.

Porém, para caracterização do regime fluvial em um curso d'água com tantas alterações, algumas já estabelecidas há mais de 70 anos, como é o caso do rio Paraíba do Sul, a série histórica de vazões, resultante das diversas modificações, aqui denominada regularizada, é mais representativa das condições hídricas existentes.

As vazões médias mensais da série histórica na barragem de jusante da UHE Itaocara, no período 1931-2007, foram determinadas como sendo:

Qreg(ITA) = Qnat(ITA) - Qnat(SAN) - Qnat(SCI) + Qdef(SCI) + Qdef(SAN)

onde:

Qreg(ITA) = vazão regularizada na UHE Itaocara

Qnat(ITA) = vazão natural na UHE Itaocara

Qnat(SAN) = vazão natural no reservatório de Santana

Qnat(SCI) = vazão natural na UEL Santa Cecília

Qdef(SCI) = vazão defluente na UEL Santa Cecília

Qdef(SAN) = vazão defluente no reservatório de Santana

O apresenta a série de vazões médias mensais no período 1931 a 2007, na UHE Itaocara. Nessa série histórica de 77 anos, a vazão média do rio Paraíba do Sul na barragem de jusante 448,1 m^3/s. A maior vazão média mensal foi 2.255 m^3/s, ocorrida em março de 1947, e o menor valor médio mensal foi 145,8 m^3/s, em setembro de 1955. Para obtenção da série de vazões médias mensais na barragem de montante, foi aplicado um fator de proporcionalidade entre as áreas de drenagem, igual a 0,974.

Quadro 4.1.6-1 – Série de Vazões Médias Mensais na UHE Itaocara

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
1931	865,1	2025,5	1519,7	990,3	523,9	411,8	312,3	278,0	284,5	354,4	357,4	572,9	**708,0**
1932	1343,1	1125,7	992,9	485,9	412,9	419,3	253,4	250,6	243,0	273,8	342,3	711,9	**571,2**
1933	1114,7	611,5	544,7	353,0	307,6	255,4	259,3	219,5	238,0	289,4	322,3	657,4	**431,1**
1934	801,8	422,7	581,8	368,2	277,1	235,0	209,4	193,5	193,5	206,2	218,1	575,3	**356,9**
1935	593,7	1345,1	933,4	584,4	363,2	302,5	263,8	236,1	228,1	325,9	289,2	286,8	**479,4**
1936	256,0	349,3	1045,0	740,4	332,9	228,1	196,9	192,1	223,5	224,8	265,2	499,1	**379,4**
1937	928,0	1203,5	587,1	490,3	458,9	290,3	238,4	208,6	203,0	316,3	430,2	1007,6	**530,2**
1938	1132,3	1026,6	901,0	630,0	421,8	341,9	287,9	302,2	265,1	313,5	378,5	761,2	**563,5**
1939	946,2	883,8	542,2	613,4	331,3	268,0	236,4	214,6	208,5	206,8	291,3	431,0	**431,1**
1940	648,3	1012,8	1015,8	470,4	316,3	280,5	246,4	219,1	222,0	263,4	473,8	581,2	**479,2**
1941	582,7	409,5	509,8	428,5	306,6	270,0	264,4	225,5	299,7	296,9	365,3	604,3	**380,3**
1942	547,2	534,8	699,7	434,0	378,8	312,1	302,4	244,1	225,5	289,4	376,9	611,3	**413,0**
1943	1359,7	1122,7	968,4	541,5	374,7	338,5	283,4	270,7	260,1	365,0	354,4	604,1	**570,3**
1944	540,8	872,0	1364,3	615,0	354,9	282,5	269,4	245,1	232,5	244,2	267,7	403,7	**474,4**
1945	611,9	768,3	646,2	591,2	306,2	290,6	319,6	239,1	235,5	219,8	309,2	540,4	**423,2**
1946	1026,0	620,3	752,0	523,0	302,2	268,6	249,4	227,6	210,5	254,4	323,9	336,7	**424,6**
1947	707,8	1158,8	2255,3	865,1	501,1	389,5	416,7	311,7	310,2	331,0	466,8	905,7	**718,3**
1948	833,2	1123,8	1329,0	689,2	410,5	333,0	240,5	243,2	226,1	235,3	284,5	580,4	**544,1**
1949	755,3	1224,1	687,6	432,6	281,2	283,6	258,5	237,2	215,1	258,0	288,9	453,9	**448,0**
1950	737,6	1446,5	995,8	776,9	493,6	318,7	250,5	225,1	218,1	240,9	400,9	532,6	**553,1**
1951	907,6	1046,9	1220,2	840,0	420,7	314,2	274,0	255,7	230,6	234,9	216,8	361,0	**526,9**
1952	692,2	1060,7	1418,9	643,0	364,4	344,6	293,0	251,8	269,7	275,9	433,0	531,9	**548,3**
1953	369,2	442,2	415,5	426,3	328,9	279,2	246,0	220,8	224,7	209,0	346,1	427,6	**327,9**
1954	302,4	339,2	272,8	311,3	251,6	210,2	174,1	162,8	157,8	172,5	206,4	267,9	**235,8**
1955	496,8	301,9	261,1	295,3	226,4	207,7	174,1	160,8	145,8	173,4	222,0	420,5	**257,1**
1956	402,1	248,2	353,8	277,4	236,4	229,7	206,6	205,9	190,8	184,0	230,3	461,0	**268,9**
1957	383,7	412,7	685,0	631,1	377,1	303,4	273,7	232,9	252,2	237,6	297,1	516,6	**383,6**
1958	326,5	416,8	337,1	391,2	425,7	362,7	249,7	210,5	237,3	266,1	337,7	411,0	**331,0**
1959	997,9	492,5	787,3	601,3	278,6	237,9	216,8	227,4	193,5	221,1	375,8	351,1	**415,1**
1960	424,4	575,3	1223,0	528,9	367,5	314,4	274,8	252,6	232,5	241,2	262,7	426,3	**427,0**
1961	1286,0	1547,5	1592,3	784,7	529,2	364,6	313,4	273,1	221,6	217,4	266,7	345,8	**645,2**
1962	459,9	1278,4	924,7	454,0	312,1	275,4	242,8	221,0	234,4	261,7	395,9	517,8	**464,8**
1963	691,1	813,9	524,8	291,7	248,1	232,0	211,9	199,6	186,6	196,8	271,3	215,6	**340,3**
1964	446,6	759,1	444,2	337,1	290,5	240,4	257,2	214,1	182,5	263,7	302,0	441,8	**348,3**
1965	816,1	1123,2	827,6	506,8	530,6	386,5	342,3	301,5	265,5	360,9	452,1	487,4	**533,4**
1966	1419,2	672,8	1088,0	649,6	431,1	331,7	282,0	254,2	239,7	299,4	617,9	773,1	**588,2**
1967	1859,0	1981,0	1806,4	928,1	523,3	446,9	341,9	289,3	269,2	258,5	428,6	546,8	**806,6**
1968	829,9	485,1	598,9	369,3	264,4	229,2	214,4	222,2	229,5	234,4	211,0	384,4	**356,0**
1969	574,6	400,8	440,2	365,6	269,3	266,0	235,4	231,6	213,1	269,5	384,6	520,4	**347,6**
1970	410,5	345,4	380,5	321,4	266,4	228,6	238,9	212,5	289,0	287,5	314,6	315,9	**300,9**
1971	327,9	195,1	303,7	240,7	213,6	221,1	181,7	172,4	201,2	237,9	375,5	552,2	**268,6**
1972	400,9	464,5	894,3	459,3	279,2	270,5	261,0	234,8	203,8	310,4	405,4	506,2	**390,9**
1973	626,0	856,6	551,8	553,3	339,1	286,5	265,3	240,0	225,1	290,3	478,8	403,8	**426,4**
1974	605,5	581,9	763,4	591,4	329,2	306,8	272,5	230,2	208,8	257,8	252,9	427,9	**402,4**
1975	666,8	549,8	571,9	363,0	281,1	233,5	239,3	211,9	198,6	285,7	423,0	454,9	**373,3**
1976	422,7	596,1	699,8	533,8	381,8	420,2	434,5	294,4	397,8	460,5	568,2	836,8	**503,9**
1977	960,0	625,9	407,1	504,9	302,0	259,8	232,2	200,1	241,9	212,9	361,4	594,4	**408,5**
1978	889,6	657,4	695,5	362,0	299,9	287,8	249,3	219,1	203,2	216,8	336,2	376,4	**399,4**
1979	444,0	1115,5	622,3	436,7	368,7	319,3	276,9	259,9	281,6	240,8	412,6	489,9	**439,0**
1980	736,5	532,2	402,2	582,4	298,5	268,6	247,0	220,5	211,9	238,2	298,0	507,8	**378,7**
1981	731,4	582,0	534,3	408,4	286,1	256,9	219,4	198,3	187,2	252,7	399,3	650,0	**392,2**
1982	664,3	574,8	1279,4	874,2	409,0	368,3	307,3	289,9	209,0	277,8	309,7	838,6	**533,5**
1983	1550,4	1121,7	1039,0	904,7	587,5	1270,3	604,3	376,2	834,8	798,4	872,8	1212,3	**931,0**
1984	956,3	512,9	470,1	504,1	473,2	301,7	262,8	250,8	238,6	222,4	247,7	358,7	**400,0**
1985	902,8	1378,9	1483,5	750,9	484,2	391,7	307,5	271,9	265,3	267,4	311,7	459,8	**606,3**
1986	599,3	587,8	816,2	425,6	307,1	250,6	246,3	234,0	199,8	178,0	175,5	419,1	**369,9**
1987	669,5	896,5	549,0	738,2	518,2	437,8	262,5	207,8	208,8	215,5	246,0	518,0	**455,7**
1988	531,9	1646,1	1046,1	599,5	519,3	440,1	294,7	255,8	219,8	284,3	371,4	339,8	**545,7**
1989	700,7	1077,2	1024,4	630,2	362,7	378,7	288,8	282,3	269,5	272,4	305,2	422,2	**501,2**
1990	407,9	280,8	387,8	368,5	291,9	233,3	231,8	215,8	234,9	220,7	238,4	263,1	**281,2**
1991	690,3	655,3	696,1	1024,6	501,1	300,8	275,5	240,1	234,7	277,0	256,7	362,8	**459,6**
1992	870,3	528,8	433,0	349,8	316,7	248,0	245,3	216,2	305,4	350,4	475,3	491,6	**402,6**
1993	422,3	473,6	801,2	669,2	310,7	283,1	233,9	208,1	214,6	289,1	245,2	280,2	**369,3**
1994	607,2	347,2	586,0	517,9	467,9	312,9	253,2	237,3	202,4	200,4	276,4	440,3	**370,8**
1995	349,4	756,3	556,5	366,6	258,8	221,2	213,2	189,0	169,2	281,7	391,9	526,9	**356,7**
1996	918,7	1080,0	1387,8	697,9	419,3	311,7	269,1	245,8	386,5	292,1	713,4	762,6	**623,7**
1997	1396,0	849,4	742,7	433,1	344,6	333,4	212,7	202,2	225,3	263,3	298,7	410,3	**476,0**
1998	371,7	650,1	530,5	354,0	240,7	266,2	210,9	211,4	190,6	277,3	360,2	387,3	**337,6**
1999	733,6	941,3	805,2	422,0	279,5	281,2	246,3	215,8	200,6	215,8	274,7	480,8	**424,7**
2000	611,6	640,0	605,8	519,8	293,9	259,2	245,4	239,1	287,6	237,4	286,6	407,4	**386,1**
2001	466,2	449,6	400,3	363,8	264,3	229,7	204,3	187,9	196,2	224,4	293,1	395,9	**306,3**
2002	551,5	700,9	547,8	313,9	282,8	235,9	223,5	207,7	225,4	192,0	329,8	590,3	**366,8**
2003	771,6	547,7	521,0	397,2	310,6	274,4	256,1	246,5	241,9	292,2	369,5	533,9	**396,9**
2004	681,1	697,9	695,3	662,5	470,2	417,7	379,2	315,0	266,9	321,0	365,7	720,5	**499,4**
2005	744,0	1007,1	851,4	682,1	481,1	400,1	361,6	317,0	294,6	272,5	399,3	621,8	**536,1**
2006	451,9	852,6	608,5	391,9	324,9	285,3	256,7	254,1	248,7	328,4	429,8	628,4	**421,8**
2007	1181,8	795,6	444,7	384,3	340,1	299,2	252,6	257,8	214,1	237,0	356,7	409,4	**431,1**
Máxima	1859,0	2025,5	2255,3	1024,6	587,5	1270,3	604,3	376,2	834,8	798,4	872,8	1212,3	**931,0**
Média	727,8	790,1	782,2	531,9	358,9	312,8	265,5	236,9	241,0	268,4	349,2	512,5	**448,1**
Mínima	256,0	195,1	261,1	240,7	213,6	207,7	174,1	160,8	145,8	172,5	175,5	215,6	**235,8**

Como acontece de maneira geral por toda a bacia do Paraíba do Sul, o hidrograma característico (valores médios mensais), apresentado na **Figura 4.1.6-1**, mostra que o ano hidrológico em Itaocara inicia em outubro e se estende até setembro do ano seguinte, quando são registrados os níveis mais baixos no rio. O período de cheias acontece entre dezembro e abril.

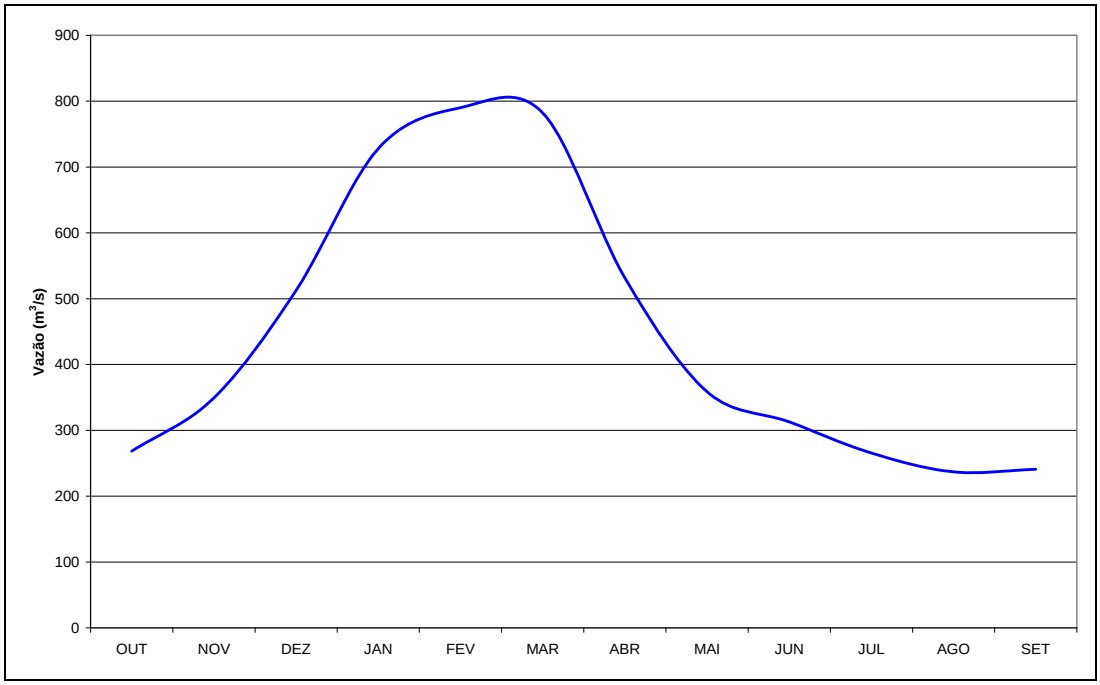

Figura 4.1.6-1 – Hidrograma Característico do Rio Paraíba do Sul na UHE Itaocara

Na **Figura 4.1.6-2**, são apresentados os fluviogramas de três anos selecionados para caracterizar o regime fluvial em um ano úmido, médio e seco. O ano hidrológico de 1960-1961 foi muito úmido, com vazão média anual entre os 5% maiores valores. A vazão média mensal em março ultrapassou os 1.600 m^3/s. No ano 2000-2001, que foi muito seco, as vazões médias mensais foram inferiores a 500 m^3/s durante todo o período. O fluviograma do ano médio 1998-1999 é muito semelhante ao do hidrograma característico.

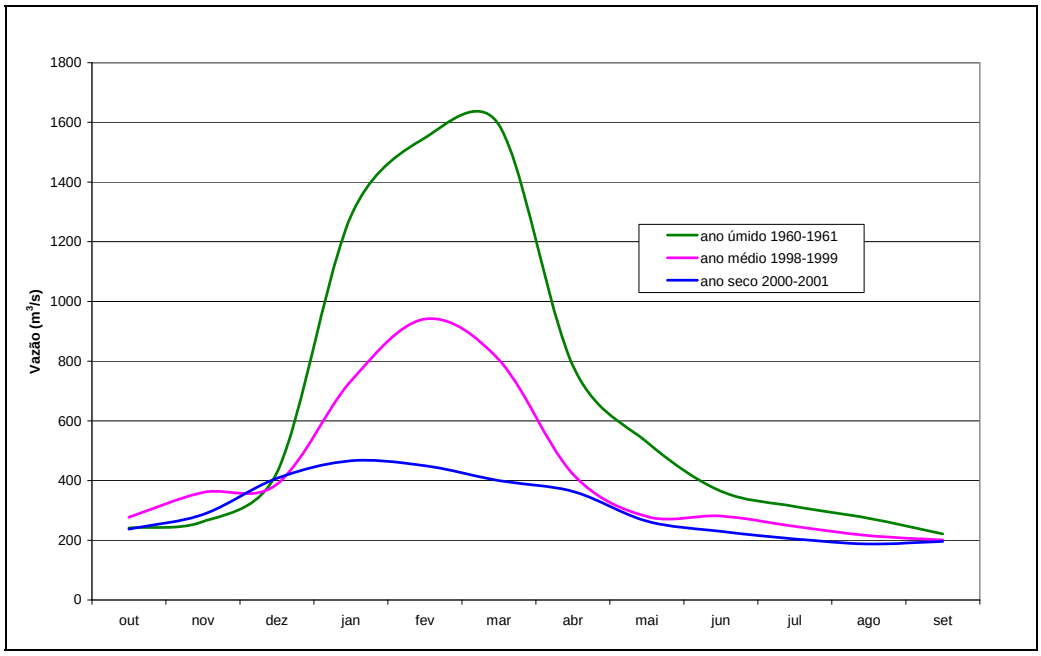

Figura 4.1.6-2 - Fluviogramas Anuais Característicos na UHE Itaocara

A curva de permanência de vazões médias mensais em Itaocara I é apresentada na **Figura 4.1.6-3**, e seus principais valores estão listados no **Quadro 4.1.6-2**.

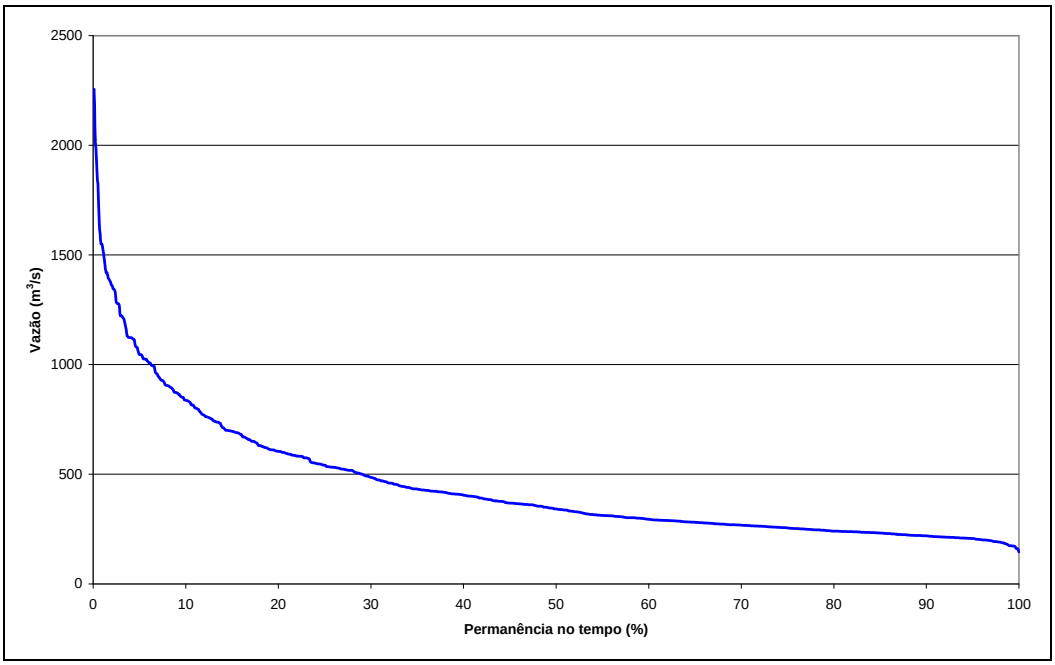

Figura 4.1.6-3 - Curva de Permanência de Vazões na UHE Itaocara

Quadro 4.1.6-2 - Permanência de Vazões Médias Mensais na UHE Itaocara (1931-2007)

Permanência (%)	Vazões (m³/s)
0	2255
5	1046
10	837
15	696
20	604
25	541
30	486
35	431
40	404
45	369
50	342
55	312
60	295
65	281
70	268
75	255
80	241
85	232
90	219
95	207
100	146

4.1.6.1 - Condições de Estabilidade das Margens (Item 4.1.1_137)

Conforme observado nas avaliações geotécnicas desse relatório (**Item 4.1.3**), as margens do reservatório terão uma elevação de nível d'água em toda a sua extensão. Esta elevação leva ao reequilíbrio dos taludes às novas poro-pressões exercidas pela água no solo e nas fraturas, o que leva à redução da resistência ao cisalhamento destes materiais, merecendo o acompanhamento pelo programa ambiental associado.

Quanto às praias, restritas a pequenas porções nas margens fluviais, estas serão inundadas pelo reservatório, podendo ser refeitas em áreas específicas da margem do reservatório, caso seja identificado pelo diagnóstico sócio-econômico como uma necessidade para usuários locais. No entanto, pela pouca expressividade geomorfológica dessa praia não configura-se um turismo e um uso intenso pela população.

Quanto às ilhas, a maioria delas será inundada e apenas as necessidades de indenização de proprietários deve ser considerada, além da biodiversidade, ambas representadas em seus programas específicos.

Quanto a instabilidades de taludes em áreas de ilha, poucas ilhas apresentam elevações significativas que chegarão a continuar como ilhas após o enchimento, a maioria delas é plana e por isso serão submersas. Os taludes que restarem emersos como ilhas, serão contemplados no programa de monitoramento de processos erosivos como os demais trechos de margem na mesma situação.

4.1.6.2 - Vazões na Estiagem (Item 4.1.2_134 e 135 do TR)

Com o intuito de aprofundar a caracterização das vazões extremas de estiagem, foi calculada a vazão mínima com 7 dias de permanência e 10 anos de recorrência ($Q_{7dias,10anos}$), conforme apresentado na Memória Técnica – Estudo de Vazões Mínimas (PCE/UHE Itaocara, julho de 2009).

A $Q_{7dias,10anos}$ é uma vazão de referência muito utilizada em questões ambientais. Para seu cálculo, foi utilizado o Estudo de Regionalização de Vazões da Sub-Bacia 58 (CPRM, Junho de 2002), que trata especificamente da bacia do Paraíba do Sul.

Os estudos desenvolvidos pela CPRM incluíram o ajustamento das distribuições teóricas de Weibull e Gumbel às séries de vazões mínimas anuais com 7 dias de duração, de todas as estações pré-selecionadas com mais de cinco anos de dados. Para a grande maioria dessas estações a distribuição que melhor se ajustou foi a de Weibull. Em decorrência da modificação das condições de operação do Sistema LIGHT, após o Decreto de 1978, somente foram considerados os dados fluviométricos observados após esse ano. No caso da sub-bacia 58 entre Barra do Piraí e a foz do rio Paraíba do Sul, foram determinadas equações regionais válidas para áreas de drenagem entre 17.645 e 55.450 km².

Os valores encontrados foram comparados com resultados obtidos pela COPPE em 2002, no Balanço entre Disponibilidade e Demandas Futuras dos Recursos Hídricos, em Quantidade e Qualidade, com Indicação de Conflitos Potenciais, do Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul. A COPPE apresenta, em seu trabalho supracitado, um estudo de regionalização que indica uma vazão $Q_{7dias,10anos}$ de 150 m³/s para a região a montante da confluência do rio Pomba.

Foram, então, definidas as vazões $Q_{7dias,10anos}$ de 152 m³/s e de 145 m³/s, para a UHE Itaocara, nas barragens de jusante e de montante, respectivamente.

Conforme apresentado no item anterior, a menor vazão média mensal da série histórica, no período 1931-2007, em Itaocara I foi 145,8 m^3/s, ocorrida em setembro de 1955. Em Itaocara II, a vazão mínima, ocorrida na mesma data, foi 141,5 m^3/s.

No entanto, deve ser ressaltado que a implantação de diversos empreendimentos na bacia provocou alterações significativas no regime fluvial. Buscou-se então caracterizar as condições hidrológicas dos últimos 40 anos, depois das alterações provocadas pela implantação da UEL Santa Cecília e da UHE Funil. A menor vazão da série histórica de vazões médias mensais no período 1969-2007 foi 169,2 m^3/s, na barragem de jusante, e 163,7 m^3/s no eixo de montante.

Analisando os hidrogramas de 1969 a 2007, apresentados na **Figura 4.1.6-4**, pode-se verificar que, pelo menos em três anos, os valores da vazão média mensal foram aproximadamente 170 m^3/s (ago/1971, nov/1986 e set/1995) na barragem de jusante.

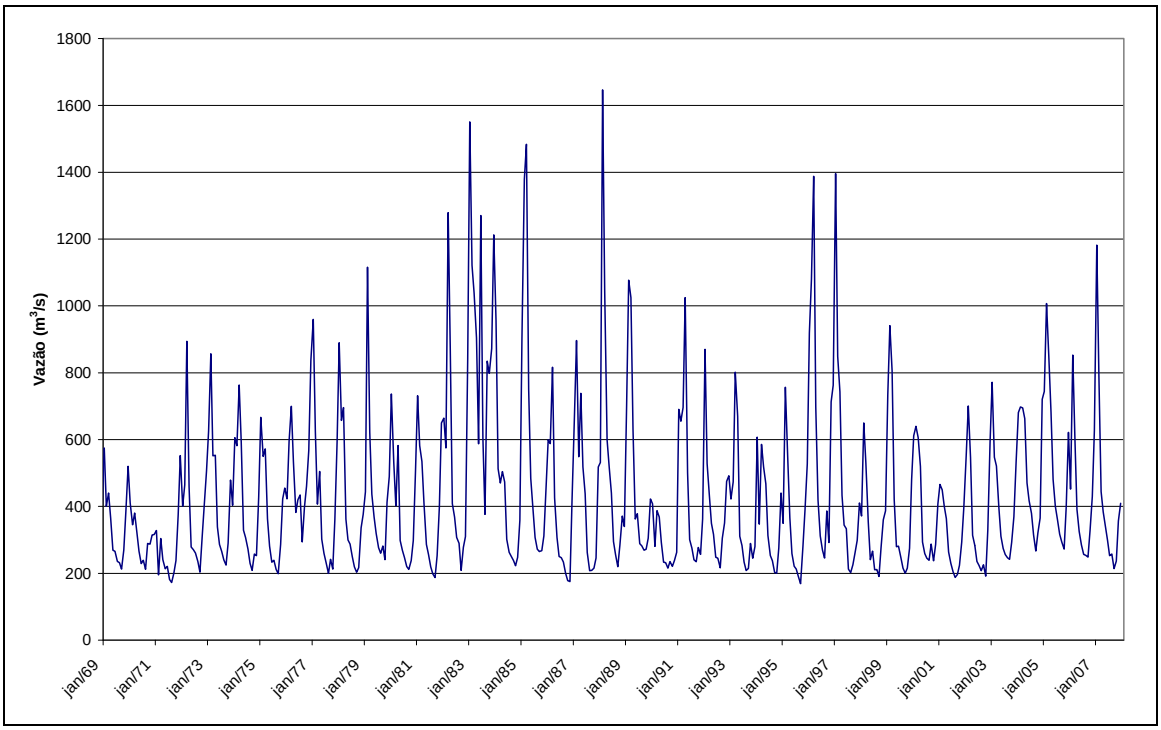

Figura 4.1.6-4 - Vazões Médias Mensais (1969-2007) na UHE Itaocara

4.1.6.3 - Vazões nas Cheias (Item 4.1.2_132 e 133 do TR)

Conforme visto anteriormente, a maior vazão média mensal da série histórica, de 1931 a 2007, em Itaocara I foi 2.255 m^3/s, ocorrida em março de 1947.

Com o intuito de aprofundar a caracterização das vazões extremas durante as cheias, foi realizada uma análise estatística das vazões máximas anuais do posto fluviométrico Anta (código 59630002), que é o mais próximo do sítio da UHE Itaocara e com maior histórico de dados (1930-2005), conforme apresentado na Memória Técnica das Vazões Máximas (PCE/UHE Itaocara, Julho de 2009).

Buscando desconsiderar o amortecimento de cheias a partir de dezembro de 1969, início da operação na UHE Funil, num critério de maior segurança, foram realizadas correlações com os postos de Queluz (58235100) e Pindamonhangaba (58183000), localizadas a montante da referida usina. O **Quadro 4.1.6-3** apresenta os resultados obtidos para diversos tempos de recorrência.

Quadro 4.1.6-3 - Vazões Máximas Anuais na UHE Itaocara

Tempo de Recorrência (anos)	Vazões Máximas Anuais			
	Barragem Jusante		Barragem Montante	
	Média diária	Instantânea	Média diária	Instantânea
5	2.894	3.231	2.819	3.150
10	3.443	3.844	3.354	3.748
20	3.970	4.432	3.867	4.321
25	4.137	4.619	4.029	4.503
50	4.651	5.194	4.531	5.063
100	5.162	5.764	5.028	5.619
200	5.671	6.332	5.524	6.173
500	6.343	7.082	6.178	6.904
1.000	6.850	7.649	6.672	7.456
10.000	8.535	9.530	8.314	9.291

Esses resultados foram comparados com as vazões decamilenares obtidas em estudos anteriores para a própria UHE Itaocara e outros aproveitamentos hidrelétricos do rio Paraíba do Sul, apresentadas na **Figura 4.1.6-5**.

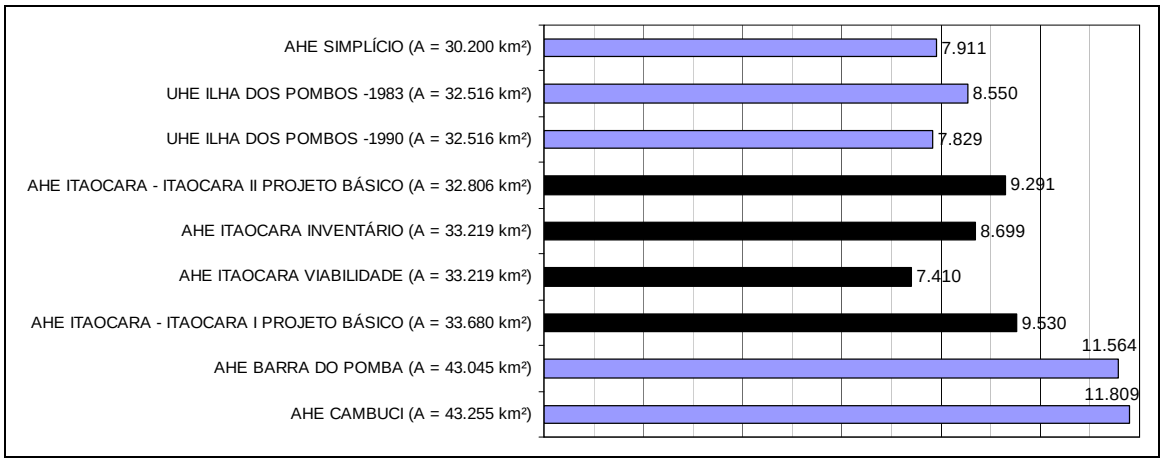

Figura 4.1.6-5 - Comparação das Vazões Máximas Anuais Decamilenares (m³/s)

A vazão decamilenar é um importante resultado, pois deverá definir o dimensionamento das estruturas extravasoras das futuras barragens. No recente estudo, a vazão decamilenar em Itaocara I é 9.530 m^3/s, o maior valor entre todos os estudos desenvolvidos para esse aproveitamento. Esse resultado é compatível com os valores obtidos nas outras usinas, de Ilha dos Pombos, Simplício, Barra do Pomba e Cambuci.

O estudo das vazões máximas anuais é relevante também porque seus resultados serão utilizados para avaliar os efeitos do remanso, associado a diversos tempos de recorrência, provocado pelos reservatórios e suas eventuais interferências com as condições locais.

4.1.6.3.1 - Estudos Hidrológicos - Vazões Máximas

a. Descrição da metodologia

A descrição da metodologia adotada no estudo das vazões máximas está apresentada no item 3.3.3.3.1.2 - Vazões Máximas (Caracterização do Empreendimento).

b. Séries de vazões máximas anuais nos postos utilizados e no eixo da barragem.

O posto fluviométrico utilizado foi o posto de Anta. A série de vazões máximas anuais nesse posto está apresentada também no item de Caracterização do Empreendimento, no Quadro 3.3.3-20 – Vazões Médias Diárias Máximas Anuais no Posto Anta.

Não existe posto fluviométrico no eixo da barragem, de modo que não existe uma série de vazões máximas anuais nesse local. Depois do ajuste e escolha de uma distribuição de probabilidade para a série do posto de Anta, os resultados obtidos nesse local para os diversos

tempos de recorrência foram transferidos para o eixo de cada barragem, através da aplicação de um coeficiente de proporcionalidade entre as áreas de drenagem dos dois locais (barragem e posto). Os resultados no posto de Anta e os valores transferidos para os eixos das barragens estão apresentados no Quadro 3.3.3-19 – Vazões de Cheia.

c. Ajuste a distribuição da probabilidade

No parágrafo anterior ao Quadro 3.3.3-19 – Vazões de Cheia do EIA, é mencionado que foi utilizada a distribuição de probalilidade de Gumbel.

d. Estatísticas

O EIA não apresenta as estatísticas da série de vazões máximas anuais no posto Anta. Essas estatísticas estão apresentadas no **Quadro 4.1.6-4**, extraído do relatório do projeto básico (PCE/UHE Itaocara, Tabela 4.29).

Quadro 4.1.6-4 - Parâmetros Estatísticos da Série de Vazões Máximas Anuais no Posto Anta

N° Eventos	77
Máxima (m^3/s)	4.881
Média (m^3/s)	2.015
Mínima (m^3/s)	878
Desvio Padrão	852
Coef. de Variação	0,423
Assimetria	1,44

e. Média das vazões máximas anuais (cheia média anual)

Como pode ser verificado no **Quadro 4.1.6-4**, a média das vazões máximas anuais (cheia média anual) no posto fluviométrico Anta foi 2.015 m3/s, no período de 1931 a 2007.

f. Desvio padrão

Como pode ser verificado no **Quadro 4.1.6-4**, o desvio padrão da série de vazões máximas anuais, no período de 1931 a 2007, no posto Anta é 852 m3/s.

g. Assimetria

Como pode ser verificado no **Quadro 4.1.6-4**, a assimetria da série das vazões máximas anuais no posto Anta é 1,44.

h. Gráficos e frequências calculadas

Os resultados para os eixos das barragens estão apresentados no **Quadro 4.1.6-3 -** Vazões Máximas Anuais na UHE Itaocara.

As frequências calculadas para o posto de Anta estão no Quadro 3.3.3-19 – Vazões de Cheia, no item de Caracterização do Empreendimento.

i. Frequência empírica, Gumbel e exponencial

A distribuição de probabilidade exponencial não foi utilizada nos estudos de Itaocara, porque a assimetria da série de vazões máximas anuais do posto de Anta indicou a distribuição Gumbel como mais adequada.

Sobre a frequência empírica, o gráfico a seguir permite avaliar visualmente a aderência dos pontos representativos dos dados amostrais à distribuição Gumbel (PCE/UHE Itacocara, Projeto Básico, Figura 4.31).

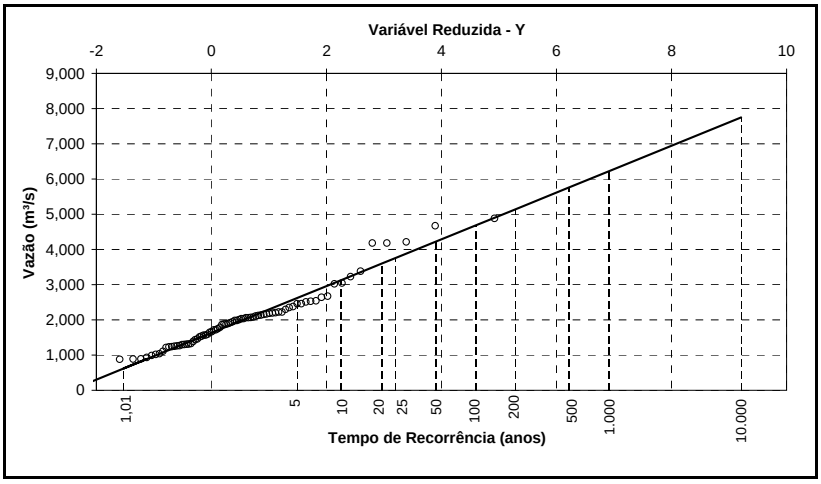

Figura 4.1.6-6 - Gráfico de Gumbel Relativo a Vazões de Cheia - Rio Paraíba do Sul no Posto Anta

Para seleção da distribuição de probabilidade a ser empregada na série de vazões máximas anuais, foi seguida a recomendação do "Guia para Cálculo de Cheia de Projeto de Vertedouro - MME - ELETROBRÁS - 1987", que preconiza a utilização da distribuição de Gumbel para séries com assimetria inferior a 1,5.

Apesar de não constar do EIA, a assimetria foi o critério adotado para seleção da distribuição de probabilidade, conforme recomendado também no Termo de Referência do EIA. Como a assimetria da série de vazões máximas anuais do posto de Anta é 1,44, foi adotada a distribuição de probabilidade de Gumbel.