

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

**ELABORAÇÃO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DE ENGENHARIA E
INTEGRAÇÃO DO SISTEMA RIO PIRANGI AO
SISTEMA LACUSTRE DE URUAÚ E ABASTECIMENTO D'ÁGUA DAS
COMUNIDADES DE SUA INFLUÊNCIA NO MUNICÍPIO DE
BEBERIBE - CE**

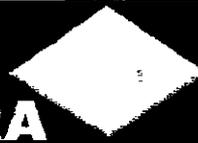
**TOMO II - ABASTECIMENTO DE ÁGUA DAS LOCALIDADES DE
ITAPEIM, JATOBÁ, ANDREZA E ARATAÇA, NO MUNICÍPIO DE
BEBERIBE - CE**

**VOLUME I - RELATÓRIO DE ESTUDOS BÁSICOS
TOPOGRÁFICOS E DE CONCEPÇÃO**

SLA

**FORTALEZA
MAIO DE 2000**

**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

**ELABORAÇÃO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DE
ENGENHARIA E INTEGRAÇÃO DO SISTEMA RIO PIRANGI AO
SISTEMA LACUSTRE DE URUAÚ E ABASTECIMENTO D'ÁGUA
DAS COMUNIDADES DE SUA INFLUÊNCIA NO MUNICÍPIO DE
BEBERIBE - CE**

**TOMO II – SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DAS COMUNIDADES DE
ITAPEIM, JATOBÁ, ANDREZA E ARATACA**

**VOLUME I – RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS,
TOPOGRÁFICOS E DE CONCEPÇÃO**

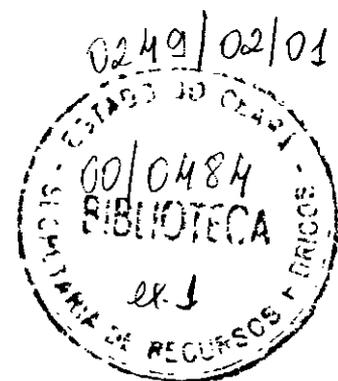
Lote 02643 - Prep (x) Scan () Index ()
Projeto Nº 249/02/01
Volume /
Qtd A4 _____ Qtd. A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____



SLA CONSULTORIA E PROJETOS LTDA

FORTALEZA
MAIO/00

0249/02/01
ex.1



**TOMO II – SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DAS
COMUNIDADES DE ITAPEIM, JATOBÁ, ANDREZA E ARATACA
VOLUME 1 – RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS, TOPOGRÁFICOS
E DE CONCEPÇÃO**

000003



APRESENTAÇÃO

A SLA CONSULTORIA e PROJETOS Ltda , no âmbito do Contrato Nº 019 / 2000 / SRH. firmado com a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará e com base nas definições contidas no Edital Carta Convite Nº 03 / SRH / 2000, desenvolveu o Projeto Executivo de Integração do Sistema Pirangi ao Sistema Lacustre de Uruaú e Abastecimento d'Água das Comunidades de ITAPEIM, JATOBÁ, ANDREZA e ARATACA, situadas no Município de Beberibe - Ce

O projeto referido será apresentado através dos relatórios abaixo relacionados

TOMO I – INTEGRAÇÃO SISTEMA RIO PIRANGI / LAGOA DE URUAÚ

Volume 1 – Relatório dos Estudos Básicos e de Concepção

Volume 2 – Relatório Geral

Parte A – Descrição Geral do Projeto e Memorial de Cálculo

Parte B – Orçamento e Especificações Técnicas

Parte C – Desenhos

TOMO II – ABASTECIMENTO D'ÁGUA DAS LOCALIDADES DE ITAPEIM, JATOBÁ, ANDREZA e ARATACA, no Município de BEBERIBE–Ce

Volume 1 – Relatório dos Estudos Básicos, Topográficos e de Concepção

Volume 2 – Relatório Geral

Parte A – Descrição Geral dos Projetos e Memorial de Cálculo

Parte B – Orçamento e Especificações Técnicas

Parte C – Desenhos

O presente documento constitui o Volume 1 do TOMO II, correspondendo ao Relatório dos Estudos Básicos, Topográficos e de Concepção relacionados aos levantamentos realizados, visando a elaboração do Projeto Executivo das Obras de Abastecimento D'água das Comunidades de ITAPEIM, JATOBÁ, ANDREZA E ARATACA

**SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO	05
2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO	07
3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO	11
3.1 CLIMA	12
3.2 VEGETAÇÃO	12
3.3 GEOMORFOLOGIA E SOLOS	12
3.4 GEOLOGIA	12
4. ESTUDOS BÁSICOS	13
4.1 ASPECTOS SOCIO-ECONÔMICOS	14
4.1.1. Educação	14
4.1.2. Saúde	15
4.1.3. Perfil econômico do município	15
4.1.3.1. Estrutura Fundiária	15
4.1.3.2. Distribuição do Produto Interno Bruto	16
4.1.3.3. Finanças Públicas	17
4.2 ESTIMATIVAS POPULACIONAIS	19
4.2.1. População inicial	19
4.2.2. Projeção da demanda	19
4.3 SÍNTESE DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS DA FONTE HÍDRICA	20
4.3.1. Generalidades	20
4.3.2. Vazão regularizada	20
4.3.3. Cheias de projeto	20
4.3.4. O reservatório enquanto amortecedor de cheias	22
4.4 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	22
4.4.1. Planimetria	22
4.4.2. Altimetria	24
4.4.3. Equipamentos utilizados	24
5. ESTUDOS DE CONCEPÇÃO	25
5.1 OS TRAÇADOS DAS LINHAS DE ADUÇÃO DOS SISTEMAS	26
5.2 VAZÕES DE PROJETO	27
5.3 SISTEMA ANDREZA	29
5.3.1. Cotejo das alternativas estudadas	30



5.3.2. Dados para os estudos de alternativas	30
5.3.3. Solução adotada	33
5 4 SISTEMA ITAPEIM / ARATACA	33
5.4.1. Estudo de alternativas para a linha de adução	33
5.4.2. Solução adotada	34
5 5 SISTEMA JATOBÁ	34



CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

000007



1. INTRODUÇÃO

O Estado do Ceará vem desenvolvendo esforços no sentido de prover as pequenas comunidades interioranas dos serviços básicos essenciais, destacando-se entre eles o abastecimento d'água potável. As intervenções buscam em primeiro lugar combater o consumo de água de baixa qualidade e de alto custo, como é, por exemplo, o caso do abastecimento via caminhões-pipa. Em segundo lugar, garantir à essas populações as condições sanitárias mínimas necessárias à sobrevivência do sistema urbano, sócio-econômico e cultural existente.

O presente relatório apresenta os estudos preliminares de concepção desenvolvidos visando estudar soluções para o abastecimento d'água dos citados pequenos núcleos urbanos situados no Município de Beberibe, a partir das águas do rio Pirangi, perenizado pelo açude Batente, combinando economicidade e viabilidade técnica. Por essa razão, foram levantadas alternativas de captação e adução desde a seção do rio próximo à ponte de Itapeim até as localidades em questão.



CAPÍTULO 2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO



2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área de estudos situa-se na região do Município de Beberibe, limitando-se ao Norte e ao Sul pelos paralelos de latitude $4^{\circ} 12'$ e $4^{\circ} 23'$, respectivamente, por outro lado, os meridianos $38^{\circ} 04'$ e $38^{\circ} 13'$ limitam a referida área a Leste e a Oeste, respectivamente, de acordo com a carta da SUDENE (Folha SB 24-X-A-11)

O acesso aos eixos de adução e à seção de captação no rio, desde Fortaleza, se dá inicialmente pela CE-040 até o Km 83, passando-se pelo entroncamento da Cidade de Beberibe. A seguir toma-se uma estrada pavimentada à direita até o distrito de Itapeim por um percurso de aproximadamente 14 Km. A ponte sobre o rio Pirangi, onde será construída a barragem de derivação e a captação dos sistemas está localizada a cerca de 1,0 Km antes da chegada ao distrito mencionado. O percurso total até Itapeim é de 97 Km. Os mapas das Figuras 2.1 e 2.2, mostram o trajeto referido.

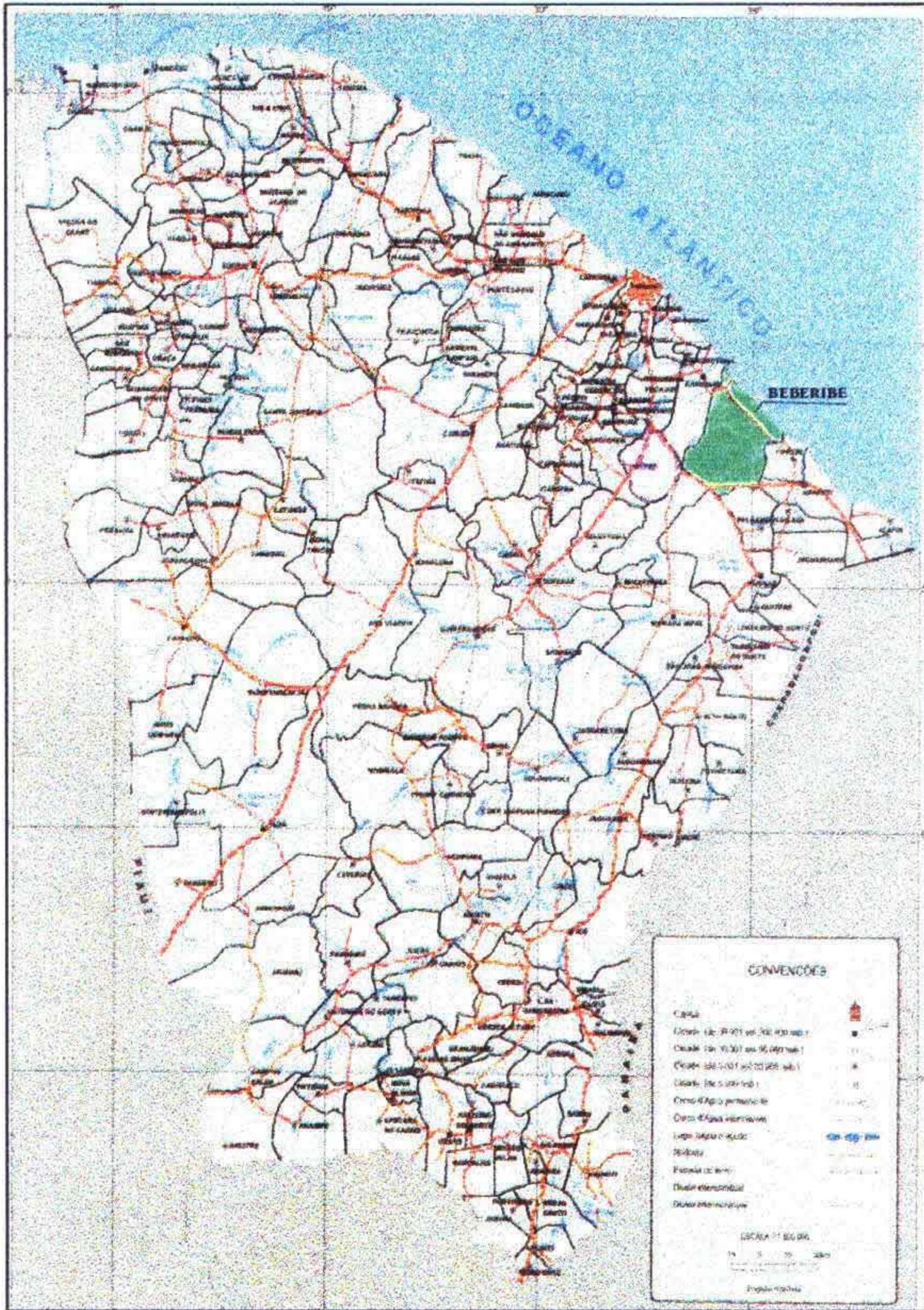


Figura 2.1

110011

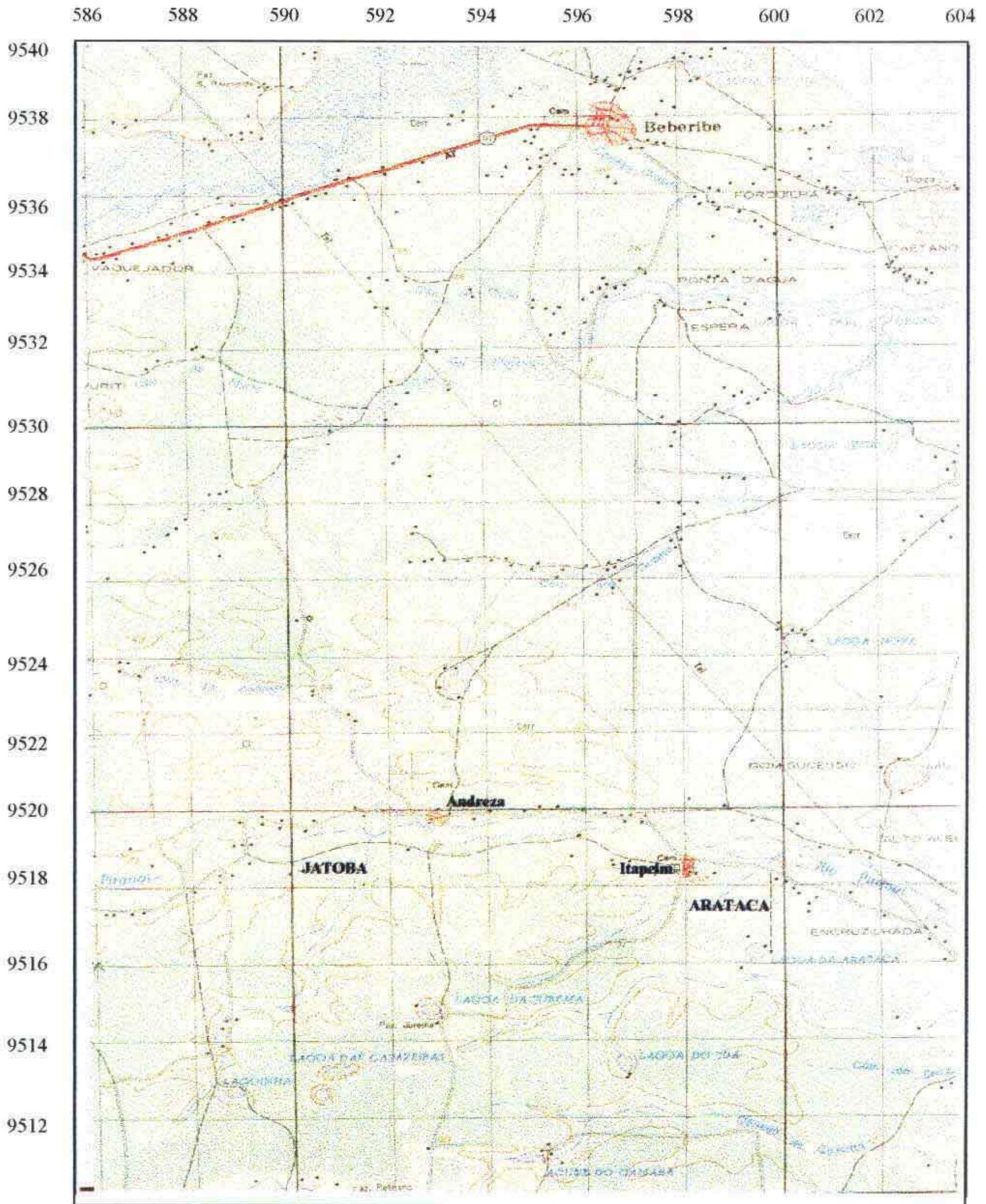


Figura 2.2

10/01/12



CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO



3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO

(Fonte IPLANCE, 1997)

A região onde se situa o projeto dista aproximadamente 20 Km da orla marítima do Município de Beberibe, portanto apresenta características físico-climáticas tipicamente litorâneas conforme será descrito a seguir

3.1 CLIMA

O clima é quente e úmido com temperatura média de 27° C e um regime de chuvas irregular no tempo e no espaço, concentrado no mês de Fevereiro, Março e abril apresentando media pluviométrica de 914 mm

3.2 VEGETAÇÃO

Na região predomina o complexo vegetacional da zona litorânea constituída de florestas mistas dicotillo-palmácea, mata ciliar com carnaúba e dicotiledôneas

3.3 GEOMORFOLOGIA E SOLOS

As principais unidades geomorfológicas são os sedimentos do grupo Barreira com tabuleiros prelitorâneos e as planícies litorâneas. Os solos são aqueles característicos do grupo citado, alguns deles apresentando teores expressivos de salinidade tais como as unidades Solonetz Solonizado, Solonchak etc. Destaque também para as areias quartzosas Distróficas e Marinhas. A área de domínio do projeto possuem solos marcadamente arenosos

3.4 GEOLOGIA

A geologia da região é predominantemente derivada do cenozóico terciário-quaternário representado pelo grupo Barreiras. É constituída por rochas do tipo arenitos, argilitos e conglomerados



CAPÍTULO 4 – ESTUDOS BÁSICOS



4. ESTUDOS BÁSICOS

O relatório de concepção é um documento que tem como finalidade esclarecer ao contratante o porque das decisões tomadas, os métodos adotados e um resumo das informações essenciais que deram suporte a todo processo de investigação técnica

4.1 ASPECTOS SOCIO-ECONÔMICOS

Abordaremos aqui os assuntos tópicos relacionados à socio-economia da região, mais especificamente, relativa ao município de Beberibe. As informações discutidas nesse item foram extraídas das edições IPLANCE – Perfil Básico Municipal do ano de 1998

4.1.1. Educação

As informações da Secretaria de Educação do Estado dão conta de que a rede de ensino em todos os níveis é quase integralmente de responsabilidade da administração municipal. Na categoria Educação Infantil, a cobertura do município entre os matriculados é de 86,85%. No Ensino Fundamental esse percentual sobe para 88,28%. Apenas no Ensino Médio a esfera federal lidera a assistência educacional com uma cobertura de um pouco mais de 50%. Essa realidade é de fato bastante difícil para um município que conta com escassos recursos financeiros.

Alguns indicadores educacionais que se prestam à melhor análise do desempenho dessa pasta no município não são, no entanto, desalentadores em relação às médias estaduais. A taxa de evasão no ensino médio, por exemplo, de 2,56%, é sete vezes inferior à do Estado. A taxa de escolaridade real no Ensino Fundamental é superior à do Estado.

Entretanto, um indicador educacional é revelador do descaso com a educação no Estado e Município. É o caso da taxa de analfabetismo de 11 a 17 anos. Em Beberibe essa taxa ultrapassa à casa dos trinta por cento, 30%, indicando efetivamente a falta de investimento na área, seja por parte do Município, assim como por parte do Estado.



4.1.2. Saúde

A saúde no Município de Beberibe é ligada ao Sistema Único de Saúde e as unidades ligadas a esse sistema em funcionamento são, a exemplo da área de educação, praticamente todas elas de domínio do Município. Em termos de estrutura hospitalar apenas um hospital-maternidade localizado no distrito-sede de Beberibe, as outras unidades - postos de saúde, ambulatórios, em número de nove, estão distribuídos nos vários núcleos urbanos existentes.

O plantel de profissionais de saúde em serviço atualmente não é, relativamente à média estadual, tão crítico. Contudo esses profissionais, segundo depoimento de alguns deles, não possuem as condições materiais de trabalho necessárias para poderem desempenhar com alguma eficiência suas atividades. De acordo com as informações do IPLANCE o Município dispunha em 1998 de 44 médicos, 13 enfermeiros, 26 dentistas etc, em que pese a observação feita por esse órgão sobre esse dado, dando conta das falhas do seu próprio cadastro (um profissional trabalhando em várias unidades teria sido contado mais de uma vez).

A política municipal de saúde também adotou o PROGRAMA SAÚDE DA FAMÍLIA. Contava-se, em 1998, com 93 agentes de saúde na execução do programa, assistindo uma população de aproximadamente 38.364 habitantes. Um dos resultados desse programa é, sem dúvida, a boa cobertura vacinal em menores de 1 ano, chegando em 1997 a atingir a casa dos 90% na imunização contra Sarampo.

Em termos de doenças notificáveis o item Hepatite Virais contava até 1997 com seis casos, vindo em segundo lugar a AIDS com 03 casos e em seguida o Tétano acidental com um caso.

4.1.3. Perfil Econômico do Município

4.1.3.1. Estrutura Fundiária

A área total dos imóveis, em 1997, era de 67.711 ha, envolvendo cerca de 1572 imóveis. Se fôssemos a partir desses dados estimar uma área média por propriedade cada uma delas seria inferior a 50 ha. A realidade, no entanto, é verdadeiramente outra. As propriedades com área inferior a 50 ha somam 1369 imóveis e acumulam uma área equivalente a 15.020 ha, ou seja,



aproximadamente 22% da área total acima referida. Por outro lado, para melhor caracterizar a concentração da propriedade da terra, apenas pouco acima de 1% dos imóveis detém quase 43% da área total. Essa situação reproduz o perfil da estrutura fundiária no Ceará, no Nordeste e também no Brasil de uma maneira geral e determina por si só um quadro de miséria e estagnação econômica conforme poderá ser observado adiante. O Quadro 4.1 abaixo melhor ilustra os comentários realizados.

QUADRO 4.1.1: Categoria do Imóvel - 1997

MÓDULOS FISCAIS	IMÓVEIS	ÁREA TOTAL (há)	PRODUTIVA		NÃO PRODUTIVA	
			IMÓVEIS	ÁREA (ha)	IMÓVEIS	ÁREA (ha)
TOTAL	1572	67 711,10	42	19 474,50	300	38 275,80
Minifúndio e não classificado	1230	9 960,80	-	-	-	-
Pequena propriedade	255	13 386,70	24	1 280,60	231	12 106,10
Média propriedade	68	14 012,30	9	2 027,00	59	11 985,30
Grande propriedade	19	30 351,30	9	16 166,90	10	14 184,40

FONTE: INCRA, Sistema de Estatísticas Cadastrais

4.1.3.2 Distribuição do Produto Interno Bruto

O Produto Interno Bruto no município, em 1997, era distribuído da mesma forma que na grande maioria dos municípios cearenses: primeira posição para o setor serviços, vindo em seguida a agropecuária e por último a indústria. A renda *per capita* em 1996 era de R\$ 1 451,16 ocupando a 47ª posição no Estado.

Todo o desempenho do setor serviços é promovido pelo comércio varejista, sobretudo no gênero “produtos alimentícios”, vindo em seguida, vestuários, artefatos, couro, armarinhos e materiais de construção.

No setor primário a agricultura de sequeiro assume a liderança na composição do PIB agropecuário sobretudo com base nas culturas da mandioca, castanha de caju, cana-de-açúcar e citros. A pecuária de bovinos, suínos, caprinos e ovinos, nesta ordem, compõem a segunda renda do setor, sendo a atividade extrativa vegetal baseada na produção de lenha e madeira, de inexpressiva participação.



A indústria, que aparece como terceiro produtor de renda, é dedicada principalmente a produtos alimentícios e produtos de minerais não metálicos. A indústria de vestuários, calçados, artefatos de tecidos, couros e peles vêm logo a seguir reunindo 03 unidades industriais. Ao todo o município possui 32 unidades industriais nos diversos gêneros.

Outro destaque da economia do Município são as atividades ligadas ao turismo, tendo em vista os atrativos naturais da região em especial as praias, falésias, dunas, fontes naturais jorrantes etc. Dentre os negócios no âmbito do turismo local com reflexos diretos sobre a economia destaque para hotelaria, serviços de alimentação, comércio de artesanatos etc. Não há registros de valores da participação desses negócios no PIB municipal, porém, adianta-se que são significativos e a expectativa de expansão é bastante otimista.

4.1.3.3 Finanças públicas

No Quadro 4.2 procurou-se reunir os itens que compõem a receita total do município incluindo as transferências correntes de responsabilidade da União (FPM) e Estado (ICMS). Ressalte-se que essas transferências correspondem a 93,86% da referida receita a qual totalizou em 1997, a quantia de R\$ 6.127.363,79. Neste mesmo ano vale salientar que as despesas correntes e as despesas de capital somaram R\$ 5.540.239,59, apresentou portanto um *superavit* de R\$ 587.124,20.

QUADRO 4.1.2: Economia e Finanças, Finanças Públicas – Receita Municipal / 1997

DISCRIMINAÇÃO	RECEITA	
	VALOR CORRENTE (R\$)	% SOBRE A RECEITA TOTAL
RECEITA TOTAL	6.127.363,79	100,00
Receitas Correntes	5.751.356,78	93,86
Receita Tributaria	192.093,66	3,14
Impostos	190.937,66	3,12
IPTU	74.407,02	1,21
ITBI	32.296,32	0,53
ISS	84.234,32	1,37
IVVC	-	-
Outras Receitas	1.156,00	0,02



DISCRIMINAÇÃO	RECEITA	
	VALOR CORRENTE (RS)	% SOBRE A RECEITA TOTAL
Receita Patrimonial	7 598,85	0,12
Transferências Correntes	5 412 958,40	88,34
Transferências da União	3 098 644,33	50,57
Cota-parte do FPM	2 983 518,58	48,69
Outras Transferências	115 125,75	1,88
Transferências do Estado	791 937,24	12,92
Cota-parte do ICMS	696 445,66	11,37
Outras Transferências	95 491,58	1,56
Transferências de Convênios	1 522 376,83	24,85
Outras Receitas Correntes	138 705,87	2,26
Receitas de Capital	376.007,01	6,14
Operação de Crédito	-	-
Alienação de Bens	-	-
Transferência de Capital	376 007,01	6,14
Transferências da União	-	-
Transferências do Estado	27 668,85	0,45
Transferências de Convênios	348 338,16	5,68
Outras Receitas de Capital	-	-

FONTE: TCM, Relatórios Mensais de Receitas do Município – 1997

Nota: Não está incluído o mês de dezembro

No Quadro 4.1.3 abaixo o detalhamento da receita estadual arrecadada no município

QUADRO 4.1.3: Receita estadual Arrecadada no Município – 1997

DISCRIMINAÇÃO	RECEITA		
	VALOR CORRENTE (RS)	% SOBRE O TOTAL ARRECADADO NO MUNICÍPIO	% SOBRE O TOTAL ARRECADADO NO ESTADO
RECEITA TOTAL	258 733,00	100,00	0,01
Receita Tributária	230 830,07	89,22	0,02
ICMS	202 427,27	78,24	0,02
IPVA	23 876,91	9,23	0,05
Outras Receitas	4 525,89	1,75	0,06
Demais Receitas	27 902,93	10,78	-

FONTE: SEFAZ

000020



4.2 ESTIMATIVAS POPULACIONAIS

Conforme está definido no Edital Carta Convite N° 03 / SRH / 2000, item 5.5 da parte B, no caso de comunidades de pequeno porte a população beneficiada final adotada para o projeto será o dobro da população inicial estimada. Este critério corresponde a previsão de um crescimento demográfico geométrico à taxa anual de 3,5%.

4.2.1. População inicial

A população inicial, para as comunidades de interesse do projeto, foi estimada utilizando-se como critério a contagem dos domicílios ocupados. Esta solução foi adotada em razão da ausência de dados populacionais desses distritos nas publicações produzidas pelos órgãos que pesquisam evolução demográfica no Estado do Ceará. De posse dos resultados da contagem dos domicílios restava agora definir a taxa média de ocupação por domicílio. Essa definição foi realizada com base nas informações dos agentes de saúde que operam nessas comunidades e coincidiu com o valor médio sempre adotado pela Companhia de Água e Esgoto do estado do Ceará – CAGECE. O valor definido foi de 5 habitantes / domicílio.

4.2.2. Projeção da demanda

De posse desses dados, organizou-se a Tabela 4.1, demonstrando a evolução demográfica dos distritos, conforme segue:

TABELA 4.2.1: Evolução demográfica das comunidades beneficiadas

DISCRIMINAÇÃO	ITAPEIM	ARATACA	ANDREZA	JATOBÁ	TOTAL
N° de domicílios	109	96	100	76	381
Pop. Atual (2000)	545	480	500	380	1905
Pop. Ano 2010	771	679	707	537	2694
Pop. Ano 2020	1090	960	1000	760	3810
1% (a a)	3,5	3,5	3,5	3,5	---

Não há indícios de uma possível expansão temporária da população, daí porque nesses estudos essa interferência não foi considerada

4.3 SÍNTESE DOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS DA FONTE HÍDRICA AÇUDE BATENTE

4.3.1. Generalidades

A síntese desses estudos foram extraídos do “Relatório Final e Memória Justificativa da Barragem Batente”, editado em março de 1995, pela SRH

Esses estudos tiveram como objetivo a definição da geometria da barragem, capacidade de acumulação e de regularização associada a níveis de garantia, assim como a determinação das cheias de projeto igualmente fundamentais no dimensionamento do sangradouro

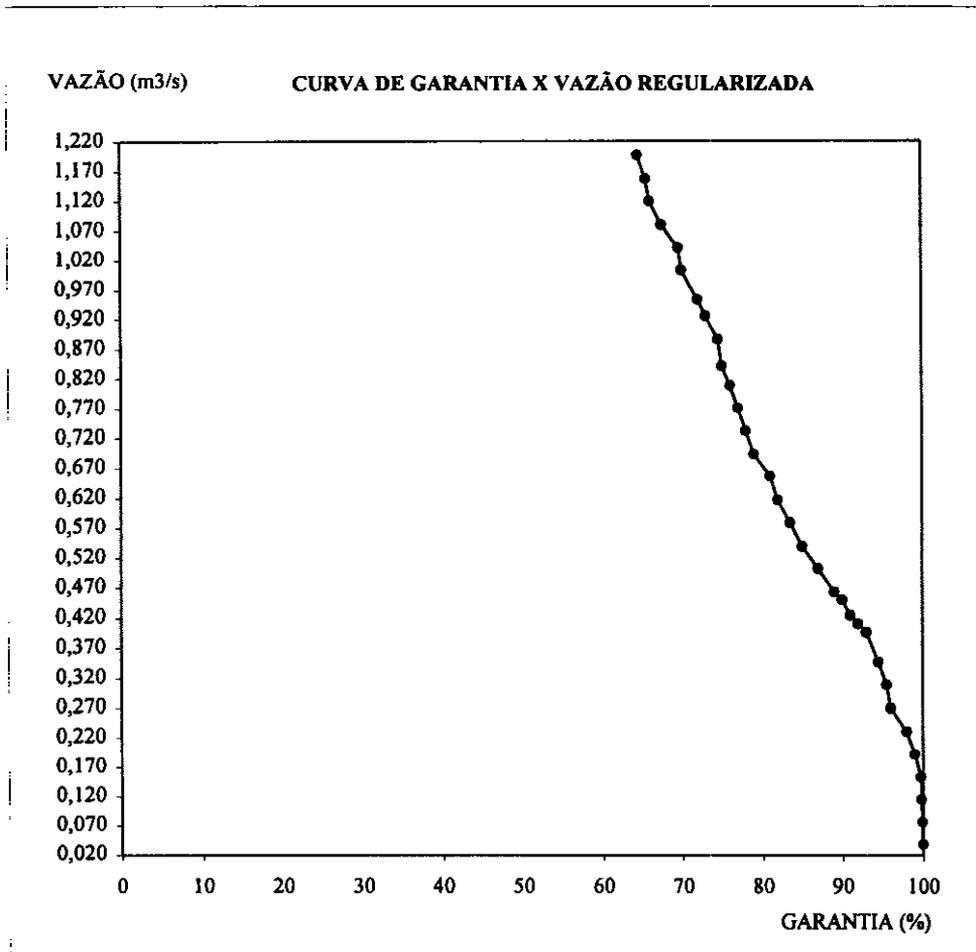
4.3.2. Vazão Regularizada

A capacidade máxima do açude, de 28 980 000 m³, assim como as suas curvas de regularização mensal e anual, foram elaboradas a partir de simulações hidrológicas do balanço hídrico no reservatório, com séries de vazões médias mensais geradas pelo modelo chuva-deflúvio MODHAC (Lanna, 1989) A curva de garantia x vazão regularizada é apresentada na Figura 4.3.1 A série de chuvas utilizada compreende o período entre os anos de 1933 a 1988 dos postos Olho D’água e Ibicuitinga

4.3.3. Cheias de Projeto

Para determinação das cheias de projeto optou-se por utilizar o hidrograma sintético do Soil Conservation Service (SCS) Os períodos de retorno estudados foi de 100 e 1000 anos O hidrograma de cheia associado ao período de retorno de 100 anos foi utilizado no dimensionamento do sangradouro O valor de pico da vazão é de 1 311,46 m³/s Todavia o efeito amortecedor do reservatório conduziu esse valor a marca de 1 131,92 m³/s de vazão efluente, o qual foi aplicado na determinação da lâmina de sangria do projeto

FIGURA 4.3.1 Gráfico da Curva de Garantia x Vazão Regularizada





4.3.4. O Reservatório enquanto amortecedor de cheia e os reflexos na área de projeto

Os estudos hidrológicos revelaram além das informações já mencionadas, um dado que será de importância significativa na formulação das idéias que nortearão a concepção do sistema de transposição. Esse dado é relativo à performance do reservatório enquanto atenuador de eventos de cheia. De acordo com esses estudos o amortecimento da cheia estimada de 100 e 1000 anos é, respectivamente, 13,75% e 11%. Isso reflete evidentemente a diminuta expressão do porte do reservatório diante da capacidade de produção de água da bacia correspondente. Essa questão é ressaltada quando o próprio relatório afirma que o referido reservatório deverá sangrar praticamente todos os anos.

Apenas para ilustrar, o volume afluente médio anual na bacia é de aproximadamente 90 175 512 m³, segundo os estudos aqui em destaque, significando mais de três vezes o valor da acumulação máxima da barragem Batente.

A implicação desse dado sobre a concepção do projeto está no fato de que a escolha do tipo de captação d'água no rio Pirangi, à jusante do açude Batente, deverá refletir os cuidados relativos às enchentes torrenciais que deverão acontecer quase na mesma magnitude em que acontecia antes da construção do açude. Isso sem falar no aumento do escoamento superficial, em geral, em face dos desmatamentos e dos assoreamentos consequentes do leito do rio. Daí porque, por exemplo, seria bastante temerária a adoção de uma captação flutuante ligada a uma tubulação exposta sobre o terreno natural às margens do rio.

4.4 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os levantamentos dessas alternativas limitaram-se apenas à planimetria e altimetria dos seus eixos, não tendo havido levantamentos de seções transversais nem variantes adicionais.

4.4.1. Planimetria

A locação procurou seguir a orientação da estrada de acesso às localidades de interesse, a partir de marcos referenciais situados à aproximadamente 20 metros da ponte sobre o Rio Pirangi, denominados M0 e M1. As coordenadas de partida foram obtidas do rastreamento desses pontos (M0, M1), pontos estes que foram gravados com tinta no leito rochoso do referido rio,



conforme e mostrado nas bases cartográficas que indicam as partidas destes levantamentos. As locações foram realizadas com uso de Teodolito, porém alinhamentos e ângulos foram conferidos com Estação Total. A exceção dessas normas foi a localidade de Jatobá cujos levantamentos foram realizados por taqueometria e as distâncias entre as estacas variavam conforme o comportamento do relevo e das condições de campo.

O traçado dos eixos de transferência, bem como a localização da Estação de Bombeamento, e das obras de Reservação foram previamente definidas por técnicos que estiveram no local. Deu-se, então, início ao levantamento topográfico, através da locação dos eixos para quase todos os sistemas (exceção de Jatobá) com partida no marco M0, localizado na margem esquerda do Rio Pirangi. A partir desse marco, com azimute verdadeiro (azimute magnético \pm declinação) de $97^{\circ} 42' 29''$, prosseguiu-se na direção da estrada de acesso à cada localidade, fazendo-se em cada vértice a leitura do ângulo horizontal e em seguida fazendo-se a leitura do replemento no sentido inverso, possibilitando, assim, uma conferência angular do levantamento. Desta forma prosseguiu-se com a locação até as estacas finais conforme descrito no Quadro 4.4.1 abaixo.

QUADRO 4.4.1: Principais dados do levantamento – ITAPEIM / ARATACA

ESTACAS	COTAS	COORDENADAS		OBSERVAÇÕES
		E (X)	E (Y)	
M0	49,46	597 198,99	9 519 558,00	Marco referencial de partida
E76+18,00	72,69	596 726,72	9 525 758,23	Final do levantamento e ponto de cota mais alta. Provável local do reservatório
E328	52,42	601 240,86	9 517 800,00	Final do levantamento em Arataca

As coordenadas de partida foram obtidas com o auxílio de um GPS, tipo WILD 200, com precisão correspondente a 5 mm/km.

A extensão do levantamento, relativo ao sistema Itapeim/Arataca foi de 2 140m.

Os procedimentos para a locação da adutora de Andreza foram os mesmos do levantamento anterior, ambos inclusive tendo o mesmo ponto de partida. O Quadro 4.5 ilustra quanto aos dados especiais desse levantamento.

**QUADRO 4.5: Principais dados do levantamento – ANDREZA**

ESTACAS	COTAS	COORDENADAS		OBSERVAÇÕES
		E (X)	E (Y)	
M0	49.46	597 198,99	9 519 558,00	Marco referencial de partida
E41+16,94	70.69	596 730,98	9 519 998,00	1º Divisor
E154+16,48	74.33	594 623,50	952 528,25	2º Divisor, maior cota
E249	58.86	593 180,80	951 929,89	Final do Levantamento

4.4.2. Altimetria

O nivelamento para ambas as alternativas partiu da cota M0. As cotas foram arbitradas tomando-se como datum de referência a cota 101,176 referente ao marco M0. Os eixos foram estaqueados e nivelados de 20 em 20 metros.

4.4.3. Equipamentos Utilizados

LOCAÇÃO Teodolito WILD T1 e Estação Total Leica TC 600

NIVELAMENTO Nivel NA2

COORDENADA REFERENCIAL GPS WILD 200

ACESSÓRIOS Trena de 50 m de fibra de vidro

Mira Graduada Metálica

Balizas Metálicas



CAPÍTULO 5 – ESTUDOS DE CONCEPÇÃO



5. ESTUDOS DE CONCEPÇÃO

5.1 OS TRAÇADOS DAS LINHAS DE ADUÇÃO DOS SISTEMAS

Uma breve análise da cartografia disponível, em especial a carta de Beberibe da SUDENE (folha SB-24-X-A-II), logo indicaria a tendência de se optar por soluções individualizadas para cada sistema, dada a menor distância de adução total que se poderia alcançar. Assim, numa seção próxima a cada um dos núcleos urbanos se implantaria uma captação no Rio Pirangi e a partir daí uma linha adutora até uma pequena ETA instalada no respectivo núcleo. Esta seria uma inclinação natural para a concepção do projeto na perspectiva dos aspectos econômicos do mesmo. Ocorre que, na análise do problema três outras considerações foram levantadas. A primeira refere-se à questão da rede de alimentação elétrica em todos os casos, salvo Itapeim, ter-se-ia que implantar prolongamentos na rede de alta tensão até os locais de captação, provocando sobrecustos significativos ao projeto. Em segundo lugar, surge uma inconveniência ao se conceber sistemas localizados para a maioria dessas comunidades: a ocupação urbana é linear, via de regra se dá ao longo dos corredores de tráfego. Significaria dizer que a tentativa de redução de custos com as linhas de adução, em sistemas concebidos com base nas vantagens geográficas acima referidas, provavelmente não chegaria a bom termo, dado que ramais de rede de distribuição seriam necessários para cobrir a população beneficiada e distribuída ao longo desses corredores.

E, por último, o problema operacional. Quase sempre os sistemas de abastecimento d'água em pequenas comunidades, têm extrema dificuldade de alcançar autonomia e cumprir tarefas administrativas e técnicas de operação e manutenção. De sorte que um núcleo integrado de captação, adução e tratamento, conforme propõe-se nessa concepção, reuniria maiores possibilidades econômico-financeiras para a criação de um SISTEMA AUTÔNOMO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA dessas comunidades e da própria transposição PIRANGI-URUAÚ.

Por essa razão decidiu-se pela concepção que se caracteriza por unificar o ponto de captação e de tratamento, para daí seguirem-se as tubulações na direção de cada localidade de interesse, conforme mostra o *lay-out* do sistema integrado.



5.2 VAZÕES DE PROJETO

Uma vez definida as demandas por localidade no que se refere à projeção populacional, o próximo passo seria a determinação das vazões de projeto

Os parâmetros a serem utilizados nesse estudo não foram definidos pelas especificações técnicas, salvo o alcance do plano, que foi estabelecido para 20 anos. Na ausência das indicações desses parâmetros, utilizamos aqueles especificados pela CAGECE, para o abastecimento de núcleos urbanos de mesmo porte, no âmbito do projeto São José, que são

• Alcance do Projeto	20 anos
• Consumo <i>per capita</i>	100 l/hab dia
• Coeficiente de reforço diário	1,2
• Coeficiente de reforço horário	1,5
• Taxa de Crescimento Anual	3,5 %
• Turno diário Máximo de Operação	16 horas

Na Tabela 5.2.1, apresenta-se um resumo geral das vazões de projeto determinadas para todo o período de alcance do plano. Em seguida, essas vazões serão reordenadas no item 3.1.4, de tal forma que permita quantificar para cada trecho de adução e/ou distribuição a respectiva vazão de projeto. Com isso determinar-se-á o porte das tubulações do sistema. Vale lembrar que as linhas adutoras em certos trechos cumprem função de distribuição daí ser necessário, nesses casos, utilizar-se o coeficiente de reforço horário. Para exemplificar o cálculo da vazão média, de adução e de distribuição, tomou-se o caso da localidade de Andreza, conforme descrito a seguir

LINHA DE ADUÇÃO ANDREZA (LAD ANDREZA)

EXTENSÃO Da EST 00 à EST 249 L = 20 x 249 = 4 980 m

POPULAÇÃO 2000 500 hab

POPULAÇÃO 2020 1000 hab

VAZÃO MÉDIA OU VAZÃO DE CONSUMO

$$Q_{2000} = \frac{P_1 \times C}{3 600 \times 24} = \frac{500 \times 100}{3 600 \times 24} = 0,57 \text{ l/s (} Q_{\text{INICIAL}})$$

$$\frac{500 \times 100}{3 600 \times 24}$$



TABELA 5 2 1 Resumo geral das vazões de projeto determinadas para todo o período de alcance do projeto

ANO	ITAPEIM				ANDREZA				JATOBÁ				ARATACA			
	Pop. (hab)	Qméd (l/s)	Qadu (l/s)	Qdist (l/s)												
2000	545	0,63	1,14	1,14	500	0,58	1,04	1,04	380	0,44	0,79	0,79	480	0,56	1,00	1,00
2001	564	0,65	1,18	1,18	518	0,60	1,08	1,08	393	0,46	0,82	0,82	497	0,58	1,04	1,04
2002	584	0,68	1,22	1,22	536	0,62	1,12	1,12	407	0,47	0,85	0,85	514	0,60	1,07	1,07
2003	605	0,70	1,26	1,26	555	0,64	1,16	1,16	422	0,49	0,88	0,88	533	0,62	1,11	1,11
2004	626	0,72	1,30	1,30	574	0,66	1,20	1,20	437	0,51	0,91	0,91	551	0,64	1,15	1,15
2005	648	0,75	1,35	1,35	595	0,69	1,24	1,24	452	0,52	0,94	0,94	571	0,66	1,19	1,19
2006	671	0,78	1,40	1,40	616	0,71	1,28	1,28	468	0,54	0,97	0,97	591	0,68	1,23	1,23
2007	695	0,80	1,45	1,45	637	0,74	1,33	1,33	484	0,56	1,01	1,01	612	0,71	1,27	1,27
2008	719	0,83	1,50	1,50	660	0,76	1,37	1,37	501	0,58	1,04	1,04	633	0,73	1,32	1,32
2009	744	0,86	1,55	1,55	683	0,79	1,42	1,42	519	0,60	1,08	1,08	656	0,76	1,37	1,37
2010	771	0,89	1,61	1,61	707	0,82	1,47	1,47	537	0,62	1,12	1,12	679	0,79	1,41	1,41
2011	798	0,92	1,66	1,66	732	0,85	1,53	1,53	556	0,64	1,16	1,16	703	0,81	1,46	1,46
2012	826	0,96	1,72	1,72	758	0,88	1,58	1,58	576	0,67	1,20	1,20	728	0,84	1,52	1,52
2013	855	0,99	1,78	1,78	785	0,91	1,63	1,63	596	0,69	1,24	1,24	753	0,87	1,57	1,57
2014	885	1,02	1,84	1,84	812	0,94	1,69	1,69	617	0,71	1,29	1,29	780	0,90	1,62	1,62
2015	917	1,06	1,91	1,91	841	0,97	1,75	1,75	639	0,74	1,33	1,33	807	0,93	1,68	1,68
2016	949	1,10	1,98	1,98	871	1,01	1,81	1,81	662	0,77	1,38	1,38	836	0,97	1,74	1,74
2017	982	1,14	2,05	2,05	901	1,04	1,88	1,88	685	0,79	1,43	1,43	865	1,00	1,80	1,80
2018	1017	1,18	2,12	2,12	933	1,08	1,94	1,94	709	0,82	1,48	1,48	896	1,04	1,87	1,87
2019	1053	1,22	2,19	2,19	966	1,12	2,01	2,01	734	0,85	1,53	1,53	927	1,07	1,93	1,93
2020	1090	1,26	2,27	2,27	1000	1,16	2,08	2,08	760	0,88	1,58	1,58	960	1,11	2,00	2,00



$$Q_{2020} = \frac{P_f \times C}{3\,600 \times 24} = \frac{1000 \times 100}{3\,600 \times 24} = 1,15 \text{ l/s (} Q_{\text{FINAL}})$$

VAZÃO DE ADUÇÃO (TR = 16 horas)

$$Q_{2000} = \frac{P_1 \times C \times \text{CRD}}{3\,600 \times 16} = \frac{500 \times 100 \times 1,2}{3\,600 \times 16} = 1,04 \text{ l/s}$$

$$Q_{2020} = \frac{P_f \times C \times \text{CRD}}{3\,600 \times 16} = \frac{1000 \times 100 \times 1,2}{3\,600 \times 16} = 2,08 \text{ l/s}$$

VAZÃO DE DISTRIBUIÇÃO

$$Q_{2000} = \frac{P_1 \times C \times \text{CRD} \times \text{CRH}}{3\,600 \times 24} = \frac{500 \times 100 \times 1,2 \times 1,5}{3\,600 \times 24} = 1,041 \text{ l/s (} Q_{\text{INICIAL}})$$

$$Q_{2020} = \frac{P_f \times C \times \text{CRD} \times \text{CRH}}{3\,600 \times 24} = \frac{1000 \times 100 \times 1,2 \times 1,5}{3\,600 \times 24} = 2,08 \text{ l/s (} Q_{\text{FINAL}})$$

O tempo de distribuição é de 24 horas, porque é realizada por gravidade a partir do Reservatório Elevado e porque o usuário consome água a qualquer hora. O tempo de bombeamento previsto para o final do plano é de 16 horas. A previsão é que o mesmo se estenda desde 6 00 horas até 22 00 horas.

5.3 SISTEMA ANDREZA

Definidos o traçado e a vazão do sistema conforme demonstrado nos itens anteriores, será necessário agora estudar alternativas para a rede de abastecimento, ou seja, pré-dimensionar os equipamentos de captação e adução considerando alternativas diferenciadas, com a finalidade de escolher aquela que melhor atenda às premissas de menor custo e maior eficiência técnica.



5.3.1. Cotejo das alternativas estudadas

Os estudos aqui realizados foram desenvolvidos com base em três parâmetros o custo da tubulação, dos equipamentos de proteção da linha e os custos de energia associados à cada alternativa. A combinação desses três parâmetros com a definição do investimento inicial e do custo anualizado do empreendimento foram, para a consultora, suficientes para o cotejo das alternativas.

Custos relativos às obras civis, equipamentos hidromecânicos de controle e manutenção, os custos de manutenção em geral, assim como os custos dos demais insumos inseridos nos processos operacionais, foram considerados aproximadamente equivalentes para todas as alternativas, não sendo pois importantes nessa análise comparativa. Os dados utilizados para o cotejo realizado serão expostos a seguir.

5.2.2. Dados para os estudos de alternativas

Esses estudos, repetindo mais uma vez, buscou a otimização do perfil piezométrico em termos da repercussão dos custos nele implicados para as várias alternativas. Para a realização desta tarefa foram adotados os seguintes dados:

- Vida útil do sistema 20 anos
- Taxa de juros 8% a a
- Tempo médio diário de bombeamento 12,2 horas
- Tarifa de energia para consumo R\$ 0,09845 / Kwh
- Tarifa de energia para demanda R\$ 6,71 / Kw
- N° de horas de funcionamento por ano 4 500 horas

Os tubos considerados para as alternativas em face das vantagens econômicas e técnicas foram os tubos de PVC rígido, com o seu coeficiente de rugosidade, C , estimado em $C = 140$. O rendimento das bombas para as condições de vazão e pressão dos sistemas propostos foi adotado em 50% com base em informações de fabricantes. A fórmula utilizada no cálculo das perdas de carga foi a de Hazen-Williams.



Para o caso de Andreza, uma particularidade estabeleceu as diretrizes das alternativas formuladas. A particularidade é que o perfil do terreno apresentou o ponto mais alto quase no meio do trajeto, na estaca E154 + 16,48, que terminou por seccionar a linha de adução em dois trechos: o primeiro trecho com 2950 metros de comprimento e um segundo, de 1850 metros. A seguir a descrição sucinta das alternativas:

ALTERNATIVA 01 Tubulação PVC DN 50 (CL 20) no primeiro trecho e DN 75 (CL 12) no segundo trecho, reservatório de distribuição no final da linha na cota de nível máximo d'água igual a 70. No ponto mais alto, prevista uma torre piezométrica concebida em anéis de concreto armado. A alternativa não foi considerada em função das altas pressões resultantes no primeiro trecho superando as especificações técnicas dos tubos.

ALTERNATIVA 02 Tubulação PVC DN 65 (CL 15) no primeiro trecho e DN 75 (CL 12) no segundo trecho. No final da linha um reservatório de distribuição na cota 70 (nível máximo d'água). No ponto mais alto, prevista uma torre piezométrica concebida em anéis de concreto armado $\varnothing = 1,5$ m, com 4 metros de altura.

ALTERNATIVA 03 Tubulação PVC DN 65 (CL 20) no primeiro trecho e DN 65 (CL 12) no segundo trecho com um reservatório final de distribuição com nível máximo na cota 70. No ponto mais alto prevista uma chaminé de equilíbrio com cerca de 9,0 metros de altura com tubos DN 150 FoFo.

ALTERNATIVA 04 Tubulação PVC DN 75 (CL 12) no primeiro trecho e DN 75 (CL 12) no segundo trecho com um reservatório final de distribuição com nível máximo na cota 70. No ponto mais alto foi prevista uma torre piezométrica concebida em anéis de concreto armado, $\varnothing = 1,5$ m, com 4 metros de altura.

O Quadro 5.2.2 ordena os valores estimados e apresenta os custos finais correspondentes.

101033

QUADRO 5 2 2 – Análise de custo das alternativas para a linha de adução de Andreza

ALTERNATIVAS	TRECHO	CUSTO DA TUBULAÇÃO			PROTEÇÃO C/ TRANSIENTES		CUSTO DE ENERGIA			CUSTO GLOBAL	
		LINEAR (R\$/m)	P/ TRECHO (R\$)	ACUMULADO (R\$)	TIPO	CUSTO (R\$)	POT INSTALADA (KWH)	POT CONSUMIDA (KWH)	TOTAL ANUAL (R\$)	INVESTIMENTO INICIAL (R\$)	CUSTO ANUALIZADO (R\$/ANO)
ALTERNATIVA 01				—							
	OBS NÃO FOI CONSIDERADA A ALTERNATIVA										
TOTAL											
ALTERNATIVA 02	T-1 DN 65 (CL 15)	6,83	20148,00		TORRE PIEZOMÉTRICA	1050,00 (Ø = 1,5m)					
	T-2 DN 75 (CL 15)	9,71	17963,00				24	9000	1048,00	39162,00	3986,70
				38112,00							
TOTAL											5034,70
ALTERNATIVA 03	T-1 DN 65 (CL 20)	7,44	21948,00		CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO	947,00 (DN 150)					
	T-2 DN 65 (CL 12)	6,38	11803,00				27	10108	1177,00	34698,00	3532,00
				33751,00							
TOTAL											4709,00
ALTERNATIVA 04	T-1 DN 75 (CL 12)	9,07	26756,50		TORRE PIEZOMETRICA	920,00 (Ø = 1,5 m)					
	T-2 DN 75 (CL 12)	9,07	16779,50				17,50	6750	782,00	44456,00	4525,62
				43536,00							
TOTAL											5307,62

20.103.1



5.2.3. Solução adotada

A alternativa N° 03 foi a escolhida em face do melhor resultado apresentado

5.3 SISTEMA ITAPEIM/ARATACA

Conforme sugere o título acima a consultoria optou por integrar as localidades de Itapeim e Arataca no mesmo sistema, uma vez que para se alcançar Arataca é necessário cruzar a zona urbana do distrito de Itapeim. Por essa razão dividiu-se o sistema em dois segmentos: um que inicia na Estação de Bombeamento Central e transporta a vazão prevista até um reservatório de distribuição no final da linha, na cota de nível d'água máxima 84,60. Desse reservatório até o último domicílio existente na localidade de Arataca, o sistema é conduzido por gravidade e a linha concebida como rede de distribuição, onde no seu dimensionamento considerou-se uma pressão máxima disponível de 6 m c.a. para todos os pontos de atendimento e a vazão calculada para o dia e a hora de maior consumo no ano. O cálculo dessa rede de distribuição permitiu a definição do fuste do reservatório de distribuição e a sua cota máxima de nível d'água, acima referida.

5.3.1. Estudos de alternativas para a linha de adução

Definida a cota no nível d'água no reservatório pelas exigências da rede de distribuição e pelo volume de compensação considerado para o sistema desenvolveu-se estudos de otimização da rede de adução da Estação de Bombeamento até o RD de Itapeim.

Os critérios e parâmetros utilizados foram os mesmos empregados nos estudos de alternativas realizados para o sistema Andreza inclusive a mesma metodologia para o cálculo das perdas de carga.

As alternativas estudadas foram três, conforme a descrição abaixo:

ALTERNATIVA 01 Tubulação DN 65 (CL 20) durante todo o percurso de 2.140 metros. Inserida válvula de controle de transientes.

100035



ALTERNATIVA 02 Tubulação DN 75 (CL 20) durante todo o percurso de 2 140 metros Inserida válvula de controle de transientes

ALTERNATIVA 03 Tubulação DN 100 (CL 15) durante todo o percurso de 2 140 metros

O Quadro 5 3 1 ordena os valores estimados e apresenta os custos finais correspondentes

5.3.3. Solução adotada

De acordo com os resultados apresentados no Quadro 5 3 1, a alternativa de menor custo anualizado foi a alternativa N° 03, entretanto com diferença em relação a alternativa N° 02 irrisória Por outro lado a alternativa N° 02 apresentou o menor valor de investimento inicial sendo por essa razão a solução adotada

5 4 SISTEMA JATOBA

Nesse sistema esses estudos não foram adotados uma vez que para a vazão projetada adotou-se a tubulação de menor diâmetro, DN 50 mm Com essa tubulação o sistema deverá funcionar a baixas pressões sem a necessidade de equipamentos de controle anti-golpe



QUADRO 5 3 1 – Análise de custo das alternativas para a linha de adução de ITAPEIM / ARATACA

ALTERNATIVAS	CUSTO DA TUBULAÇÃO			PROTEÇÃO C/ TRANSIENTES		CUSTO DE ENERGIA			CUSTO GLOBAL	
	TRECHO	LINEAR (R\$/m)	CUSTO TOTAL	TIPO	CUSTO (R\$)	POT INSTALADA (Kw)	POT CONSUMIDA (Kwh)	TOTAL ANUAL (R\$)	INVESTIMENTO INICIAL (R\$)	CUSTO ANUALIZADO (R\$/ANO)
ALTERNATIVA 01	ÚNICO DN 65 (CL 20)	7,44	15921,00	VÁLVULA ANTECIPADOR A DE ONDA DN 50	5175,00	100,80	38046	4422,00	21096,00	2148,00
										4422,00
										6569,57
ALTERNATIVA 02	ÚNICO DN 75 (CL 20)	10,19	21807,00	VÁLVULA ANTECIPADOR ADE ONDA DN 50	5175,00	72,00	26901	3132,00	26982,00	2746,00
										3132,00
										5878,72
ALTERNATIVA 03	ÚNICO DN 100 (CL 15)	17,20	36808,00	—	—	44,40	16524	1925,00	36808,00	3747,00
										1925,00
										5672,05

3000,37