

**ELABORAÇÃO DA DECLARAÇÃO DE RESERVA DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA
E DE ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO
DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO ESTADO DO CEARÁ**

**ETAPA V
RELATÓRIO FINAL**

**TOMO 4
PCH DO AÇUDE ARACOIABA**

1. INTRODUÇÃO

No presente Tomo 1 do relatório da “ETAPA V – RELATÓRIO FINAL” apresentam-se os dados específicos relativos à Pequena Central Hidrelétrica (PCH) do Açude Aracoiaba e são definidas as características de dimensionamento adotadas para esse aproveitamento.

No Tomo 0, relativo à Memória Geral, foram apresentados os estudos realizados que conduziram à definição das características principais desta PCH, sendo nos parágrafos seguintes efetuada a descrição da solução adotada.

No Capítulo 2 é indicada a localização do aproveitamento hidrelétrico e apresentadas as suas características de dimensionamento principais, incluindo os aspectos hidrológicos e de produção de energia.

O Capítulo 3 refere-se à implantação da PCH, à descrição das estruturas e à definição dos equipamentos electromecânicos e instalações elétricas.

Em anexo é incluído um desenho com a localização do aproveitamento e a delimitação da respectiva bacia hidrográfica (Anexo 1), são apresentadas fotografias do local de implantação da PCH (Anexo 2) e são resumidos os resultados da simulação da exploração do aproveitamento (Anexo 3).

2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA PCH

2.1. LOCALIZAÇÃO

A PCH do açude Aracoiaba será implantada no pé-de-barragem desse açude existente, utilizando as atuais estruturas de tomada de água.

Na construção do açude Aracoiaba foi executada uma instalação com turbobombas e prevista a eventual construção, numa segunda fase, de uma central hidrelétrica no pé-de-barragem.

Atendendo às estruturas já executadas para alimentação da turbobomba, a alimentação da futura central hidrelétrica deverá ser realizada através da execução de um derivante nessa tubulação. Essas condições limitam a vazão de equipamento da central, dado que a atual tubulação só permite a captação de vazões de aproximadamente até 2,0 m³/s.

A implantação do edifício da usina ficará no trecho de rio entre a saída da galeria da barragem e o edifício das turbobombas, em princípio do lado da margem esquerda.

Na Figura 2.1 apresenta-se a localização da PCH e respectivos acessos. No Anexo 1 é delimitada a bacia hidrográfica definida pelo açude do aproveitamento.

No Anexo 2 são apresentadas fotografias que mostram as infra-estruturas existentes e a localização prevista para a PCH.

2.2. AÇUDE ARACOIABA

O açude Aracoiaba fica localizada no município de Aracoiaba, no rio do mesmo nome, que se integra na região das Bacias Metropolitanas.

O açude Aracoiaba, barra o rio com o mesmo nome, aproximadamente a 17 km da cidade de Aracoiaba-CE. A partir de Fortaleza, o acesso rodoviário é feito pela rodovia CE-060. Antes de Aracoiaba, em Antônio Diogo, aproximadamente ao km 59, dobra-se à esquerda e o acesso ao local do barramento é feito por uma estrada de terra em razoáveis condições de tráfego, percorrendo-se uma distância de 14 km, na direção de Vazantes.

PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO ESTADO DO CEARÁ ESTUDO DE VIABILIDADE

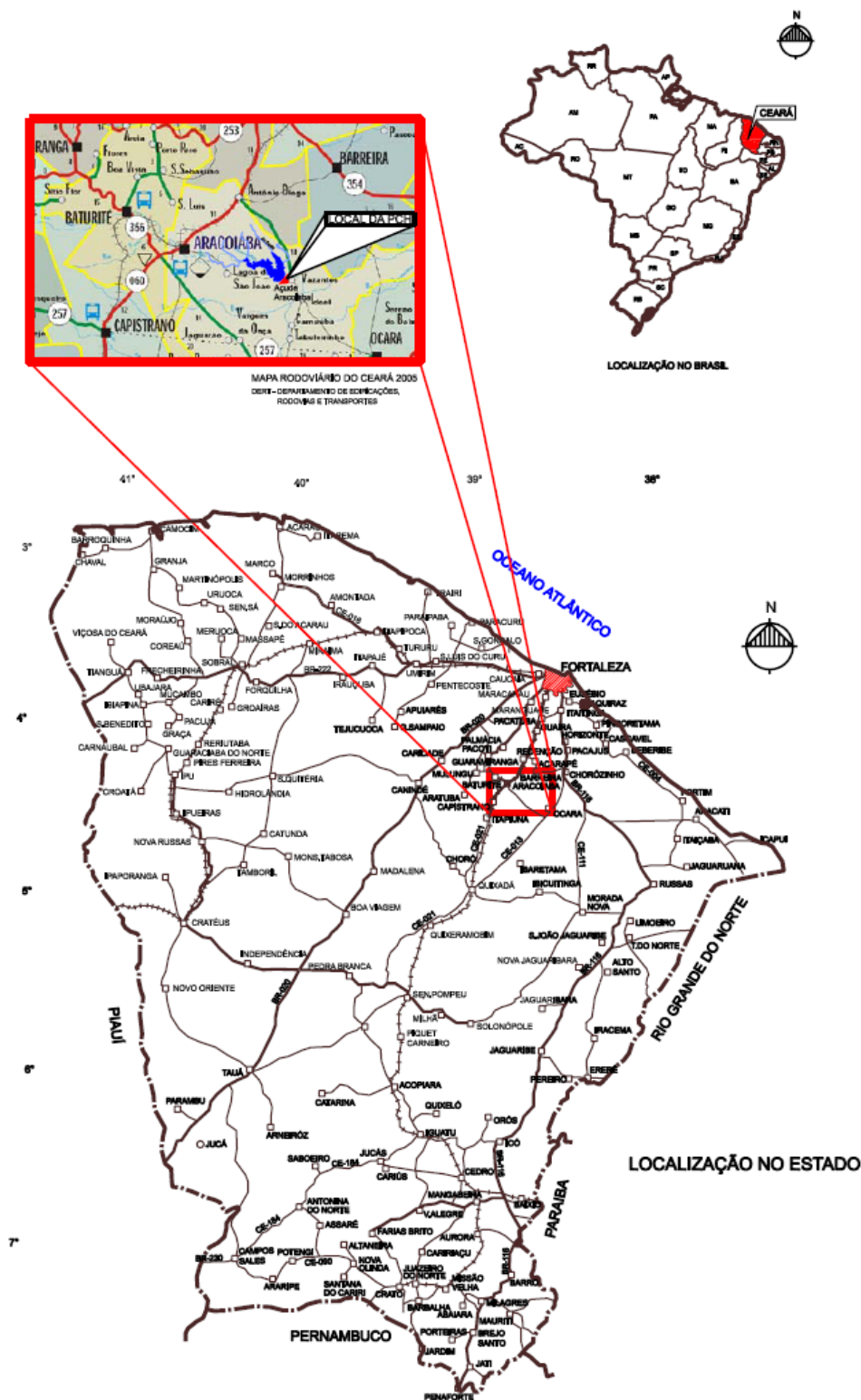


Figura 2.1
Localização e acesso à PCH do açude Aracoiaba

O açude Aracoiaba, inaugurado em 2002, tem por objetivo principal o fornecimento de água para abastecimento das localidades de Baturité e Aracoiaba e o reforço do abastecimento de água a Fortaleza. Outras utilizações desta barragem são a irrigação de culturas agrícolas de áreas a montante e a jusante.

A vazão regularizada por este açude ($85 \text{ hm}^3/\text{ano}$) é utilizada para abastecimento público nos municípios de Aracoiaba e Baturité e para rega nas zonas próximas ao reservatório. Estas condições exigem cerca de $14 \text{ hm}^3/\text{s}$, sendo até $4 \text{ hm}^3/\text{ano}$ para abastecimento público e $10 \text{ hm}^3/\text{ano}$ para rega na orla do reservatório.

A restante vazão disponível é utilizada a jusante para rega, reforço de abastecimento de água à região metropolitana de Fortaleza, e hipoteticamente para instalação de uma hidrelétrica.

A maior parte da água ficará assim disponibilizada para outras utilizações, nomeadamente para rega e para reforço do abastecimento a Fortaleza. Nestas condições, essas vazões serão liberadas para jusante na calha do rio pela estrutura de tomada de água, pelo que poderia revelar-se interessante a instalação de uma pequena central hidrelétrica junto ao pé de jusante do açude.

Na construção do açude foi executada uma estrutura com turbobombas, com captação através de uma tubulação DN 600 mm instalada no interior da galeria de descarga de fundo e tomada de água, que se prolonga no exterior ao longo do leito da ribeira. O edifício das turbobombas situa-se do lado da margem direita, a cerca de 50 m da saída da galeria da barragem. Esta instalação nunca operou, faltando concluir parte do sistema de recalque e de distribuição a jusante.

2.3. CARACTERÍSTICAS DE DIMENSIONAMENTO

2.3.1. Queda bruta e queda útil

A queda bruta disponível no aproveitamento corresponde à diferença entre os níveis de água a montante e a jusante, sendo em consequência variável em função do nível de água no reservatório a montante.

Da consideração das perdas de carga no circuito hidráulico, também variáveis em função da vazão turbinada, resulta a determinação da queda útil disponível para produção de energia.

Considerou-se que a queda útil nominal corresponde ao nível de água no reservatório a montante à cota 93,00 m (2,00 m inferior ao nível máximo normal, NNR, de 95,00 m), ou seja aproximadamente igual ao nível médio da superfície da água no reservatório nos períodos de produção de energia.

A queda máxima disponível é definida essencialmente pelo nível máximo no reservatório, verificando-se contudo que para níveis de água superiores ao valor nominal poderá ser necessário limitar a vazão turbinada de forma a turbina não exceda a potência máxima permitida pelos alternadores (geralmente admite-se que os alternadores poderão funcionar até 115% da potência nominal respectiva).

A queda mínima disponível é definida essencialmente pelo nível mínimo de exploração do reservatório, podendo contudo ser também condicionada pelos limites de operação das turbinas. No presente caso o nível mínimo de exploração do reservatório para abastecimento de água encontra-se à cota 75,00 m, o que não garante uma queda útil disponível compatível com as características de funcionamento das turbinas (o tipo de grupos previstos permite o funcionamento até uma potência mínima de cerca de 35% da potência nominal instalada). Definiu-se assim um nível mínimo de exploração para turbinamento à cota 87,50 m, que assegura a potência disponível mínima necessária para operação das turbinas.

O nível de água a jusante da PCH corresponde ao nível no canal de restituição (comum à da tomada de água do açude), sendo diretamente variável em função da vazão turbinada em cada instante.

A jusante considera-se como valor nominal o nível de água correspondente ao turbinamento da vazão nominal, ou seja a cota 66,00 m. O nível máximo de água a jusante, em situação de cheia, corresponderá a um valor ligeiramente inferior à cota da plataforma de implantação do edifício das turbobombas. A cota da plataforma existente (aproximadamente 69,00 m) será também adotada para a implantação da plataforma de acesso à central.

Resultam assim os seguintes valores de cálculo:

- Nível de água a montante
 - Máximo (NNR) 95,00 m
 - Nominal 93,00 m
 - Mínimo (abastecimento / turbinamento)..... 75,00 / 87,50 m

- Nível de água a jusante
 - Máximo (situação de cheia ~ cota da plataforma) 69,00 m
 - Nominal (vazão máxima de turbinamento) 66,00 m
 - Mínimo (vazão mínima de turbinamento)..... 66,00 m
- Queda bruta
 - Máximo..... 29,0 m
 - Nominal 27,0 m
 - Mínimo 21,5 m
- Perda de carga máxima..... 2,0 m
- Queda útil
 - Máximo..... 27,0 m
 - Nominal 25,0 m
 - Mínimo 19,5 m

2.3.2. Vazão de equipamento

Em resultado dos estudos de otimização econômica realizados (ver Tomo 0 – Memória Geral), foi considerada a execução da PCH numa única fase, tendo sido adotados os seguintes valores de vazão de equipamento e respetiva potência instalada:

- Número de grupos 1
- Vazão nominal de equipamento 2,0 m³/s
- Potência instalada..... 0,42 MW

3. SIMULAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DO APROVEITAMENTO

3.1. DADOS DE CARACTERIZAÇÃO DO APROVEITAMENTO

3.1.1. Considerações prévias

Os estudos de simulação da exploração realizados para o aproveitamento visam a definição da capacidade de regularização de vazões para abastecimento e para irrigação, bem como o potencial disponível para produção de energia hidrelétrica.

Esta quantificação é efetuada através da utilização de um modelo de simulação hidráulica da exploração do aproveitamento (SIMPCH), desenvolvido especificamente para o presente estudo, descrito no Tomo 0 do presente relatório. Este programa considera os escoamentos afluentes, as demandas hídricas na bacia, o estado de enchimento do reservatório e as regras de operação estabelecidas para o aproveitamento.

Atendendo à grande capacidade de armazenamento do reservatório, a simulação da exploração é efetuada a nível mensal, tendo-se considerado uma série histórica de 83 anos hidrológicos de deflúvios mensais. Esta série pode considerar-se bastante longa, sendo assim possível obter valores médios da capacidade de regularização do açude e de produção de energia com razoável grau de segurança.

Nas seções seguintes indicam-se os dados de entrada do modelo de simulação e são apresentados os resultados obtidos para a configuração adotada.

3.1.2. Bacia hidrográfica

O açude Aracoiaba, situa-se no rio Aracoiaba próximo da localidade com o mesmo nome, dominando uma área de drenagem de 588,6 km² (ver desenho em anexo).

A vazão afluente média anual é estimada em 155,0 hm³/ano (4,9 m³/s), ou seja uma altura de escoamento de 263 mm.

No Quadro 3.1 apresentam-se as principais características da bacia hidrográfica definidas na seção do açude.

Quadro 3.1

Características da bacia hidrográfica na seção do açude

Açude / Aproveitamento	Linha de água	Área (km ²)	Precipitação média anual (mm)	Escoamento médio anual		
				(mm)	(hm ³)	(m ³ /s)
Aracoiaba	Aracoiaba	588,6	1 100,0	263,0	155,0	4,9

3.1.3. Escoamentos

A série de escoamentos gerados na bacia hidrográfica do açude Aracoiaba, utilizada para o presente estudo e apresentada no Quadro 3.2, corresponde a deflúvios mensais para um período de 83 anos.

Na Figura 3.1 são representados os escoamentos anuais e na Figura 3.2 os escoamentos médios mensais.

3.1.4. Evaporação

A evaporação ao nível do reservatório admite-se constante em cada ano ao longo do período de simulação. Foram utilizados valores médios mensais da evaporação registados na estação climatológica de Fortaleza, que se considera característica da região.

A evaporação no reservatório é considerada igual a 70% da evaporação registada em tina classe A. Com base na evaporação no reservatório e na precipitação média mensal (nas bacias hidrográficas), determinou-se a evaporação real. Valores negativos da evaporação real significam um excesso de precipitação direta no reservatório.

No Quadro 3.3 apresentam-se os valores da precipitação e evaporação real considerados no cálculo da evaporação real no reservatório.

PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO ESTADO DO CEARÁ ESTUDO DE VIABILIDADE



Quadro 3.2 (1/2)

Açude Aracoiaba - Série de escoamentos mensais afluentes

Ano	Escoamento mensal (hm³)												Total anual (hm³)	Total anual (m³/s)
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
1 914	55.58	9.42	2.65	0.92	0.71	0.07	4.00	0.12	0.02	0.02	0.03	0.01	73.6	2.33
1 915	0.24	0.02	0.91	8.47	0.20	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	14.99	24.9	0.79
1 916	4.27	0.18	57.46	14.64	33.59	2.85	0.09	0.02	0.01	0.02	0.32	0.05	113.5	3.60
1 917	73.95	96.66	238.50	51.66	69.62	29.49	8.06	0.16	0.01	0.02	0.03	0.05	568.2	18.01
1 918	4.02	10.32	18.18	23.13	15.21	6.59	0.43	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	78.0	2.47
1 919	2.35	1.30	0.06	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	3.9	0.12
1 920	0.01	0.02	121.69	118.32	40.69	16.75	3.70	0.07	0.01	0.02	0.01	0.02	301.3	9.55
1 921	0.82	42.38	106.30	82.13	68.80	22.73	6.87	0.50	0.01	0.02	0.12	0.01	330.7	10.48
1 922	0.03	18.38	2.81	240.34	51.93	27.32	13.62	1.96	0.15	0.01	0.85	23.08	380.5	12.06
1 923	0.04	42.50	12.99	40.39	4.51	1.41	0.54	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	102.5	3.25
1 924	1.75	146.66	197.88	721.41	115.82	56.42	26.89	4.18	0.03	0.02	0.03	0.05	1271.1	40.28
1 925	26.75	20.36	35.18	52.63	10.22	2.50	0.64	0.02	0.06	0.02	0.01	0.02	148.4	4.70
1 926	0.04	23.65	69.94	40.91	20.06	6.40	0.33	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	161.4	5.11
1 927	0.03	13.61	30.00	18.89	6.91	1.17	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.64	71.3	2.26
1 928	0.02	0.02	39.17	47.53	12.22	1.13	0.05	0.01	0.01	0.02	0.02	0.81	101.0	3.20
1 929	0.29	22.31	57.38	31.99	15.55	5.71	1.25	0.01	0.01	0.01	0.01	0.81	135.3	4.29
1 930	0.07	0.11	30.35	9.73	3.01	0.34	0.12	0.02	0.01	0.04	0.02	0.02	43.8	1.39
1 931	0.04	15.92	8.98	3.02	0.73	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	28.9	0.91
1 932	0.30	0.09	0.18	0.16	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.9	0.03
1 933	2.94	7.39	32.67	90.78	19.01	2.53	0.06	0.02	0.01	0.01	0.08	0.04	155.6	4.93
1 934	0.31	10.09	131.07	40.47	50.48	15.90	3.71	0.27	0.02	0.01	0.02	0.07	252.4	8.00
1 935	0.18	27.36	36.35	60.95	42.48	12.21	2.34	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	181.9	5.77
1 936	0.02	22.53	20.52	0.91	1.15	0.14	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	45.4	1.44
1 937	0.05	26.89	21.86	49.59	9.00	1.86	0.29	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	109.6	3.47
1 938	0.03	0.02	83.78	29.83	13.80	2.57	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	130.1	4.12
1 939	0.02	17.79	54.98	7.23	2.29	0.52	0.02	0.02	0.01	0.02	0.05	0.01	82.9	2.63
1 940	0.15	2.25	133.60	93.58	50.85	28.92	10.21	1.14	0.02	0.01	0.01	0.03	320.8	10.16
1 941	0.04	0.24	80.82	7.48	4.10	0.44	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	93.2	2.95
1 942	0.04	6.90	0.48	0.12	0.04	0.01	0.01	0.02	0.01	0.23	0.02	0.03	7.9	0.25
1 943	0.02	4.40	37.81	15.43	1.83	0.12	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	59.7	1.89
1 944	0.06	0.08	4.37	26.35	4.54	0.62	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	8.66	44.8	1.42
1 945	1.34	17.14	7.96	9.54	41.28	3.42	0.22	0.02	0.01	0.02	0.02	0.09	81.1	2.57
1 946	2.65	3.47	4.99	11.29	2.74	0.30	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1.57	27.1	0.86
1 947	0.08	0.20	62.61	62.06	21.30	3.16	0.61	0.02	0.01	0.01	0.27	0.13	150.5	4.77
1 948	0.06	0.05	72.99	18.99	10.04	1.66	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.08	104.0	3.29
1 949	0.02	0.27	5.19	22.75	2.37	1.00	0.03	0.02	0.01	0.02	0.46	0.06	32.2	1.02
1 950	0.15	0.05	23.00	111.24	25.38	6.57	0.65	0.02	0.01	0.10	0.02	0.02	167.2	5.30
1 951	0.10	0.05	0.47	11.40	1.17	0.23	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	13.6	0.43
1 952	0.02	0.17	3.76	22.95	10.88	0.39	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.11	38.4	1.22
1 953	0.02	0.08	0.68	3.68	3.40	0.59	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.02	8.6	0.27
1 954	0.02	0.22	6.24	6.92	0.65	0.17	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	14.3	0.45
1 955	0.29	10.11	18.96	17.63	4.21	1.00	0.06	0.02	0.01	0.02	0.01	0.14	52.5	1.66
1 956	0.01	75.51	36.37	75.77	14.21	2.54	0.71	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	205.2	6.50
1 957	5.73	0.17	70.98	97.30	20.91	4.80	0.43	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	200.4	6.35
1 958	0.03	0.03	0.76	0.10	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	1.1	0.03
1 959	0.06	1.15	5.91	7.87	2.93	0.09	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	18.1	0.57
1 960	0.01	0.02	161.14	30.57	19.17	5.69	0.43	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	217.1	6.88

PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO ESTADO DO CEARÁ ESTUDO DE VIABILIDADE



Quadro 3.2 (2/2)

Açude Aracoíaba - Série de escoamentos mensais afluentes

Ano	Escoamento mensal (hm³)												Total anual (hm³)	Total anual (m³/s)
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
1 961	3.58	14.16	54.55	23.73	10.55	2.12	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	109.4	3.47
1 962	2.33	0.43	35.36	32.90	10.28	2.40	0.19	0.02	0.02	0.01	0.02	0.11	84.1	2.66
1 963	0.19	31.72	109.08	43.49	18.12	3.18	0.42	0.01	0.01	0.02	0.06	0.70	207.0	6.56
1 964	0.63	7.59	59.23	105.28	39.97	23.37	6.34	0.20	0.02	0.01	0.01	0.01	242.7	7.69
1 965	0.07	0.02	15.88	92.37	43.07	17.16	3.12	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	171.8	5.44
1 966	0.02	67.67	5.20	2.67	4.33	1.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.01	81.0	2.57
1 967	0.10	16.64	58.95	129.46	93.49	18.85	5.03	0.41	0.01	0.01	0.01	0.03	323.0	10.23
1 968	1.43	0.11	116.06	18.67	25.95	8.60	0.41	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	171.3	5.43
1 969	5.30	0.57	27.08	54.51	10.25	4.93	0.31	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	103.0	3.26
1 970	1.32	0.12	37.27	2.54	0.45	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	41.8	1.33
1 971	0.11	14.80	10.30	20.89	9.12	2.71	0.66	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	58.7	1.86
1 972	9.62	2.20	4.51	5.35	2.71	0.68	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.12	25.3	0.80
1 973	0.04	2.58	12.73	115.13	35.59	15.37	4.93	0.61	0.02	0.02	0.01	0.02	187.0	5.93
1 974	16.08	55.84	159.08	391.17	79.76	42.65	18.92	0.91	0.02	0.01	0.01	0.02	764.5	24.23
1 975	0.68	0.48	60.03	23.38	28.47	8.87	6.76	1.81	0.01	0.01	0.01	0.06	130.6	4.14
1 976	0.04	6.45	25.19	11.59	0.99	0.04	0.02	0.01	0.03	0.09	0.02	0.07	44.5	1.41
1 977	0.05	0.11	14.04	51.36	36.82	9.95	2.79	0.22	0.02	0.01	0.01	0.14	115.5	3.66
1 978	0.24	18.16	14.66	2.66	30.07	2.00	0.35	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	68.3	2.16
1 979	1.35	0.21	0.42	5.27	19.05	0.58	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.03	27.0	0.86
1 980	0.26	66.63	66.36	7.69	1.49	0.16	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.02	142.7	4.52
1 981	0.12	0.05	148.75	59.85	9.50	0.39	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	218.8	6.93
1 982	0.07	0.37	1.09	17.54	8.49	0.65	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	28.3	0.90
1 983	0.02	4.97	10.92	2.69	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	18.7	0.59
1 984	0.02	0.06	41.65	155.60	42.83	18.29	5.05	0.50	0.01	0.02	0.01	0.01	264.1	8.37
1 985	14.21	101.63	186.30	420.63	269.40	42.53	26.45	5.33	0.02	0.01	0.02	1.80	1068.3	33.85
1 986	0.20	6.29	94.36	88.12	43.51	21.53	7.38	1.23	0.02	0.02	0.02	0.03	262.7	8.32
1 987	0.39	0.08	56.13	46.28	7.02	1.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	111.0	3.52
1 988	0.21	0.17	43.00	79.01	38.38	7.42	1.96	0.02	0.01	0.01	0.01	1.21	171.4	5.43
1 989	0.10	0.02	38.62	181.72	92.86	29.88	11.16	1.07	0.02	0.02	0.02	37.77	393.2	12.46
1 990	2.72	0.06	0.11	7.83	15.50	0.08	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	26.4	0.84
1 991	0.06	0.13	18.89	7.31	8.55	0.77	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	35.8	1.13
1 992	16.57	35.62	15.40	38.82	2.55	0.45	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	109.5	3.47
1 993	0.02	0.33	0.48	0.17	0.21	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	1.3	0.04
1 994	1.03	0.67	2.39	21.53	4.20	4.43	1.08	0.02	0.02	0.01	0.01	0.90	36.3	1.15
1 995	5.22	0.22	27.94	76.46	18.46	7.12	1.86	0.03	0.02	0.01	0.28	0.02	137.6	4.36
1 996	0.95	1.64	16.87	34.55	66.60	6.10	0.58	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	127.4	4.04
Mínimo.....	0.01	0.02	0.06	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.9	0.03
Média.....	3.26	13.94	45.06	58.04	23.84	7.03	2.32	0.26	0.02	0.02	0.05	1.16	155.0	4.91
Máximo.....	73.95	146.66	238.50	721.41	269.40	56.42	26.89	5.33	0.15	0.23	0.85	37.77	1 271	40.28
Escoamento médio mensal (m³/s)														
Mínimo.....	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	-
Média.....	1.22	5.71	16.82	22.39	8.90	2.71	0.87	0.10	0.01	0.01	0.02	0.43	4.91	-
Máximo.....	27.61	60.09	89.05	278.32	100.58	21.77	10.04	1.99	0.06	0.08	0.33	14.10	40.28	-

PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO ESTADO DO CEARÁ ESTUDO DE VIABILIDADE

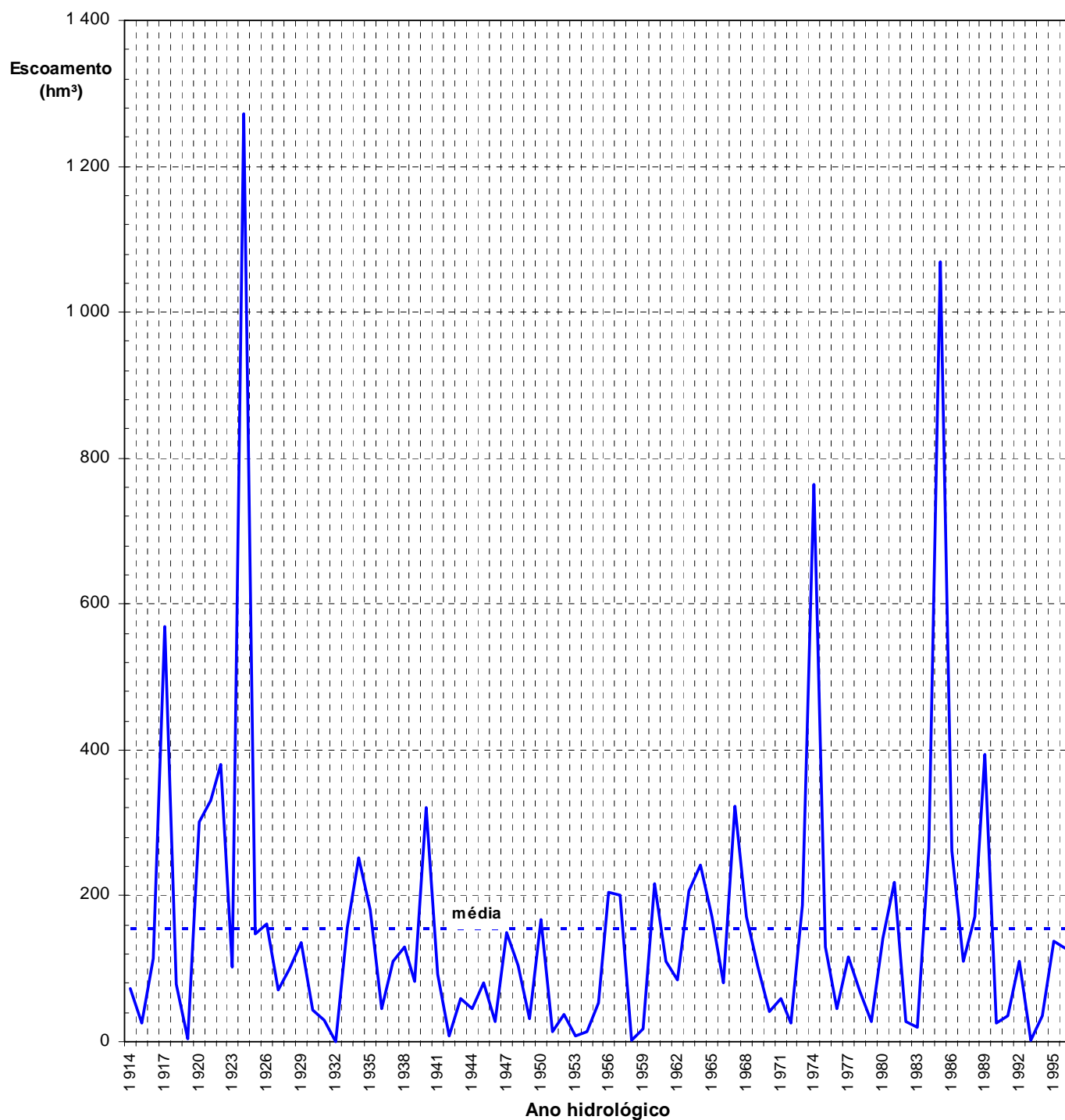


Figura 3.1
Açude Aracoiaba - Série de escoamentos anuais

PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO ESTADO DO CEARÁ ESTUDO DE VIABILIDADE

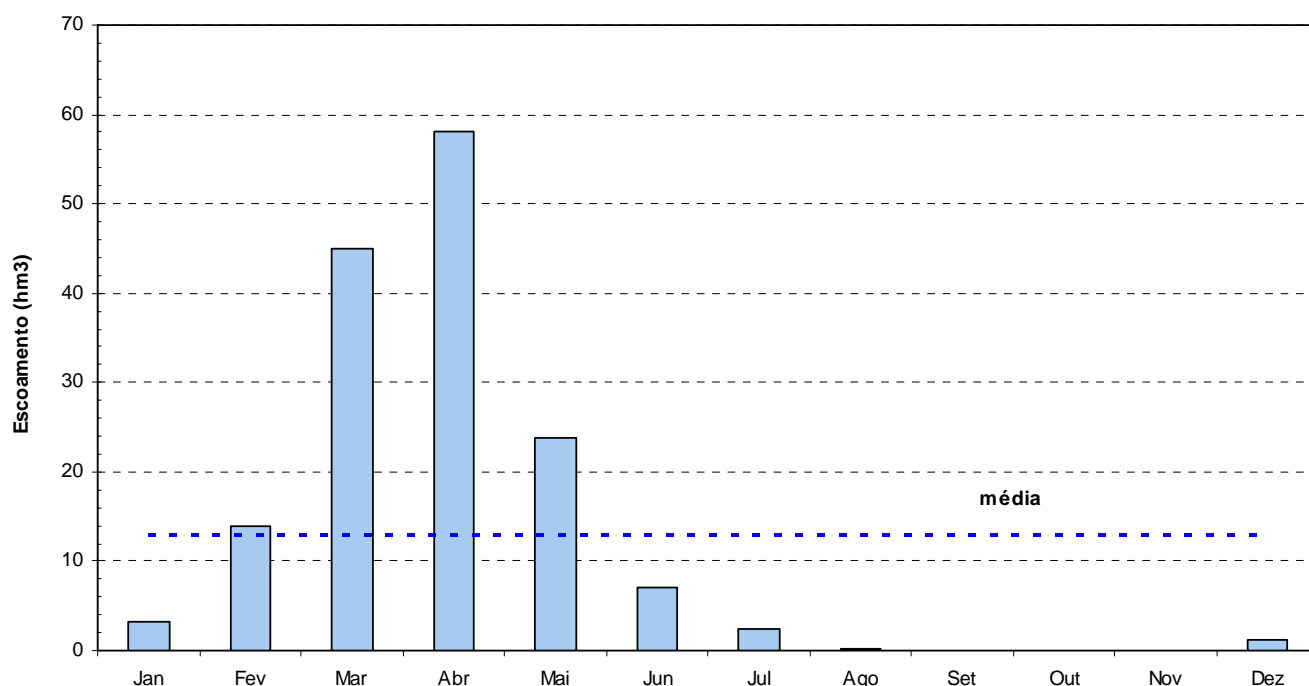


Figura 3.2
Açude Aracoiaba - Escoamentos médios mensais

Quadro 3.3
Dados climatológicos do açude Aracoiaba

Mês	Precipitação (mm)	Evaporação (mm)	Evaporação real (mm)
Jan.	107.7	120.1	-23.6
Fev.	160.1	95.5	-93.2
Mar.	294.3	72.4	-243.6
Abr.	260.0	68.1	-212.4
Mai.	123.7	84.6	-64.4
Jun.	41.8	94.7	24.4
Jul.	21.8	118.3	61.0
Ago.	5.8	151.8	100.4
Set.	7.9	167.8	109.6
Out.	13.5	173.5	107.9
Nov.	12.3	168.1	105.3
Dez.	51.1	154.3	57.0
Ano	1 100.0	1 469.2	-71.6

3.1.5. Açude Aracoiaba

O nível de pleno armazenamento ou normal do reservatório (NNR) do Aracoiaba é fixado à cota 95,00 m, sendo a área da bacia hidráulica respectiva de 18,0 km². No Quadro 3.4 indicam-se as principais características do reservatório do açude existente.

O açude Aracoiaba tem uma capacidade de armazenamento total definida pelo NNR, não incluindo portanto volume para controlo de cheias (o vertedouro é em soleira livre). O volume de armazenamento total para o nível máximo normal no reservatório é de 170,7 hm³ (cota 95,00 m do NNR) e o volume de armazenamento útil é de 150,4 hm³. O volume morto, definido pela cota 75,00 m, é de 20,3 hm³.

Quadro 3.4

Características do açude Aracoiaba Características do açude Aracoiaba

Açude / Aproveitamento	Altura máxima (m)	Área para o NNR (km ²)	Níveis no reservatório (m) (1)			Capacidade do reservatório (hm ³) (2)		
			NNR	NME	NCM	Total	Útil	Morta
Aracoiaba	35	18	95	75	-	170,7	150,4	20,3

(1) – NNR = Nível máximo normal do reservatório; NME = Nível mínimo de exploração (mínimo para abastecimento); NCM = Nível de capacidade morta (soleira da descarga de fundo).

(2) – Valores para abastecimento de água.

Na Figura 3.3 apresentam-se as curvas de superfícies inundadas e de volumes armazenados (CAV) do reservatório. Os correspondentes valores de áreas e volumes são indicados no Quadro 3.5, juntamente com valores característicos de precipitação e de evaporação média mensal ao nível do reservatório.

As curvas que relacionam o volume total armazenado (V , hm³) com a cota do nível do reservatório (Z , m) e com a área inundada (A , km²), para cada um dos reservatórios, são definidas pelas expressões seguintes:

- $Z = 63,212 \times V^{0,0780} - 0,63$
- $A = 0,0005981 V^2 - 0,01754 V + 1,107$

Estas expressões são válidas para cotas no reservatório entre o nível mínimo de exploração e o nível máximo normal do reservatório.

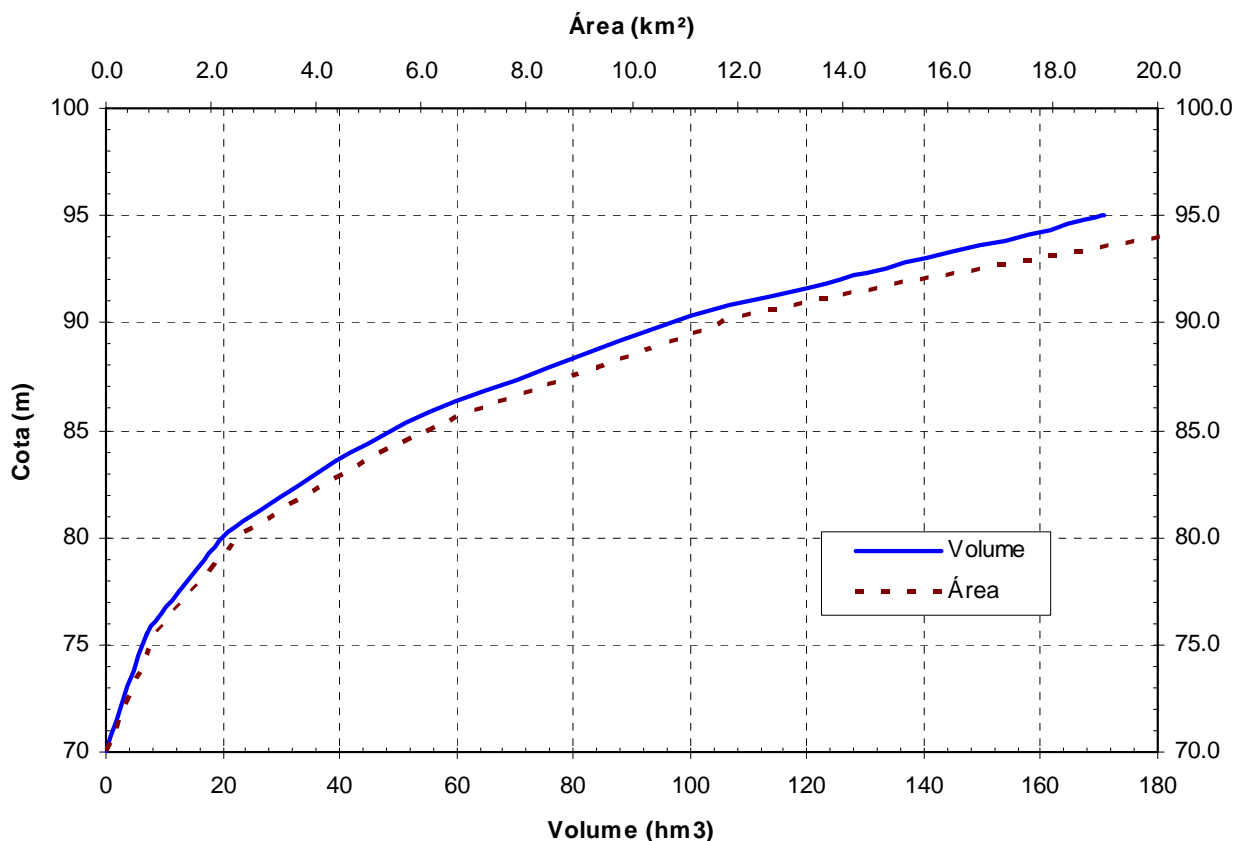


Figura 3.3
Curvas de superfícies e de volumes do açude Aracoíaba

Quadro 3.5
Curvas de superfícies e de volumes do açude Aracoíaba

Cota (m)	Área (km ²)	Volume (hm ³)
70.0	0.00	0.0
75.5	0.93	7.1
76.1	1.14	8.6
77.1	1.49	11.3
79.0	2.15	16.7
80.2	2.66	20.8
82.3	4.08	32.5
84.0	5.22	41.7
85.9	6.87	55.4
88.0	9.36	75.9
90.3	12.06	100.2
92.0	15.40	125.7
93.0	17.78	140.4
94.2	20.36	158.0
94.9	22.41	169.5
95.0	23.20	170.7

Para o reservatório consideraram-se níveis mínimos de exploração para abastecimento (valores indicados no quadro) e níveis mínimos para turbinamento.

3.1.6. Demandas hídricas

As demandas hídricas previstas satisfazer pelo reservatório, quer para abastecimento quer para irrigação referem-se a valores atuais e futuros, por tipo de utilizador e respetiva distribuição mensal média.

Para a simulação da exploração, as demandas de água foram agregadas às seguintes utilizações:

- Vazão turbinável: O volume regularizado disponível que será descarregado para o rio a jusante, para abastecimento e para irrigação.
- Vazão não turbinável: O volume regularizado transferido para abastecimento local ou irrigação a montante do açude ou derivado através de outras captações, e que não passa pela tomada de água da central.

No Quadro 3.6 indicam-se os valores considerados das demandas hídricas associadas a este açude.

Quadro 3.6
Demandas hídricas por utilização

Situação	Abastecimento (hm ³ /ano)	Irrigação (hm ³ /ano)	Total (hm ³ /ano)
- A montante (não turbinável)	4,0	10,0	14,0
- A jusante (turbinável)	42,6	28,4	71,0
- Total	46,6	38,4	85,0

(*) – Admite-se a distribuição das demandas constante ao longo do tempo.

Considera-se que a situação futura de exploração (percentual de alocação de recursos) será idêntica à situação atual (2005).

No Quadro 3.7 indica-se a distribuição mensal considerada para as demandas para abastecimento e para irrigação.

Quadro 3.7

Distribuição mensal da demanda de água por tipo de utilizador

Mês	Demanda (%)	
	Humana, Industrial e Turística	Irrigação intensiva e difusa
Janeiro	8,33	9,3
Fevereiro	8,33	6,7
Março	8,33	4,8
Abril	8,33	4,7
Maio	8,33	6,1
Junho	8,33	5,8
Julho	8,33	7,6
Agosto	8,33	8,8
Setembro	8,33	11,2
Outubro	8,33	14,1
Novembro	8,33	10,6
Dezembro	8,33	10,3
Total	100,00	100,00

3.1.7. Central hidrelétrica

No Capítulo 2 foram definidas as principais características de dimensionamento da PCH consideradas na simulação da exploração, que se resumem no Quadro 3.8.

Quadro 3.8

Características gerais da central hidrelétrica

Central	Vazão equipada (m ³ /s)	Potência instalada (MW)	Rendimento global (1) (-)	Queda útil (m)		
				Mínimo	Nominal	Máximo
Aracoiaba	2,0	0,42	0,85	19,5	25,0	27,0

(1) - Rendimento global da central admitido para o cálculo da energia produzida (compreende perdas na produção, transformação e transporte da energia até ao ponto de interligação à rede).

Atendendo a que a queda disponível (H_u) em cada aproveitamento é variável em cada instante da simulação, em função do nível de água no reservatório, a respetiva vazão turbinada (Q) será também função desse nível assim como o rendimento dos grupos.

Para a determinação do volume turbinado em função da queda útil considerou-se a seguinte expressão (o parâmetro “a” varia em função da variante de vazão equipada na central):

$$Q = 0,0160 Hu^{1.5}$$

O nível mínimo de exploração para turbinamento é estabelecido à cota 87,50 m (ver Capítulo 2) a que corresponde um volume armazenado não utilizável para produção de energia de 59 hm³ (para abastecimento de água o nível mínimo de exploração situa-se à cota aproximada 75,00 m e o volume morto é de 20,3 hm³).

3.1.8. Curvas-guia de exploração

A definição de curvas-guia de exploração apropriadas possibilita a otimização da exploração do aproveitamento tendo em consideração determinados objetivos: maximização do valor da vazão regularizada a jusante ou maximização da produção de energia na central.

Na Figura 3.4 representam-se as curvas-guia de exploração adotadas, que são definidas pelos seguintes valores de volume útil armazenado no reservatório:

• Curva-guia superior			
Volume útil mínimo (janeiro).....	100%	150,4	hm ³
Volume útil máximo (julho).....	100%	150,4	hm ³
• Curva-guia inferior			
Volume útil mínimo (janeiro).....	100%	150,4	hm ³
Volume útil máximo (julho).....	100%	150,4	hm ³
• Curva-guia de emergência			
Volume útil mínimo (janeiro).....	0%	0	hm ³
Volume útil máximo (julho).....	0%	0	hm ³

Considerou-se ainda que, no início da simulação da exploração, o reservatório se encontra com metade da capacidade útil respetiva.

As curvas-guia permitem a turbinagem livre quando o nível do reservatório estiver muito alto e exista o risco de descargas nos meses seguintes, de modo a evitar o desperdício de água. De notar que a exploração dos açude é fortemente condicionada pela necessidade de garantia de vazões constantes a jusante, variáveis em função da época do ano (período chuvoso ou período seco).

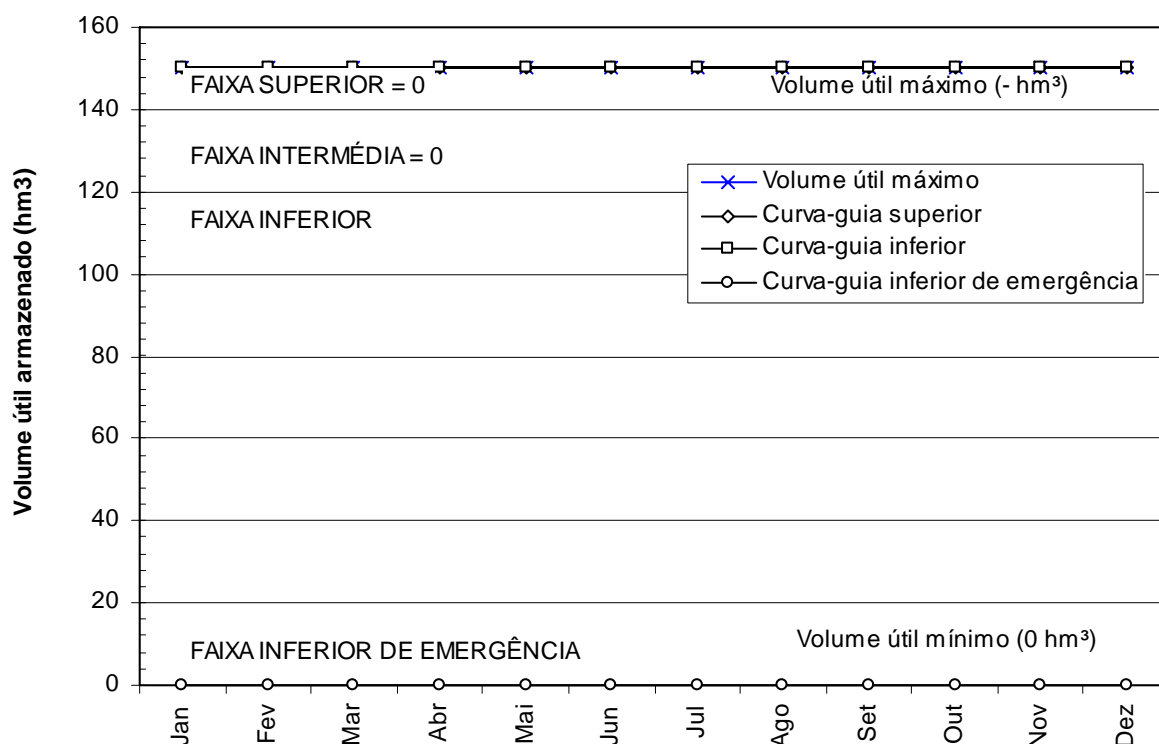


Figura 3.4
Curvas-guia de exploração do reservatório

3.2. RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DO APROVEITAMENTO

3.2.1. Considerações prévias

Para a determinação da capacidade do açude Aracoiaba quer de regularização de água para abastecimento quer para produção de energia hidrelétrica foi utilizado o programa de simulação SIMPCH, desenvolvido no âmbito do presente estudo.

No Anexo 3 é apresentado o resumo dos dados de entrada do programa SIMPCH e dos respectivos resultados obtidos, considerando a primeira fase de implementação do aproveitamento.

3.2.2. Fornecimento de água

Dos resultados do programa de exploração do aproveitamento SIMPCH, obteve-se o seguinte valor do volume total anual regularizado pelo aproveitamento, para abastecimento e para irrigação:

- **65 hm³/ano, ou seja 2,1 m³/s** (garantia em tempo de 92,8%, garantia em volume de 97,0% e falha máxima num ano de 70% do volume pedido).

Caso seja exigida uma garantia em tempo de 85% o volume regularizado será de cerca de 75 hm³/ano (2,4 m³/s), o que poderá também ser admitido como valor aceitável, considerando-se que uma parte significativa das vazões serão utilizadas para irrigação.

3.2.3. Produção de energia

Na simulação da exploração ao aproveitamento admitiu-se que a exploração é condicionada em prioridade pela necessidade de regularização de vazões (fornecimento do volume máximo regularizado de 65 hm³/ano).

Tendo em consideração o interesse por um lado em maximizar o retorno do investimento e por outro o interesse em minimizar o investimento total optou-se por selecionar a variante com:

- **Vazão de equipamento de 2,0 m³/s, e potência instalada de 0,42 MW.**

Para a solução adotada, a produção em ano médio é avaliada em 2,76 GWh/ano e a receita anual é estimada em 0,17 MR\$, considerando o tarifário da COELCE de 2005. O período de funcionamento médio é de 6 680 horas/ano, considerando o turbinamento à capacidade máxima.

3.2.4. Condições de funcionamento

As condições de funcionamento esperadas para os grupos geradores, para a solução de vazão de equipamento adotada, podem ser caracterizados pelas respectivas curvas de frequência da queda útil, vazão turbinada e potência disponível, obtidas da simulação da exploração da PCH.

Nas Figuras 3.5, 3.6 e 3.7 representam-se as curvas de frequência da queda útil disponível, da vazão turbinada e da potência disponível, para a solução adotada, respetivamente.

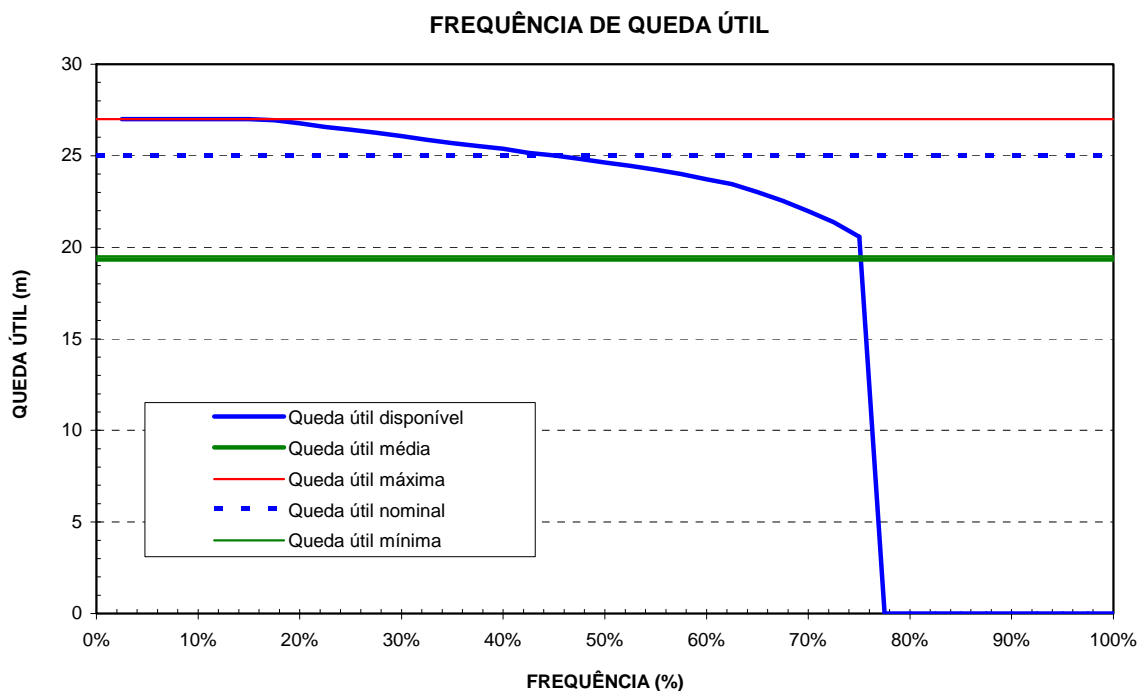


Figura 3.5
Curva de frequência da queda útil disponível

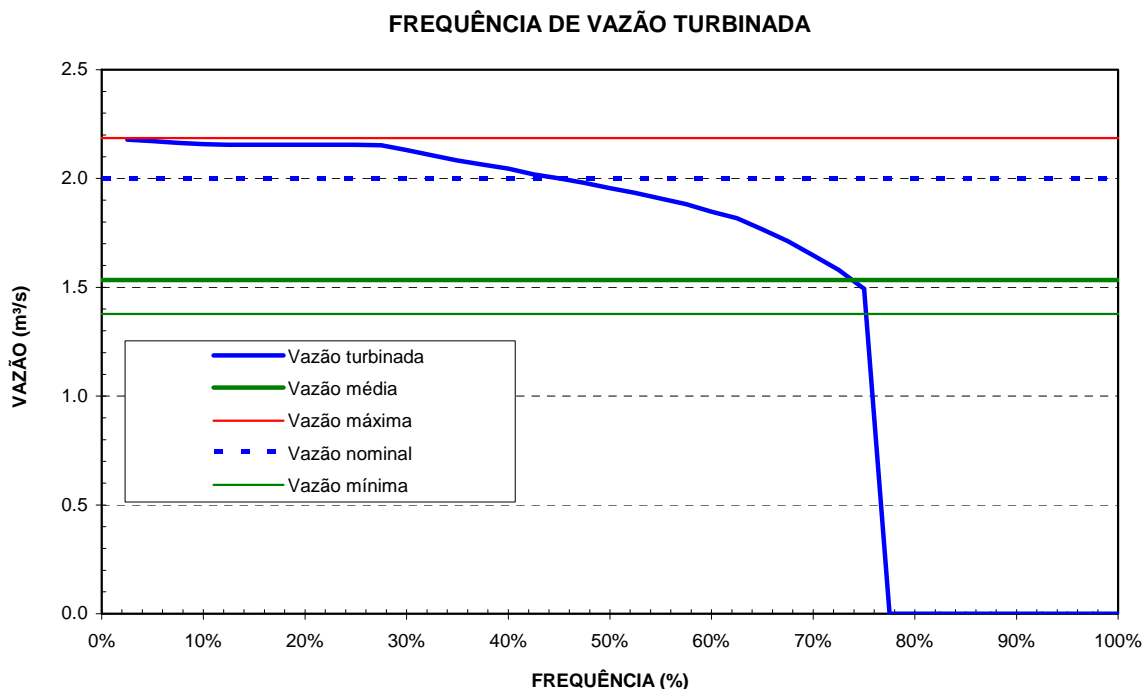


Figura 3.6
Curva de frequência da vazão turbinada

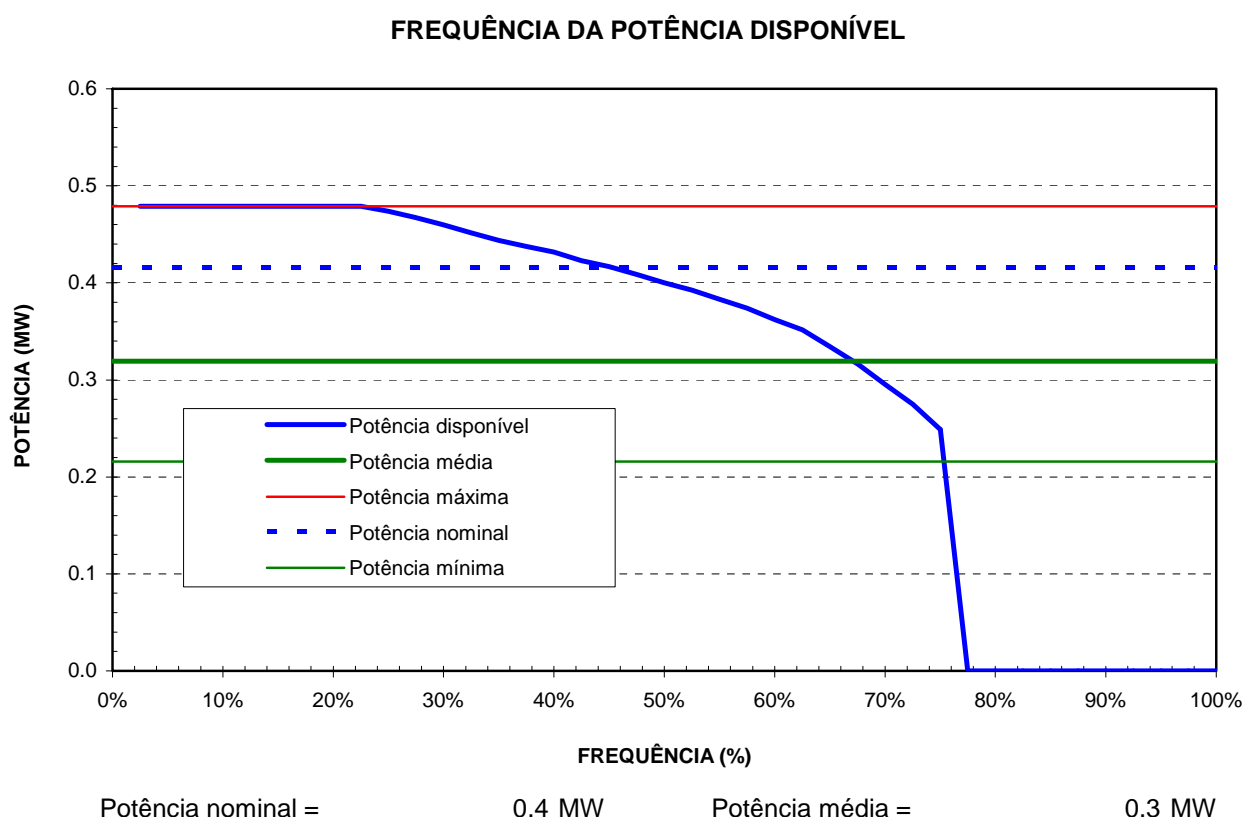


Figura 3.7
Curva de frequência da potência disponível

3.3. INDICADORES ECONÔMICOS

Os indicadores econômicos foram determinados com base na estimativa de custo de execução do aproveitamento e no valor de venda da energia estimado.

Para a solução adotada, o custo de execução foi estimado, nos relatórios anteriores do presente estudo, em 7,94 MR\$, sendo 5,82 MR\$ relativos a equipamentos e 22,14 MR\$ a obras de construção civil.

No Quadro 3.9 apresenta-se o cálculo dos indicadores econômicos relativos à solução adotada para a PCH. É indicada a produção anual considerada ao longo da vida útil do aproveitamento e respectiva valorização econômica.

PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO ESTADO DO CEARÁ ESTUDO DE VIABILIDADE



Considerando a taxa de retorno de 10%, o valor presente líquido é de 0,5 MR\$, o índice benefícios-custos é de 1,44 e o período de amortização do investimento de 10 anos. A taxa interna de retorno calculada é de 16,5%.

Também para a taxa de retorno de 10% o custo atualizado da energia produzida é de 25,0 R\$/MWh e o custo da potência instalada é de 2 219 R\$/kW.

Estes resultados permitem concluir que a construção da PCH do Açude Aracoiaba, embora seja considerada economicamente viável, não apresenta indicadores de rentabilidade econômica que se possam considerar muito interessantes.

PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO ESTADO DO CEARÁ ESTUDO DE VIABILIDADE



Quadro 3.9

Indicadores econômicos para a solução adotada

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA PCH

Vazão equipada.....	2.0 m³/s
Potência instalada da central hidroelétrica.....	0.42 MW
Energia produzida em ano médio (ano 1).....	2.76 GWh/ano
Energia produzida em ano médio (ano 20).....	2.76 GWh/ano
Valor da energia (tarifário COELCE 2005).....	0.17 M R\$ / ano

INDICADORES DE RENTABILIDADE ECONÓMICA

Taxa de retorno, Tx (%).....	8%	10%	12%
Valor Presente Líquido, VPL (M R\$).....	0.8	0.5	0.3
Índice benefícios/custos, B/C.....	1.64	1.44	1.27
Tempo de retorno Tr (anos).....	9.0	10.0	11.0
Custo atualizado do kWh produzido (R\$/kWh).....	0.0378	0.0431	0.0487
Custo da potência instalada (R\$/kW).....	2 990	2 796	2 662
Taxa interna de retorno, TIR (%).....	16.5 %		

Ano	Ano de exploração	Potência instalada (MW)	Produção de energia (GWh)	Valor da produção (M R\$)	Investimentos (MUSD)		Exploração e manutenção (MUSD)	Custo total (MUSD)
					Construção civil	Equipamentos		
2006	0	-	-	0.00	0.11	0.81	0.000	0.92
2007	1	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2008	2	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2009	3	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2010	4	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2011	5	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2012	6	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2013	7	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2014	8	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2015	9	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2016	10	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2017	11	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2018	12	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2019	13	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2020	14	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2021	15	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2022	16	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2023	17	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2024	18	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2025	19	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2026	20	0.42	2.76	0.17	0.00	0.81	0.013	0.82
2027	21	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2028	22	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2029	23	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2030	24	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2031	25	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2032	26	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2033	27	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2034	28	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2035	29	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2036	30	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2037	31	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2038	32	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2039	33	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2040	34	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2041	35	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2042	36	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2043	37	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2044	38	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2045	39	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
2046	40	0.42	2.76	0.17	0.00	0.00	0.013	0.01
Totais	40	---	---	---	---	---	---	---
Valores atualizados	Taxa de retorno de 8%.....			2.04	---	---	---	1.25
	Taxa de retorno de 10%.....			1.67	---	---	---	1.16
	Taxa de retorno de 12%.....			1.41	---	---	---	1.11

4. DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

4.1. IMPLANTAÇÃO DA CENTRAL

A PCH do açude Aracoiaba, como se referiu anteriormente, será implantada no pé-de-barragem desse açude existente, utilizando as atuais estruturas de tomada de água, num local oposto à atual instalação de turbobombas, adjacente ao canal de restituição da descarga de fundo da barragem.

Como o uso dessa água não tem a finalidade básica de geração de energia elétrica, mas sim garantir a oferta d'água para consumo humano, irrigação e industrial, a instalação de unidades geradoras deverá obedecer ao planejamento de liberação de vazões com o objetivo de garantir a oferta d'água acima referida.

Atendendo à reduzida capacidade prevista para esta usina, condicionada pela capacidade da tomada de água existente, optou-se por prever a instalação de um único grupo. Assim, a PCH embora não faça plena utilização dos recursos hídricos disponíveis, é compatível com a referida prioridade dada à utilização da água para abastecimento e irrigação.

O edifício da central ficará implantado numa plataforma existente à cota 70 m, do lado esquerdo da referida tomada de água e descarga de fundo, fazendo-se a restituição das vazões turbinadas para o mesmo canal de fuga da descarga de fundo da barragem.

A plataforma envolvente da central apresenta uma área disponível largamente suficiente para permitir uma fácil implantação do edifício e caminhos de circulação, sendo os acessos já existentes. Os arranjos exteriores previstos consistem em arruamentos para circulação e zonas relvadas, com iluminação exterior, constituindo um recinto delimitado por uma vedação.

A tubulação forçada da usina terá início num derivante a executar na conduta de alimentação das turbobombas, para o lado contrário ao das turbobombas (esquerdo), tendo um desenvolvimento total de cerca de 20 m. Essa conduta existente tem um traçado aéreo apoiada sobre pilares em concreto assentes no canal de descarga de fundo da barragem.

O edifício da usina ficará adjacente ao canal de restituição da descarga de fundo da barragem, na margem esquerda, fazendo a restituição das vazões turbinadas para esse mesmo canal.

Na Figura 4.1, apresentada no final do presente capítulo, encontra-se representada a implantação prevista para a usina e é apresentada a seção longitudinal do aproveitamento pelo eixo da tomada de água. Na Figura 4.2 mostra-se a disposição prevista para os diferentes equipamentos e instalações.

Na Figura 4.3 encontra-se representado o esquema unifilar geral das instalações elétricas e na Figura 4.4 representa-se a ligação da usina à rede elétrica da COELCE.

4.2. DESCRIÇÃO DA CENTRAL

O edifício será constituído por uma estrutura em betão enterrada, correspondente à sala do grupo, sobre a qual se desenvolve uma superestrutura para cobertura e suporte da ponte rolante. Esta superestrutura cobre também as zonas do hall de descarga e do hall elétrico.

Adjacente ao corpo principal existirá um edifício de menor altura, onde se encontram as diferentes instalações elétricas e de apoio, incluindo a sala de comando.

Para descarga, montagem e desmontagem dos equipamentos existirá uma ponte rolante de acionamento elétrico, com caminho de rolamento assente sobre viga contínua de betão, cobrindo todo o desenvolvimento da central, incluindo a sala dos grupos e os halls de descarga e elétrico.

São ainda previstas comportas ensecadeiras, para seccionamento dos canais de restituição individuais dos grupos, manobradas através de um monocarril com diferencial elétrico.

A ventilação é prevista através de ventiladores de admissão de ar e/ou de extração instalados na cobertura do edifício.

Serão também previstos sistemas de detecção e extinção de incêndios e de detecção de intrusão.

4.3. EQUIPAMENTOS ELECTROMECAÑICOS

A central hidrelétrica será equipada com um único grupo turbina-alternador com potência de 420 KW (potência útil no veio da turbina).

A turbina será dimensionada para um vazão nominal de 2,0 m³/s e uma queda útil nominal de 25 m (variável). A velocidade síncrona prevista para o grupo é de 900 r.p.m. O rendimento previsto é de 85% e a altura de sucção exigida de 2,5 m, abaixo do eixo da turbina.

A unidade de geração hidráulica será com turbina tipo Francis com Caixa Espiral e de veio horizontal.

A turbina hidráulica estará acoplada a um gerador para operação em regime contínuo, com as seguintes características principais:

- Tipo síncrono trifásico
- Tensão nominal 6 KV
- Potência nominal 0,49 MVA
- Velocidade nominal..... 900 rpm
- Classe de isolamento..... 15 kV
- Tensão nominal de geração 13,8 kV
- Nível básico de isolamento 95 kV,
- Ligação em estrela com neutro acessível
- Grau de proteção..... IP23.

A montante da turbina está prevista uma válvula de guarda capaz de abrir e fechar em todas as condições de funcionamento tendo as funções de isolar a turbina quando o grupo estiver fora de serviço e de constituir o órgão de fecho de segurança no caso de não funcionamento dos distribuidor.

A válvula será do tipo borboleta com contrapeso e servomotor, sendo comandada pelo regulador da turbina.

O grupo estará preparado para funcionamento em comando automático, dispondo também de equipamento suficiente para uma exploração completa em regime de comando manual (situação de recurso e ensaios).

O comando automático será executado através de um autômato programável que permitirá a realização de vários programas a partir das instruções dadas na consola local.

Atendendo a usina recorrerá a tomada de água já existente, admite-se não ser necessário instalar grades de proteção a montante. Deverá contudo efetuar-se a análise da compatibilidade entre as grades existentes e as exigências da turbina que for efetivamente instalada.

4.4. SISTEMAS ELÉTRICOS

No interior da central, para além do gerador acima indicado, são previstos os seguintes equipamentos e instalações elétricas:

- Quadros dos grupos;
- Quadro de média tensão;
- Quadro de comando, situado no interior da sala de comando;
- Quadro dos serviços auxiliares, situado no interior de uma sala;
- Transformador dos serviços auxiliares;
- Grupo Diesel, situado no interior de uma sala, com acesso a partir do exterior.

A unidade geradora será conectada a um CUBÍCULO BLINDADA TIPO METAL-CLAD SWITGEAR, classe de isolamento 15kV, uso interno e em consonância com o unifilar anexo.

Os serviços auxiliares da unidade e da usina serão alimentados através de um transformador trifásico de 30 kVA 13.800 V/380 V/220 V, localizado no METAL-CLAD SWITGEAR e conectado a este por fusível e chave seccionadora.

É também prevista a instalação de um sistema de comando e automação do funcionamento da central.

4.5. CONEXÃO À REDE ELÉTRICA DO ESTADO

A unidade geradora da PCH Aracoiaba deverá ser conectada, através de linha de transmissão padrão COELCE rural, com um cabo de alumínio bitola 1/O AWG por fase, ao alimentador Coelce BRT – 01C1, distante 175 m do empreendimento.

A conexão da linha será realizada com disjuntor de 15 kV o qual possui as mesmas características do disjuntor de máquina.

(Folha A3)

Figura 4.1
Implantação da PCH do açude Aracoiaba

(Folha A4 – Arquivo Word)

Figura 4.2
Esquema unifilar elétrico da PCH do açude Castanhão

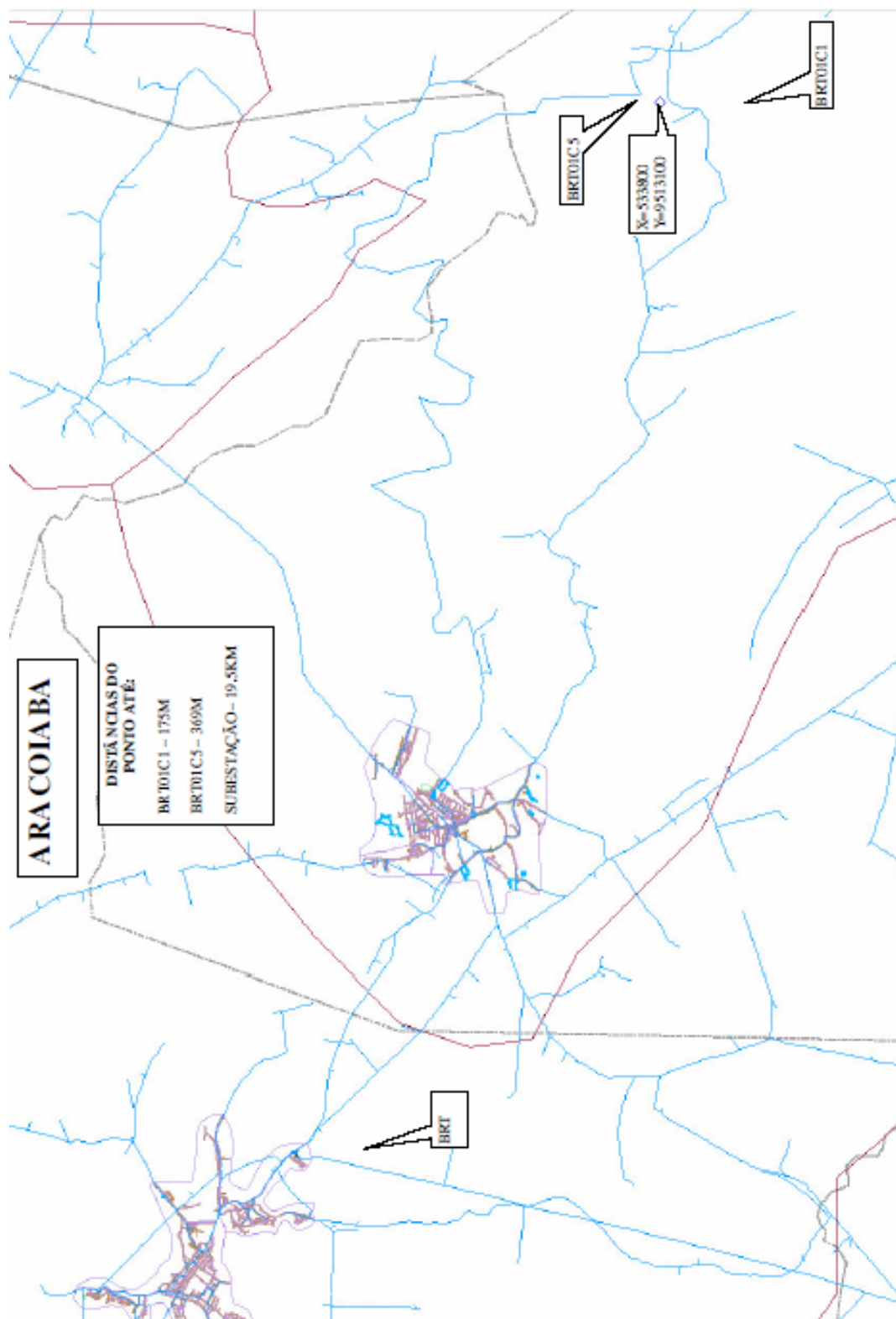


Figura 4.3
Ligação à rede elétrica da COELCE

5. RESUMO

A PCH do açude Aracoiaba ficará implantada no pé-de-barragem do açude existente, utilizando as atuais estruturas de tomada de água para alimentação da usina.

Os estudos realizados permitiram definir as características a adotar para a PCH, que são as seguintes:

- Vazão de equipamento.....2,0 m³/s
- Queda bruta.....27 m
- Queda útil (nominal)25 m
- Potência.....0,42 MW

Será executado o edifício da central, conduta forçada e linha de ligação à rede da COELCE. A conduta forçada terá origem num derivante na tubulação existente de alimentação da atual instalação de turbobombas. A viabilização da PCH passará também pela desativação da instalação de turbo-bombas existente ou sua substituição por uma eletro-bomba.

O custo de execução é estimado em 0,92 MR\$, repartidos por 0,81 MR\$ para equipamentos e 0,11 MR\$ para obras civis, de acordo com as seguintes parcelas:

- Usina hidrelétrica..... 0,87 x 10⁶ R\$
- Circuito hidráulico..... 1,19 x 10⁶ R\$
- Total global..... 0,92 x 10⁶ R\$

Os resultados dos estudos de simulação da exploração do reservatório e da PCH permitiram a determinação dos seguintes parâmetros :

- Volume regularizado (90% de garantia em tempo) 85 hm³/ano (2,4 m³/s)
- Energia produzida..... 2,76 GWh/ano
- Tempo de funcionamento médio 6 680 horas/ano
- Valor da energia produzida (tarifário COELCE 2005) ... 0,171 x 10⁶ R\$/ano

O regime de funcionamento, em períodos com disponibilidades hídricas, será contínuo em 24 horas. A exploração da PCH será fortemente condicionada pela necessidade de satisfação prioritária das necessidades de água para abastecimento humano e para irrigação, quer a

PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO ESTADO DO CEARÁ ESTUDO DE VIABILIDADE



montante do açude (volumes não turbinados) quer a jusante (volumes turbinados). São também turbinadas as vazões que excedem a capacidade de armazenamento do reservatório.

Da análise econômica realizada resultaram os seguintes valores de indicadores econômicos para o aproveitamento (taxa de retorno de 10%):

- Valor Presente Líquido – VPL 0,5 MR\$
- Índice benefícios-custos – B/C 1,44
- Tempo de retorno do investimento 10 anos
- Taxa Interna de Retorno – TIR 16,5 %
- Custo atualizado do kWh produzido 43,1 R\$/MWh
- Custo da potência instalada 2 796 R\$/kW

A execução do aproveitamento poderá ser concretizada em cerca de 2 anos, incluindo um ano para a elaboração de estudos complementares e do Projeto Executivo e dois anos para encomenda e fabrico de equipamentos e construção.

Dos estudos efetuados conclui-se que a construção da PCH do açude Aracoiaba, embora seja considerada economicamente viável, não apresenta indicadores de rentabilidade econômica que se possam considerar muito interessantes.

20 de Maio de 2006

Pela COBA

Antônio Pereira da Silva

Diretor do Serviço de Recursos Naturais e Equipamentos

**ELABORAÇÃO DA DECLARAÇÃO DE RESERVA DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA
E DE ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO
DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO ESTADO DO CEARÁ**

**ETAPA V
RELATÓRIO FINAL**

**TOMO 4
PCH DO AÇUDE ARACOIABA**

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA PCH.....	2
2.1. LOCALIZAÇÃO	2
2.2. AÇUDE ARACOIABA	2
2.3. CARACTERÍSTICAS DE DIMENSIONAMENTO	4
2.3.1. Queda bruta e queda útil.....	4
2.3.2. Vazão de equipamento	6
3. SIMULAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DO APROVEITAMENTO	7
3.1. DADOS DE CARACTERIZAÇÃO DO APROVEITAMENTO.....	7
3.1.1. Considerações prévias.....	7
3.1.2. Bacia hidrográfica	7
3.1.3. Escoamentos	8
3.1.4. Evaporação	8
3.1.5. Açude Aracoiaba.....	13
3.1.6. Demandas hídricas	15
3.1.7. Central hidrelétrica	16

PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO ESTADO DO CEARÁ ESTUDO DE VIABILIDADE



3.1.8. Curvas-guia de exploração	17
3.2. RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DO APROVEITAMENTO	18
3.2.1. Considerações prévias.....	18
3.2.2. Fornecimento de água	18
3.2.3. Produção de energia.....	19
3.2.4. Condições de funcionamento.....	19
3.3. INDICADORES ECONÔMICOS	21
4. DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS	24
4.1. IMPLANTAÇÃO DA CENTRAL.....	24
4.2. DESCRIÇÃO DA CENTRAL	25
4.3. EQUIPAMENTOS ELECTROMECHANICOS.....	25
4.4. SISTEMAS ELÉTRICOS	27
4.5. CONEXÃO À REDE ELÉTRICA DO ESTADO	27
5. RESUMO.....	31

QUADROS

3.1. Características da bacia hidrográfica na seção do açude
3.2. Açude Aracoiaba - Série de escoamentos mensais afluentes
3.3. Dados climatológicos do açude Aracoiaba
3.4. Características do açude Aracoiaba
3.5. Curvas de superfícies e de volumes do açude Aracoiaba
3.6. Demandas hídricas por utilização
3.7. Distribuição mensal da demanda de água por tipo de utilizador
3.8. Características gerais da central hidrelétrica
3.9. Indicadores econômicos para a solução adotada

FIGURAS

- 2.1. Localização e acesso à PCH do açude Aracoiaba
- 3.1. Açude Aracoiaba - Série de escoamentos anuais
- 3.2. Açude Aracoiaba - Escoamentos médios mensais
- 3.3. Curvas de superfícies e de volumes do açude Aracoiaba
- 3.4. Curvas-guia de exploração do reservatório
- 3.5. Curva de freqüência da queda útil disponível
- 3.6. Curva de freqüência da vazão tubinada
- 3.7. Curva de freqüência da potência disponível
- 4.1. Implantação da PCH do açude Aracoiaba
- 4.2. Esquema unifilar elétrico da PCH do açude Aracoiaba
- 4.3. Ligação à rede elétrica da COELCE

ANEXOS

ANEXO 1 – LOCALIZAÇÃO E BACIA HIDROGRÁFICA

ANEXO 2 – FOTOGRAFIAS

ANEXO 3 – DADOS E RESULTADOS DO PROGRAMA SIMPCH