

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO, URBANO E GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS PROURB CE

PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS
DE CARIÚS E JUCÁS

TOMO IV

RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS DAS
ADUTORAS

VOLUME 2 ESTUDOS BÁSICOS

AGUASOLOS
CONSULTORIA DE ENGENHARIA LTDA

FORTALEZA- CE
DEZEMBRO 1997

SECRETARIA DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROURB/CE

PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS DE CARIÚS E JUCÁS

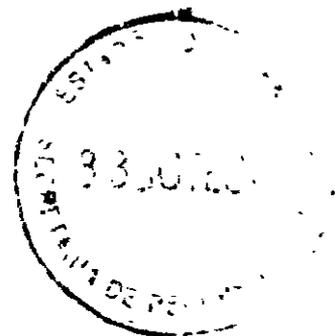
ESTUDOS BÁSICOS

Lote: 01857 - Prep Scan () Index ()
Projeto Nº 0182/02/B
Volume 1
Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
Qtd. A0 _____ Outros _____

FOPTALEZA
DEZEMBRO/96

0182/02/B

1- INTRODUÇÃO



PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS DE CARIUS E JUCÁS
RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS

SUMÁRIO

000005

1- INTRODUÇÃO

Este relatório fornece os elementos básicos que servirão de suporte na elaboração do Projeto Executivo das adutoras de Cariús e Jucás. Trata das questões relacionadas à estrutura existente, inclusive no que concerne aos aspectos sócio-econômicos dos municípios abrangidos, os quais servem de base para justificar a execução do projeto.

O relatório é parte integrante de um conjunto de estudos que estão sendo apresentados por etapa e que permitirão, ao final, definir a solução técnica mais viável de adução de água para abastecimento das populações das sedes dos municípios acima mencionados.

O presente documento foi elaborado de forma a atender os requisitos básicos estabelecidos pela SRH, configurados nos Termos de Referência os quais reune as informações e normas técnicas essenciais ao desenvolvimento dos trabalhos.

2- ANTECEDENTES

2. ANTECEDENTES

O primeiro sistema público de abastecimento de água de Curitiba foi executado pelo DNOCS, tendo transferido a operação, manutenção e administração para a Prefeitura em 1963. Na época a água fornecida à população era proveniente de um poço tipo Amazonas localizado às margens do rio Cariús, na periferia da cidade. A água era aduzida para um reservatório elevado com capacidade de 227m³ e distribuída à população, sem tratamento algum.

Em 1972 a CAGECE elaborou um projeto de melhoria e ampliação do sistema. O projeto previa a perfuração de mais dois novos poços e a construção de um reservatório de acumulação, com capacidade de 150m³ ficando o reservatório já existente, a funcionar como reservatório de sobras (compensação).

Posteriormente, em 1976, a CAGECE elaborou novo projeto de abastecimento para Curitiba, sendo a captação realizada a partir apenas do poço já existente. Previa-se a construção de nova Casa de Bombas. A água a ser distribuída já receberia tratamento de conformidade com o projeto.

O primeiro sistema público de abastecimento de água de Jucás foi construído pelo DNOCS em 1963 que o entregou à Prefeitura logo após sua conclusão. A construção não obedeceu nenhum projeto. A captação se fazia por intermédio de um poço tipo "Amazonas", escavado às margens do rio Jaguaribe. O poço era equipado com uma bomba centrífuga que fazia o recalque até o reservatório elevado de 227m³ de capacidade, que funcionava como reservatório de compensação e que tinha ainda função de ajudar a rede de distribuição nas horas de máximo consumo. A água recebia tratamento.

Posteriormente, em 1972, a CAGECE promoveu a elaboração de um projeto de melhoria e ampliação do sistema. O projeto previa a perfuração de mais dois poços tipo "Amazonas", a construção de um reservatório de acumulação e a partir deste, em um segundo recalque a água seria aduzida ao reservatório elevado já existente, que seria transformado em reservatório de distribuição. Ao lado do reservatório foi prevista a instalação de equipamentos com vistas ao tratamento de água.

Paralelamente aos estudos e execução dos sistemas de abastecimento público de água de Curitiba e Jucás, outros estudos importantes, relacionados às questões hídricas, foram efetuados no Vale do Cariús. Esses estudos tinham caráter abrangente, no sentido de dotar o vale como um todo de uma estrutura hídrica, que permitisse, além de solucionar os problemas de abastecimento humano, tornar possível a exploração econômica dos recursos hídricos através da irrigação de culturas agrícolas.

Um dos primeiros estudos realizados para o vale abrangendo os recursos hídricos da região foi o Estudo Geológico de Base do Vale do Jaguaribe, realizado pelo convênio ASMIC (República Francesa) e SUDENE, datado de 1967. Neste trabalho foi avaliado, de uma maneira genérica, as potencialidades da sub-bacia do rio Cariús.

Entretanto, seu caráter preliminar não permite uma compreensão mais profunda e racional da questão

No início deste século foi projetado pelo IFOCS na bacia, o Açude Poço dos Paus no município de Cariús, com capacidade de 620 000 000m³

As obras de construção daquele reservatório foram iniciadas, e logo paralizadas sem que fosse concluída sua infra-estrutura

Na década de 50 o DNOCS projetou nas cabeceiras do rio Cariús, no atual município de Nova Olinda, o açude Latão, não concluído

O reservatório mais antigo existente na bacia é o açude Tatajuba, antigo Cobras, construído em cooperação com o DNOCS, e concluído em 1942, com capacidade para 4 200 000m³

Com o Programa Nacional de Irrigação do Nordeste (PROINE) o DNOCS contratou, em 1987, a Elaboração dos Estudos para Aproveitamento Hidrogrícola da bacia do Cariús visando desencadear um processo de irrigação naquela região. Dentro desse contexto foi prevista a construção de vários barramentos que permitiriam a perenização de alguns rios que compõem a bacia, entre os quais o açude Muquém no riacho de mesmo nome. Este açude que será construído pela SRH, a montante da confluência com o rio Cariús, possibilitará a perenização do Riacho Muquém, aumentando conseqüentemente a capacidade de oferta de água no rio Cariús, permitindo assim a ampliação dos sistemas de abastecimento de água atualmente existentes, das cidades de interesse do Projeto, Cariús e Jucás

3- CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS

3- CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS

3.1. Localização e Acesso

O acesso ao local da obra se faz partindo de Fortaleza pela rodovia BR-116 até a cidade de Icó, de onde tomando-se a rodovia CE-153 chega-se à cidade de Iguatú, e em seguida a CE-375 até a sede do município de Cariús. Outro acesso para se chegar a Cariús é seguir pela BR-116 até o entroncamento com a rodovia CE-122, conhecida como estrada do Algodão, na localidade denominada Triângulo seguindo por esta até Cariús. Daí toma-se a estrada municipal carroçável que leva à localidade de Pedra Branca onde se encontra o eixo do barramento.

A fig. 3.1 mostra sua localidade e acesso.

A área do projeto se situa na microregião 073 de Iguatu. As cidades de Cariús e Jucás têm como coordenadas, respectivamente, 6° 30'14" e 6°31'28" de latitude sul, e 39°30'00" e 39°32'05" de longitude W Gr.

3.2 Clima

Não existe nenhuma estação climatológica na bacia do Cariús. Com algumas restrições pode-se estender para a área do projeto os parâmetros determinados em estações vizinhas. Foram utilizados os dados de 2 (duas) estações do Instituto Nacional de Meteorologia e 1 (uma), estação da SUDENE, situadas em Eralba, Iguatu e Várzea Alegre.

Em síntese, o clima da área do projeto é caracterizado pelos seguintes indicadores:

- Pluviometria média anual	860mm
- Semestre mais chuvoso	FEV/ABR (530mm)
- Trimestre úmido	FEV/ABR (530mm)
- Trimestre seco	JUL/SET (13,5mm)
- Mês de maior pluviometria	Março (216mm)
- Temperatura média anual	27°C
- Umidade relativa média anual	62%
- Período de maior umidade relativa	MAR/ABR (74 - 77%)
- Período de menor umidade relativa	SET/OCT (49 - 51%)
- Insolação anual média	2 840 h
- Evaporação total média anual	1 867 mm
- Período de maior evaporação total	AGO/OUT (659,3mm)
- Período de menor evaporação total	MAR/MAI (278,0mm)
- ETP média anual	1 867mm

Outra fonte de informação acerca do clima da área do projeto é o Levantamento Exploratório/Reconhecimento do Estado do Ceará, publicada pela SUDENE (Recife-1973) De acordo com esta fonte a classificação climática da área, segundo Koppen, é Aw' quente e seco

3.3. Topografia

O relevo da bacia do Cariús é de uma maneira geral forte ondulado A região que compreende o trecho entre o local da barragem Muquém e a cidade de Cariús apresenta-se ente os limites de relevo forte a bastante forte Entre a cidade de Cariús e Jucás, acompanhando o trajeto da estrada que as une, o relevo se apresenta de uma maneira geral suave Este último trecho constituirá uma das alternativas de traçado da adutora com amplas possibilidades de ser viabilizadas

3.4. Aspectos Geológicos/Geotécnicos

A área do projeto compreende uma história geológica que se inicia no Pré-Cambriano, com eventos episódicos no Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico

A maior parte dos terrenos pertence ao Pré-Cambriano com várias unidades exibindo litologias variadas como gnaisses, migmatitos, calcários cristalinos, etc

A bacia do Cariús está situada geomorfologicamente quase que por inteira na feição denominada Planalto Sertanejo que caracteriza-se por uma intensa dissecação do relevo Sobressaem-se no Planalto Sertanejo outro aspecto morfológico São áreas elevadas formando amplos tabuleiros que constituem os inteflúvios esculpidos nas rochas sedimentares As escarpas são comumente suaves e arrasadas, nivelando-se com o pediplano do substrato cristalino Em alguns casos essas escarpas são íngremes, atingindo desníveis de 30 a 40m

Os materiais terrosos são encontrados em solos adequados e em quantidade suficientes para a construção de terraplenos em geral São resultantes da alteração das rochas gnáissicas, migmáticas e graníticas, além de outras

Os materiais arenosos, que são utilizados como agregados ocorrem em abundância nos leitos dos principais rios que cortam a área

Os materiais pétreos, para agregados, podem ser obtidos de litologias variadas tais como granitos, gnaisses, calcários, etc

Nesses três casos dos materiais citados, a quantidade é grande e as distâncias detransportes são reduzidas

3.5. Recursos Hídricos

A fonte de água que dará suprimento aos sistemas de abastecimento de Cariús e Jucás será o açude Muquém que será construído na localidade Pedra Branca no boqueirão "Muquém" Situa-se a montante da confluência do riacho Muquém com o rio

Cariús Sua capacidade, estimada pela metodologia do "Aguiar", seria de 44 000 000m³ o que daria para regularizar 11 000 000m³/ano, suficiente para atender as finalidades previstas que é a irrigação de uma área em torno de 300ha e ainda atender a demanda do sistema de abastecimento de água no horizonte de projeto (ano 2 016) Convém acrescentar que além do açude Muquém, a bacia do Cariús terá o seu potencial hídrico aumentado com a conclusão do açude Canoas, que está sendo construído no município de Assaré, no riacho São Gonçalo Sua capacidade de acumulação, de acordo com o projeto executivo, é de 69 300 000m³, devendo regularizar uma descarga de 0,76m³/s

3.6. Estimativa da População

De acordo com os censos do IBGE, a evolução populacional de Cariús e Jucás se deu conforme mostra o quadro 3/1 a seguir

Quadro 3/1 - Dados Demográficos

Discriminação	ANO					
	1970		1980		1991 (1)	
	CARIÚS	JUCÁS	CARIÚS	JUCÁS	CARIÚS	JUCÁS
População total (hab)	18 576	21 012	18 152	20 501	17 571	21 100
População urbana (hab)	2 752	3 798	3 397	4 098	4 786	7 585
População rural (hab)	15 824	17 214	14 755	16 403	12 785	13 515

(1) Conforme o Anuário Estatístico do Ceará - 1994

A análise do quadro revela que a população total de Cariús decresceu entre 1970 e 1991, enquanto a de Jucás decresceu entre 1970 e 1980 e depois apresentou crescimento entre 1980 e 1991 O que mais influenciou nesta conjuntura foi o decréscimo constante das populações rurais que é um fato marcante do Nordeste a partir dos anos 70 Esse quadro se deve praticamente às irregularidades climáticas, falta de créditos agrícolas no valor desejado e no momento oportuno, e também à falta de uma infraestrutura física e social, de desenvolvimento rural integrado que possibilite fixar o homem no campo evitando o êxodo rural com os consequentes transtornos urbanos, devido o aumento populacional desordenado Conforme o anuário Estatístico do Ceará 1994, publicado pelo IPLANCE, as taxas geométricas de crescimento e taxa de urbanização apresentam-se conforme o quadro 3/2

Quadro 3/2 Taxa geométrica de Crescimento e taxa de urbanização

TAXA GEOMÉTRICA DE CRESCIMENTO ANUAL (%)				TAXA DE URBANIZAÇÃO (%)	
1980 / 1991				1980	1991
MUNICÍPIO	TOTAL	URBANA	RURAL		
CARIÚS	- 0,31	3,12	- 1,30	18,71	27,15
JUCÁS	0,36	5,76	- 1,75	19,98	35,96

Em vista dos Índices apontados no quadro acima julgou-se conveniente adotar as taxas de crescimento de 2,5% e 3% ao ano, respectivamente de Cariús e Jucás, que são valores razoáveis à luz dos dados atuais, com vistas à projeção populacional para o final do plano (ano 2016) O quadro 3/3, a seguir, mostra a evolução da população urbana das sedes dos municípios de Cariús e Jucás a partir de 1991 que são, respectivamente, 3 172 habitantes e 5 417 habitantes, de acordo com o Anuário Estatístico do Ceará - 1994, do IPLANCE

Quadro 3/3 - Evolução Populacional - Período 1991 / 2016

ANOS	População urbana da sede do município (hab)	
	CARIÚS	JUCÁS
1991	3 172	5 417
92	3 251	5 580
93	3 332	5 747
94	3 416	5 919
95	3 501	6 096
96	3 589	6 280
97	3 678	6 468
98	3 770	6 662
99	3 865	6 862
2000	3 961	7 068
2001	4 060	7 280
2002	4 116	7 498
2003	4 266	7 723
2004	4 373	7 955
2005	4 482	8 194
2006	4 594	8 439
2007	4 709	8 693
2008	4 826	8 953
2009	4 947	9 222
2010	5 071	9 499
2011	5 198	9 784
2012	5 326	10 077
2013	5 461	10 380
2014	5 597	10 691
2015	5 737	11 012
2016	5 881	11 342

3.7. Aspectos Socio-Econômicos

De acordo com os últimos censos do IBGE nota-se um crescimento reduzido da PEA (População Economicamente Ativa) face ao aumento populacional das áreas urbanas, de maneira tal que torna-se visível um aumento da taxa de desemprego como também a saída dos trabalhadores dos seus municípios para outros, à procura de

empregos Basicamente o setor mais afetado é o primário onde se concentra a maior parte da P.E A da área do projeto

A estrutura fundiária da área é, como de resto no sertão nordestino, muito concentrada Segundo dados do Anuário Estatístico de 1994, editado pelo IPLANCE, o município de Cariús tem 3 262 estabelecimentos, ocupando uma área de 43 465ha, distribuídos do seguinte modo 2 573 estabelecimentos com menos de 10ha, 603 de 10 a menos de 100ha, 86 de 100 a menos 1 000ha, 8 de 1000 a menos de 10 000ha. O município de Jucás tem 3 160 estabelecimentos ocupando uma área de 66 785ha, distribuídos da seguinte forma 2 192 estabelecimentos com menos de 10ha, 817 de 10 a menos de 100ha, 150 de 100 a menos de 1 000ha, 1 de 1 091ha Como se pode observar, ocorre nessa área o que ocorre em todo o estado do Ceará. Os municípios estudados apresentam uma grande quantidade de estabelecimentos estratificados em pequenos minifúndios, e um pequeno número de estabelecimentos concentrados em grandes latifúndios

Os principais produtos agrícolas explorados nos dois municípios são feijão, milho e algodão O quadro 3/4 a seguir apresenta os valores da produção dessas culturas

QUADRO 3/4 - PRODUÇÃO AGRÍCOLA

MUNICÍPIOS	ÁREA COLHIDA (ha)			PRODUÇÃO (t)		
	FEIJÃO	MILHO	ALGODÃO	FEIJÃO	MILHO	ALGODÃO
CARIÚS	3 625	240	990	653	144	178
JUCÁS	1 100	500	600	380	300	72

Em 1980 havia no município de Cariús 9 (nove) estabelecimentos industriais ocupando 49 pessoas e em Jucás 8 (oito) estabelecimentos ocupando 147 pessoas Em 1985 esses números foram reduzidos Em Cariús o número de estabelecimentos industriais caiu para 8, ocupando 42 pessoas e em Jucás para 7, ocupando 60

No aspecto relativo à infra-estrutura de energia elétrica o quadro 3/5, a seguir, apresenta um balanço do consumo de energia por classes de consumo

Quadro 3/5 - Consumo de Energia Elétrica por classes de consumo - 1992

MUNICÍPIO	CLASSES DE CONSUMO (MWH)				
	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL	COMERCIAL	RURAL	PÚBLICO
CARIÚS	621	25	73	291	739
JUCÁS	892	242	184	626	693

No que diz respeito à comunicação as informações que se seguem, obtidas do Anuário Estatístico do Ceará - 1994, editado pelo IPLANCE, resumem a disponibilidade dos serviços de comunicação existentes nos municípios de Cariús e Jucás O primeiro conta com 1 (uma) agência de correio, 4 (quatro) terminais telefônicos em serviço (dados de 1993), e 4 (quatro) telefones de uso público O município de Jucás conta com 1 (uma) agência de Correios (dados de 1993), 1 (um) terminal de telex (dado de 1992), 111 terminais telefônicos em serviço e 120 terminais instalados (dados de 1993), e 11 telefones de uso público (dados de 1993)

A área do estudo apresenta um quadro educacional altamente deficitário, sem infra-estrutura suficiente que venha atender as necessidades dos municípios abrangidos pelo projeto. De acordo com dados do Anuário Estatístico do Ceará - 1994, editado pelo IPLANCE, existia em Cariús, em 1992, 134 estabelecimentos de ensino, correspondendo a 164 salas de aula. Em Jucás, na mesma época, havia 120 estabelecimentos, correspondendo a 196 salas de aula. As matrículas no pré-escolar em 1994, eram, respectivamente em Cariús e Jucás, de 794 e 635 alunos, enquanto os números relativos ao 1º grau, pela mesma ordem, eram de 3 586 e 5 878. No 2º grau, apenas em Jucás, 317 alunos matriculados. Nos ensinos pré-escolar e de 1º grau prevalece, com grande maioria, a dependência administrativa municipal, seguida da estadual e particular. No segundo grau, existente somente em Jucás, a dependência administrativa é inteiramente estadual.

Os municípios do projeto apresentam deficiências também no setor de saúde, tanto no aspecto de recursos humanos, como no aspecto de equipamentos e leitos. Em Cariús, de acordo com o Anuário Estatístico editado pelo IPLANCE - 1994, havia em 1994 1 hospital/maternidade, 7 postos de saúde e 2 centros de saúde. O hospital dispõe de 12 leitos. Os recursos-profissionais de saúde estão assim distribuídos: 2 médicos e 37 agentes de saúde. Em Jucás, segundo a mesma fonte, havia (dados de 1994) 1 hospital/maternidade com 24 leitos, 6 postos de saúde e 1 centro de saúde. Os recursos profissionais de saúde estão assim distribuídos: 3 médicos, 2 enfermeiros e 45 agentes de saúde. O atendimento no setor de saúde, teria que ser dinamizado com a interiorização dos postos de saúde, principalmente no que respeita ao atendimento ambulatorial de primeiros socorros.

3.8 Descrição Sumária dos Sistemas de Saneamento Existentes

Nenhum dos municípios abrangidos pelo projeto dispõe de rede de esgoto sanitário. Apenas nas sedes dos municípios de Cariús e Jucás são utilizados fossas sépticas, sendo da ordem de 40% o número de domicílios que dispõem desse sistema.

No leito do rio Jaguaribe, em Jucás, existe uma pequena barragem vertedoura, localizada próxima à área urbana da cidade, para a qual são dirigidas as águas residuárias de alguns pontos da cidade sem nenhum tratamento prévio, apesar de, na maioria dos casos, não se tratar de resíduos fecais. Esse esgotamento é feito através de alguns drenos coletores construídos pela prefeitura. Existe um projeto, elaborado recentemente, para esgotamento sanitário da cidade. O projeto preconiza a divisão da cidade em 3 sub-bacias: sub-bacia 1 que será atendida por um sistema independente, onde um pequeno módulo será instalado. O efluente após passar por um processo de desinfecção, será lançado no rio. As sub-bacias 2 e 3 formam um sistema único, sendo interligado por uma estação elevatória. Esta intercomunicação é feita através de um emissário de 140m de comprimento e 75mm de diâmetro.

O atual sistema de abastecimento de água da cidade de Cariús é composto por captações realizadas em três poços amazonas localizados nas margens do rio Cariús, que captam água através de eletrobombas centrifugas com potência variando de 5 a

15 CV, cujo recalque é feito através de tubos de aço zincado, e que funcionam 24 horas por dia

Cada poço alimenta parte da rede existente tal como descrito a seguir

- * Do primeiro a água é bombeada para uma cisterna de 40m³ de onde é recalçada por meio de eletrobombas para um reservatório elevado com capacidade de 14m³, do qual inicia-se a distribuição gravitária do bairro Vila Nova,
- * Do segundo a água é injetada diretamente na rede de distribuição, composta de tubulação de PVC, DN 50mm, no bairro Esplanada,
- * E finalmente do terceiro, que serve ao restante da cidade, a água é também injetada na rede e o excedente é armazenado em fim de linha num reservatório elevado com capacidade para 227m³

O sistema de abastecimento de água atende, sem tratamento, a aproximadamente 25% da população

O sistema existente de abastecimento de água de Jucás é composto de um poço amazonas com vazão de 60 m³/h e um poço profundo (tubular) com vazão de 45m³/h, localizados nos aluviões do rio Jaguaribe. Destes poços a água é recalçada para uma estação de tratamento, composta por Floco Decantador e dois filtros de fluxo ascendente, seguindo-se um tanque de reunião. Deste a água é recalçada para a cidade através de uma adutora em fibrocimento com extensão de 1500m aproximadamente, e diâmetro de 150mm. Na ETA é aplicado cloro-gasoso através de um Ventury.

Na cidade existem dois reservatórios, um elevado de 227m³ que recebe as águas de sobra da rede de distribuição, e outro apoiado de 50m³ que recebe água para alimentar a zona mais alta da cidade. Esta é atendida praticamente em 90% de sua totalidade.

O bombeamento na rede de distribuição é feito 24 horas por dia sendo que aos sábados e domingos só funciona 12 horas.

Os poços existentes conseguem manter uma lâmina de água constante (Nível Dinâmico) por serem localizados a jusante de uma barragem vertedoura de alvenaria de pedra, que alimenta o lençol freático.

4. PARÂMETROS DE PROJETO

4 PARÂMETROS DE PROJETO

Os elementos que subsidiaram o presente estudo são os seguintes

- População atual (1996) das sedes dos municípios

* Cariús 3 172 hab

* Jucás 5 417 hab

- População das sedes dos municípios no horizonte do projeto (ano 2 016)

* Cariús 5 881 hab

* Jucás 11 342 hab

- Consumo "Per capita"(q) .150l/hab/dia

- Coeficientes de variação de consumo

* k1 (coef do dia de maior consumo) 1,2

* k2 (coef da hora de maior consumo) 1,5

- Índice de atendimento

Foi adotado o Índice de 100% constante ao longo de todo o período do projeto

- Alcance do Projeto 1996/ 2 016

- Volume de Reservação

Considerou-se que o volume de reservação corresponda a aproximadamente 1/3 do volume a ser distribuído no dia de maior consumo

- Consumo de água na ETA

Considerou-se que a vazão destinada ao consumo nas unidades de tratamento seja de 5% da vazão produzida

Os parâmetros considerados no projeto são valores normalmente utilizados em projetos de abastecimento de água, e alguns deles são representativos das condições inerentes às áreas urbanas de pequeno a médio porte

Com base nesses parâmetros apresenta-se, a seguir, os quadros 4/1 e 4/2 de evolução da demanda de água, onde

- Demanda Média (Q)

$$Q = \frac{P \times q}{86\,400}$$

P = População do Projeto

q = Consumo per capita

- Demanda Máxima Diária (Q₁)

$$Q_1 = K_1 \cdot Q$$

- Demanda Máxima Horária (Q₂)

$$Q_2 = K_2 \cdot Q_1$$

QUADRO 4/1 - EVOLUÇÃO DA DEMANDA-CARIÚS

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (HAB)	DEMANDA MÉDIA (*)		DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA l/s	DEMANDA MÁXIMA HORÁRIA l/s
		m / ANO	l/s		
1996	3 589	196 497,75	6,23	7,48	11,22
1997	3 678	201 370,50	6,39	7,67	11,50
1998	3 770	206 407,50	6,55	7,86	11,79
1999	3 865	211 608,75	6,71	8,05	12,08
2000	3 961	216 864,75	6,88	8,26	12,39
2001	4 060	222 285,00	7,05	8,46	12,69
2002	4 162	227 869,50	7,23	8,68	13,02
2003	4 266	233 563,50	7,41	8,89	13,34
2004	4 373	239 421,75	7,59	9,11	13,67
2005	4 482	245 389,50	7,78	9,34	14,01
2006	4 594	251 521,50	7,98	9,58	14,37
2007	4 709	257 817,75	8,18	9,82	14,73
2008	4 826	264 223,50	8,38	10,06	15,09
2009	4 947	270 848,25	82,59	10,31	15,47
2010	5 071	277 637,25	8,80	10,56	15,84
2011	5 198	284 590,50	9,02	10,82	16,23
2012	5 326	291 598,50	9,25	11,10	16,65
2013	5 461	298 989,75	9,48	11,38	17,07
2014	5 597	306 435,75	9,72	11,66	17,49
2015	5 737	314 100,75	9,96	11,95	17,93
2016	5 881	321 984,75	10,21	12,25	18,38

(*) Considerando um regime de bombeamento de 24 horas

QUADRO 4/2 - EVOLUÇÃO DA DEMANDA-JUCÁS

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (HAB)	DEMANDA MÉDIA (*)		DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA l/s	DEMANDA MÁXIMA HORÁRIA l/s
		m / ANO	l/s		
1996	6 280	343 830,00	10,90	13,08	19,62
1997	6 468	354 123,00	11,23	13,48	20,21
1998	6 662	364 744,50	13,88	13,88	20,83
1999	6 862	375 694,50	11,91	14,29	21,44
2000	7 068	386 973,00	12,27	14,72	22,09
2001	7 280	398 580,00	12,64	15,17	22,75
2002	7 498	410 515,50	13,02	15,62	23,44
2003	7 723	422 834,25	13,41	16,09	24,14
2004	7 955	435 536,25	13,81	16,57	24,86
2005	8 194	448 621,50	14,23	17,08	25,61
2006	8 439	462 035,25	14,65	17,58	26,37
2007	8 693	475 941,75	15,09	18,11	27,16
2008	8 953	490 176,75	15,54	18,65	27,97
2009	9 222	504 904,50	16,01	19,21	28,82
2010	9 499	520 070,25	16,49	19,79	29,68
2011	9 784	535 674,00	16,99	20,38	30,58
2012	10 077	551 715,75	17,49	20,99	31,48
2013	10 380	568 305,00	18,02	21,62	32,44
2014	10 691	585 332,25	18,56	22,27	33,41
2015	11 012	602 907,00	19,12	22,94	34,42
2016	11 342	620 974,50	19,69	23,63	35,44

(*) Considerando um regime de bombeamento de 24 horas

5. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

5 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os trabalhos e levantamentos feitos no âmbito dos estudos hidrológicos da barragem nos permite proceder algumas considerações acerca dos dados que interessam, direta ou indiretamente, na operação das adutoras, a saber

5.1. Dados Fluviométricos

Os dados fluviométricos foram obtidos a partir de uma estação localizada no rio Cariús, próxima a confluência com o riacho Muquém. Essa estação foi instalada em 1965 e desativada em 1984. Existem dados de descarga diária de 1967 a 1982 (16 anos)

Não obstante se tratar de uma série relativamente pequena, a localização do posto, drenando praticamente toda a sub-bacia do rio Cariús, demonstra a importância dos dados para o estudo da barragem Muquém. Com efeito os dados dessa estação foram transferidos para o local da barragem, por correlação de áreas, gerando uma série de vazões médias mensais cujo volume afluente anual correspondente é de 26.8 hm

5.2. Dados Pluviométricos

Para representar a chuva que cai diretamente sobre o lago do reservatório selecionou-se os postos de Várzea Alegre, no município de mesmo nome, Cariús e Caipú, ambos no município de Cariús, os quais dispõem de uma série de observações cobrindo o período de 1913 a 1985. Aplicando-se a metodologia de Thiessen, foram obtidos os dados de precipitações médias mensais e anuais no lago do açude os quais são apresentados nos quadros 5/1 e 5/2, a seguir

5.3. Dados Evaporimétricos

A evaporação a partir do espelho d'água do reservatório foi obtida da evaporação do tanque classe A da estação climatológica de Iguatu, multiplicada por um coeficiente de 0.75. Para esse posto dispõe-se de uma série de observações mensais cobrindo o período de janeiro de 1964 a dezembro de 1986, o qual está representado no quadro 5/3

QUADRO 5/1
PROJETO BARRAGEM MUQUÉM
PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAIS (mm)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1913	27,6	285,4	354,3	181,7	46,1	57,2	18,3	5,4	24,3	31,9	0,5	71,0	1 103,70
1914	473,3	113,7	223,9	44,3	29,4	21,5	44,8	86,4	9,5	14,5	2,9	11,0	1 075,20
1915	60,6	82,4	81,9	124,0	73,7	0,0	2,2	3,2	3,1	5,6	0,6	123,0	560,30
1916	237,1	105,0	229,4	150,3	65,2	12,0	0,2	0,0	4,3	0,5	37,7	185,8	1 027,50
1917	444,4	269,3	287,7	165,9	74,9	5,1	0,2	0,0	33,6	1,7	106,4	153,1	1 542,30
1918	142,6	137,9	304,3	223,2	218,0	61,9	41,9	0,0	0,5	12,3	49,2	43,2	1 235,00
1919	62,8	109,9	52,4	23,8	2,4	31,4	18,3	5,8	4,9	7,5	6,7	5,6	331,50
1920	13,7	197,1	527,8	184,8	32,5	5,6	41,3	0,0	18,5	42,5	4,4	179,0	1 247,20
1921	57,9	292,9	351,5	97,1	83,9	3,7	13,0	6,8	0,4	3,6	75,7	18,6	1 005,10
1922	30,3	132,5	81,9	307,5	110,1	78,2	11,8	3,4	1,1	5,8	68,3	34,8	865,70
1923	120,3	476,1	108,4	152,1	63,1	65,1	5,5	7,0	1,1	27,1	36,8	29,7	1 092,30
1924	119,9	324,1	370,4	396,3	121,3	85,2	2,9	0,0	3,2	78,6	5,1	36,6	1 543,60
1925	419,6	205,9	312,9	200,3	51,3	17,3	11,5	0,0	150,9	2,8	12,8	66,9	1 452,20
1926	60,0	196,2	348,2	93,0	106,1	6,4	0,0	0,0	0,0	7,0	8,1	4,5	829,50
1927	14,3	234,0	144,0	214,2	51,5	20,5	4,4	1,8	0,0	0,0	1,1	67,3	753,10
1928	97,9	10,9	403,9	256,2	78,8	18,7	0,0	0,0	2,9	10,9	10,5	48,9	939,60
1929	76,3	187,4	168,1	138,9	30,4	8,3	4,6	0,0	7,3	15,7	0,3	89,8	727,10
1930	47,7	84,7	159,3	129,3	86,7	125,8	0,3	0,1	0,0	32,3	9,8	49,6	725,60
1931	117,2	241,8	167,9	156,8	27,5	3,3	0,6	1,5	7,3	7,8	6,2	4,0	741,90
1932	105,6	109,2	58,7	61,8	24,7	18,8	44,4	0,0	36,7	8,0	22,0	7,4	497,30
1933	157,7	147,2	255,3	207,3	8,0	2,6	1,3	6,6	2,0	13,4	27,7	15,5	844,60
1934	238,0	255,1	405,4	202,6	116,3	25,4	0,0	0,0	8,0	2,0	21,7	106,3	1 380,80
1935	203,7	349,2	288,5	192,7	110,2	36,5	7,4	0,9	4,9	14,4	13,5	7,6	1 229,50
1936	110,8	279,4	167,8	192,0	12,9	41,8	1,1	2,9	0,0	7,1	0,4	31,8	848,00
1937	25,0	283,1	16,6	144,4	97,9	21,7	5,5	0,0	7,0	0,4	5,4	21,4	776,40
1938	155,3	20,2	378,4	160,8	22,1	5,4	3,6	10,1	31,6	12,2	6,1	1,3	806,80
1939	16,7	334,8	279,6	114,2	141,1	15,9	1,6	9,8	16,9	32,0	54,6	65,5	1 082,70
1940	102,7	158,8	359,8	203,6	91,7	6,2	4,9	5,2	23,2	7,7	5,5	23,9	993,20
1941	66,9	115,4	208,6	140,4	52,8	0,3	1,1	18,9	0,8	13,2	34,7	2,7	655,80
1942	17,9	129,0	104,5	90,4	37,5	1,9	0,0	0,5	0,3	37,3	3,8	93,1	516,20
1943	142,3	84,3	255,2	116,3	18,7	12,3	10,3	0,9	0,1	0,0	67,9	24,9	733,20
1944	38,8	42,3	149,1	238,3	12,3	6,5	10,0	0,1	8,7	0,0	0,0	179,2	685,30
1945	110,4	168,5	86,1	127,2	172,8	4,6	9,8	0,0	0,2	52,1	17,0	24,6	773,30
1946	192,5	107,1	155,1	150,9	56,7	86,0	0,0	0,6	0,2	0,0	69,1	109,3	927,50
1947	114,8	256,7	426,9	279,2	20,8	12,9	15,3	0,1	0,0	0,0	80,5	56,4	1 263,60
1948	113,8	64,0	364,3	124,1	45,3	12,5	11,7	19,7	0,0	8,9	2,0	17,9	784,20
1949	19,0	180,9	282,0	225,6	60,2	15,3	0,0	38,4	5,7	14,2	97,3	17,4	956,00

000026

QUADRO 5/1
PROJETO BARRAGEM MUQUÉM
PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAIS (mm)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1950	43.0	164,2	355.1	346.5	1.5	1.1	14.2	0.0	19.3	17.9	0.0	95.0	1 057 80
1951	43.7	91.6	129.5	237.7	68.0	14.8	0.9	0.0	0.0	9.0	12.7	80.5	688 40
1952	36.9	139.0	167.5	224.8	43.3	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93.2	713 10
1953	23.5	35.4	93.0	118.0	24.6	41.6	10.4	0.0	28.4	0.0	50.4	4.6	429 90
1954	54.6	148.8	190.9	154.5	78.3	3.2	1.3	0.0	0.0	0.0	3.2	19.2	654 00
1955	160.9	239.1	380.6	235.1	11.9	0.6	0.0	0.0	0.0	33.9	20.6	81.7	1 164 40
1956	11.0	580.0	202.3	263.6	92.0	11.9	4.3	0.0	0.0	54.7	3.2	14.2	1 237 20
1957	120.6	97.9	264.3	286.8	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	85.5	861 50
1958	46.5	88.3	24.6	53.6	84.0	0.0	12.5	0.0	15.1	0.0	0.0	57.1	603 70
1959	218.2	252.2	224.8	65.5	87.6	37.7	0.0	42.3	16.8	0.0	38.7	0.0	983 80
1960	105.3	72.8	327.3	36.1	58.6	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	5.7	614 10
1961	142.2	260.8	339.4	114.7	79.3	3.7	17.6	0.0	0.3	8.8	0.0	14.5	981 30
1962	65.2	187.7	354.2	147.6	68.0	22.6	1.5	1.3	0.0	3.4	25.3	79.1	955 90
1963	209.4	337.2	380.4	98.1	14.7	5.3	0.0	0.0	0.0	14.0	39.6	154.3	1 253 00
1964	185.6	272.7	241.1	336.0	132.3	38.6	4.2	14.6	23.6	3.0	19.7	7.2	1 276 50
1965	146.7	50.2	239.0	361.4	108.0	85.7	7.7	11.6	2.4	66.8	0.0	0.2	1 079 70
1966	30.0	368.2	98.7	66.1	87.3	59.2	3.8	0.1	30.2	3.5	15.3	32.0	794 40
1967	94.1	374.6	221.1	178.0	201.1	15.7	3.2	4.1	0.3	0.0	2.7	55.4	1 150 30
1968	115.7	159.3	359.9	102.9	115.5	3.9	0.6	0.0	1.0	1.6	7.0	79.9	947 30
1969	150.4	47.5	142.0	197.6	114.5	40.7	3.9	3.9	22.8	22.3	0.0	5.4	751 00
1970	111.1	139.9	373.7	57.3	0.0	10.5	0.0	2.2	4.9	2.1	17.4	0.7	719 80
1971	252.3	236.4	113.7	190.3	87.2	22.7	33.7	1.7	4.8	69.7	15.8	9.6	1.037 90
1972	314.1	124.1	154.9	80.2	52.7	19.2	0.1	30.0	0.0	0.6	0.0	77.7	853 60
1973	144.7	117.2	223.1	424.6	128.8	58.5	113.9	24.0	30.3	24.9	4.5	38.9	1.333 40
1974	264.8	350.4	362.4	495.1	143.6	19.0	5.1	0.0	9.3	17.8	41.3	81.8	1 790 60
1975	158.5	145.0	474.6	269.5	123.4	121.5	46.3	17.1	20.4	2.3	14.7	145.7	1.539 00
1976	32.3	317.0	358.3	90.6	0.9	8.5	0.0	5.2	12.8	133.4	46.5	77.0	1.082 50
1977	103.0	280.1	328.2	297.4	110.7	53.9	14.5	5.8	0.4	40.1	6.2	132.9	1.373 20
1978	281.7	220.6	125.4	167.5	175.6	12.2	64.7	5.5	26.4	15.4	36.0	24.9	1.155 90
1979	144.6	70.3	171.7	86.5	103.2	1.2	0.8	5.7	28.3	22.2	28.6	7.7	670 80
1980	136.7	394.6	101.3	73.1	67.6	1.6	6.3	0.0	0.2	50.2	48.2	46.8	926 60
1981	197.8	118.0	335.5	120.3	5.9	9.5	0.0	2.0	0.0	0.4	0.0	91.5	880 90
1982	156.8	241.3	134.8	197.1	33.1	15.8	6.3	10.2	6.2	6.1	12.0	60.7	880 40
1983	25.7	178.3	164.0	61.3	9.1	16.0	6.1	0.7	1.8	4.4	0.0	25.3	492 70
1984	47.2	110.9	240.0	321.7	96.1	5.3	3.2	7.4	11.2	122.5	10.1	49.0	1 024 60
1985	263.1	362.4	257.7	357.5	122.1	111.4	96.5	28.7	4.6	1.1	28.8	147.8	1 781 70

000027

QUADRO 5/2
PROJETO BARRAGEM MUQUÉM
PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENCIAIS (mm)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
No DE ANOS C/DADOS	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73
MÉDIA	125.9	193.8	245.8	179.8	71.0	25.2	11.4	6.3	10.2	17.6	20.9	54.9	962.9
MÁXIMA	473.3	580.0	527.8	495.1	218.0	125.8	113.9	86.4	150.9	133.4	106.4	185.8	1790.6
MÍNIMA	11.0	10.9	52.4	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	331.5

QUADRO 5/2
 PROJETO BARRAGEM MUQUÉM
 PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAIS (mm)

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
No DE ANOS C/DADOS	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73
MÉDIA	125.9	193.8	245.8	179.8	71.0	25.2	11.4	6.3	10.2	17.6	20.9	54.9	962.9
MÁXIMA	473.3	580.0	527.8	495.1	218.0	125.8	113.9	86.4	150.9	133.4	106.4	185.8	1790.6
MÍNIMA	11.0	10.9	52.4	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	331.5

QUADRO 5/3
DADOS EVAPORIMÉTRICOS EM TANQUE CLASSE A EM mm
IGUATU

ANOS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1964	221	216	183	195	121	201	208	273	264	288	309	319	2 798
1965	247	165	174	168	167	195	187	202	216	245	261	214	2 441
1966	149	137	202	195	205	249	242	291	270	316	285	316	2 857
1967	252	146	183	180	183	210	254	273	291	319	267	298	2 856
1968	221	218	171	198	195	225	239	307	297	298	288	260	2 917
1969	162	210	205	186	233	234	257	290	282	325	315	301	3 000
1970	221	260	214	222	270	266	304	300	296	319	287	329	3 291
1971	232	210	205	168	226	207	239	307	289	297	285	302	2 967
1972	236	165	195	201	211	201	254	270	312	322	318	295	2 980
1973	300	176	174	180	192	189	251	301	306	304	288	276	2 937
1974	195	154	124	186	195	192	226	273	294	280	282	320	2 721
1975	202	179	195	162	201	201	245	291	307	326	303	294	2 906
1976	240	176	192	207	211	258	298	304	295	236	237	267	2 921
1977	190	174	183	189	217	207	242	303	297	319	297	291	2 907
1978	223	168	173	195	180	189	211	298	306	316	309	264	2 832
1979	236	194	195	231	229	267	301	302	303	332	291	248	3 129
1980	220	182	196	261	267	240	298	297	321	328	297	290	3 197
1981	254	235	211	207	288	249	276	288	318	319	321	313	3 279
1982	267	193	202	205	197	189	228	269	288	309	280	265	2 892
1983	270	213	217	209	195	186	234	264	304	317	286	297	2 992
1984	264	232	214	190	223	195	225	267	298	326	290	293	3 017
1985	261	193	172	192	189	194	236	271	307	305	299	318	2 937
1986	273	170	189	190	187	204	204	263	305	322	296	316	2 919
MÉDIAS	232	190	189	196	208	215	246	283	294	307	291	290	2 943

Observa-se que a altura anual de evaporação é de 2 943 mm, sendo outubro o mês de maior evaporação com 307mm e março o de menor valor com 189 mm

5.4. Relação volume Regularizado x Capacidade de Reserva

A determinação da vazão regularizável foi obtida através do Método de Campos que consiste na apresentação de um modelo gráfico aplicado a reservatórios de águas superficiais situadas em regiões com rios intermitentes e sujeitos a altas taxas de evaporação. De posse dos parâmetros necessários à aplicação do Método, calculou-se a relação entre o volume anual regularizado, com 95% de garantia, e a capacidade do reservatório. Os valores estão apresentados na fig 5/1 e quadro 5/4. Neste quadro f representa a relação entre a capacidade do reservatório e o volume afluente anual.

FIGURA 5/1

**CURVA CAPACIDADE DE ACUMULAÇÃO
VERSUS VOLUME ANUAL REGULARIZADO
COM 95% DE GARANTIA**

