



Folha de Dados

IDGED:

0012/01

LOTE:

0104

AUTOR:

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – COSENGE

TÍTULO:

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E SOCIAL DA BARRAGEM GANGORRA EM GRANJA

SUBTÍTULO:

ESTUDO DE VIABILIDADE - RELATÓRIO GERAL TOMO I

OUTUBRO/1994

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: PROJETO

Identidade GED: 0012104

Lote: 00104

Nº de Registro: 95/0134

Autores: COSENGE / SRH

Programa: PROURB

Título: Estudo de viabilidade econômica e social da
barragem: Gargema em Guarja

Sub-Título 1: Relatório geral

Nº de Páginas: 124 p

Volume: _____

Tomo: 1

Editor: COSENGE

Data de Publicação (mês/ano): 1995

Local de Publicação: Fortaleza

Localização da Obra

Tipo de Representamento:

<input checked="" type="checkbox"/> Barragem	<input type="checkbox"/> Açude	<input type="checkbox"/> Adutora	<input type="checkbox"/> Canal / Eixo de Transp.	<input type="checkbox"/> Outro
Rio / Riacho Barrado: <u>Riacho Gargema</u>		Fonte Hídrica: _____		

Bacia: _____

Sub-bacia: _____

Municípios: Guarja

Distrito: _____

Microregião: Interal de Coconum e Guarja

Estado: Paraíba

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E SOCIAL

DA BARRAGEM GANGORRA EM GRANJA



RELATÓRIO GERAL - TOMO I



COSENGE - CONSULTORIA E SERVIÇOS DE ENGENHARIA LTDA

Lote 00104 - Prep Scan Index ()
Projeto Nº 00104/2
Volume 1
Qtd A4 27 Qtd. A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____



0012/01

ÍNDICE

000003

ÍNDICE

	PÁGINAS
APRESENTAÇÃO	6
1 INTRODUÇÃO	8
1 1. Considerações Gerais	8
1 2 Antecedentes	8
1 3 Objetivos da Barragem	8
2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	11
2 1 Localização e Acessos	11
2 2 Aspectos Físicos	11
2.2 1 Clima	11
2.2.2 Relevo e Topografia.. . . .	14
2.2.3 Geologia e Geotecnia.	15
2 2 4 Solos	15
2 3. Estudos Hidrológicos.. . . .	17
2.3 1 Pluviometria.	17
2.3.1 1 Dados Disponíveis.. . . .	17
2 3.1.2 Caracterização do Regime Pluviométrico Mensal.	18
2.3 1 3 Chuvas Máximas.	18
2.3.1 4 Chuvas Intensas	19
2 3.1 5 Chuva de Projeto	23
2 3 1 6 Chuva Média Diária	24
2.3 2 Fluviometria	27
2.3.2 1 Cheias de projeto	27
2 3.2 2. Vazões Médias Mensais.	27
2.3.3 Simulação Mensal do Açude...	27
3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONCEPÇÃO DO PROJETO	37
3 1. Considerações Sobre a Concepção do Projeto da Barragem	37
3.1 1 Fatores Condicionantes da Concepção.	37
3 1.2 Alternativas Estudadas	37
3 1 3 Principais Elementos da Barragem.	37
3 2. Considerações sobra a Concepção do Projeto de Aproveitamento Hidroagrícola	39
3 2 1 Fatores Condicionantes	39
3 3. Definições Básicas	40
3.4. Os Métodos de Irrigação.....	40
3 5 Concepção Geral	40
3.5 1 Captação D'Água	40

000004

3 5 2	Adução	41
3.5 3	Reservação	41
3 5 4	Rede de Distribuição	41
3 5.5	Loteamento	42
3.5.6	Equipamento de Irrigação	42
3 6	Demandas e Oferta D'Água	43
3.6 1	Vazões de Projeto	43
3 6.2	Oferta D'Água	44
3 7	Lay-out do Projeto	44
3.8	Critérios para o Planejamento Agrícola	45
3 9	Estratégia de Desenvolvimento	46
4	O PROJETO	48
4 1	Aspectos Gerais	48
4 2	Estações Principais de Bombeamento	48
4 3.	Adução e Distribuição	49
4 4	Adutoras de Recalque	50
4.5.	Reservatórios de Compensação	50
4.6	Demais Obras Hidráulicas	51
4 7.	Equipamento Final de Parcela	53
4 8	Sistema Viário	54
4 9.	Sistema de Drenagem	54
4 10	Rede Elétrica	55
5	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	57
5 1	Características das Adutoras Principais	57
5 2	características das elevatórias principais	57
5 3.	Características dos Reservatórios	59
5 4	Canais de Adução e Distribuição	60
5 5.	Tubulações de Distribuição	62
5 6	Obras Hidráulicas	64
5 6 1	Obra Tipo Dissipador de Energia	64
5 6.2.	Limitador de Vazão com Controle Automático (Obra de Admissão)	64
5 6 3	Obra Tipo Junção	66
5 6 4	Obra de Derivação (partidor de vazão)	67
5 6 5	Obra Tipo Queda	68
5 6.6	Obra Tipo Extravasor	70
5.6 7.	Obra Tipo Concordância	74
5 6.8	Obra Tipo Transição Canal/Tubo	74
5 6 9	Obra Tipo de Transição (sifão)	74



5.6.10	Obra Tipo Bueiro	77
5.6.11	Obra Tipo Tomada Individual de Parcela	78
5.7	Estações Elevatórias de Parcelas	78
5.8	Equipamento Final da Parcela.	80
5.9	Dimensionamento dos Equipamentos Elétricos.	101

000006



APRESENTAÇÃO

000007



APRESENTAÇÃO

O presente documento apresenta o Relatório do Estudo de Viabilidade Econômica da Barragem Gangorra, no município de Granja, Ceará, elaborado pela COSENGE - Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda para a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado, objetivo do contrato nº 027/94

O relatório introduz através de uma sequência lógica as diversas etapas de análise e as conclusões obtidas a nível de viabilidade

Constituído de três tomos

Tomo I - Concepção e Dimensionamento do Projeto Hidráulico e Elétrico

Tomo II - Plano de aproveitamento e avaliação Econômica do Reservatório

Tomo III - Plantas e Desenhos

000008



1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A Barragem Gangorra, objetivo do presente estudo, destinar-se-á prioritariamente para fins de abastecimento humano, bem como para aproveitamento hidroagrícola, piscicultura e lazer

O barramento será assentado no Riacho Gangorra, afluente da margem direita do Rio Coreaú, a uma distância de aproximadamente 7 km da cidade de Granja, sede do município de mesmo nome Tendo neste centro urbano, e na cidade de Camocim e outras localidades menores seu foco principal de abastecimento de água

1.2. ANTECEDENTES

O estudo de viabilidade da Barragem Gangorra foi originado a partir do documento Projeto Básico da Barragem Gangorra, apresentado à Secretaria de Recursos Hídricos - SRH pela Prefeitura do município de Granja, para fins de abastecimento humano face à escassez de água a que sempre está submetido aquele município, agravando-se em períodos de longa estiagem, e constituindo-se em fatos restritos a um desenvolvimento mais acentuado

Como consequência, a SRH considerou necessário avaliar a factibilidade econômica do projeto

1.3. OBJETIVOS DA BARRAGEM

A Barragem Gangorra foi selecionada para estudo em virtude das seguintes condições básicas:

- Da necessidade do aumento de oferta de água, principalmente abastecimento humano, para as cidades assentes no curso inferior do Rio Coreaú
- Trata-se de uma área subaproveitada, onde grande parcela dos pequenos produtores encontra-se em estado crítico de pobreza rural
- Trata-se de uma área inclusa em uma região de tradição agrícola, tanto no que se refere as atividades de lavoura como de pecuária

000010



Dentro deste contexto, a ação da SRH visaria criar condições mais favoráveis ao seu desenvolvimento, principalmente no tocante a

- Garantia de oferta de água para abastecimento humano das populações das cidades de Granja e Camocim e localidades menores
- Garantia de oferta de água para a implantação de projetos hidroagrícolas
- Implementação de uma infra-estrutura de pesca e lazer que possibilite o desenvolvimento adequado das atividades.

000011



2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

2.1. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A Barragem Gangorra será implantada no Riacho de mesmo nome, afluente da margem esquerda do Rio Coreaú, no município de Granja, Estado do Ceará

O açude se formará entre as coordenadas 3°04'27" e 3°05'56" de latitude sul e 40°48'56" e 40°50'00" de longitude a oeste de Greenwich. Distanto o barramento aproximadamente 7 km da cidade de Granja.

O acesso ao local da obra, a partir de Fortaleza, pode ser feito através da BR-222 até o km 353, na localidade denominada Aprazível, a partir daí toma-se a CE-071, que liga Aprazível a Granja, percorrendo-se 88 km até a ponte sobre o Riacho Gangorra. A barragem se localizará 1 km a montante da referida ponte.

Os mapas 1 e 2 mostram, respectivamente, o local da barragem no contexto do estado e do município.

2.2. ASPECTOS FÍSICOS

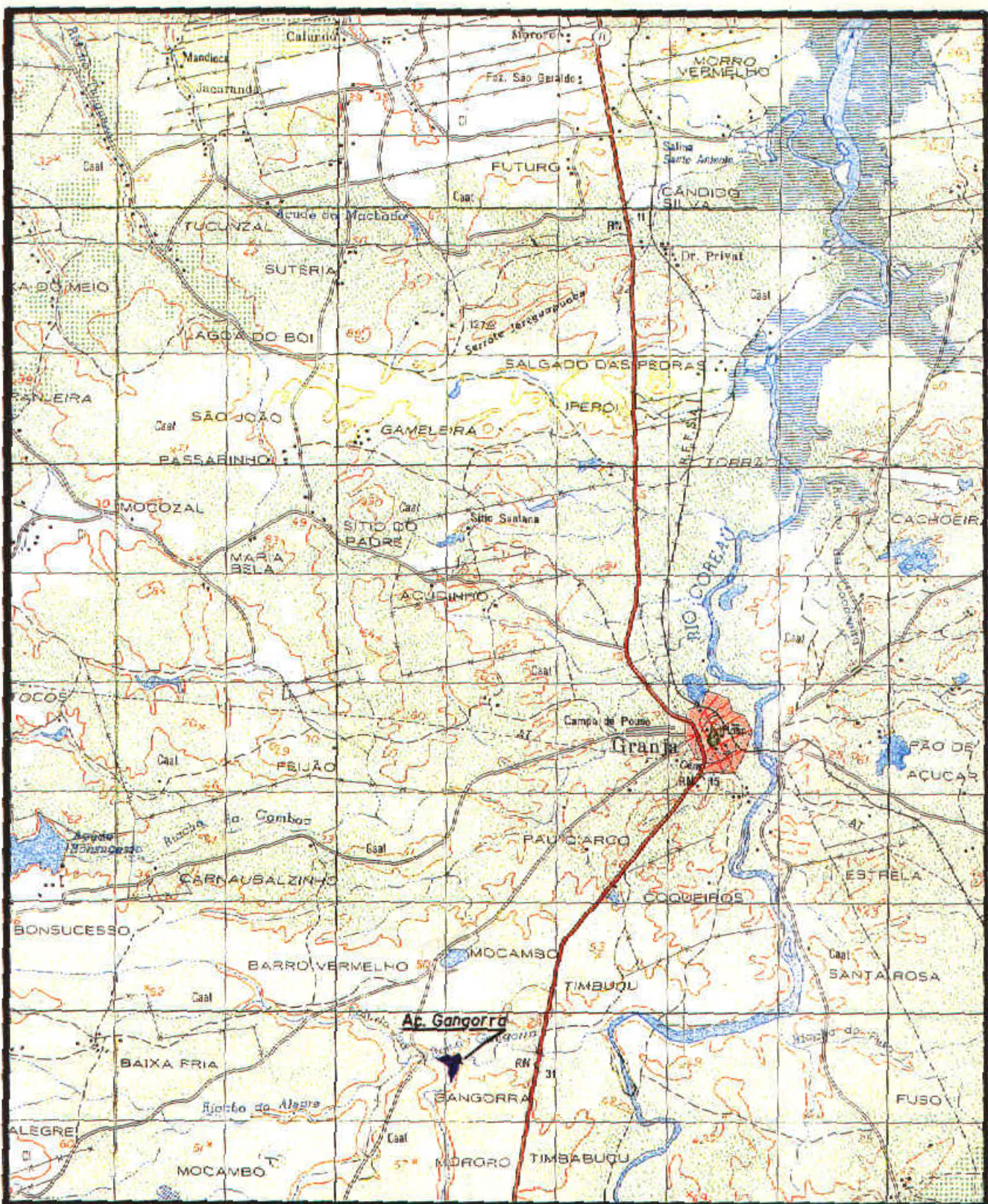
2.2.1. Clima

O clima predominante é quente e estável, de elevadas temperaturas e reduzidas amplitudes, com acentuada taxa de insolação, forte poder evaporante e acima de tudo, com um regime pluviométrico assinaladamente irregular (PERH-1992).

A região apresenta o tipo climático Bsw'h (clima quente e semi-árido, caracterizando as precipitações insuficientes e irregulares), segundo a classificação de Koppen

A precipitação médio anual é da ordem de 1000mm, com o período chuvoso iniciando em janeiro ou fevereiro e prolongando-se até maio, e tendo nos meses de setembro e outubro os representantes mais secos. As chuvas se concentram quase exclusivamente no primeiro semestre (mais do que 90% do total anual), sendo o trimestre fevereiro/abril, ou março/abril, responsável, em geral, por um percentual em torno de 65 a 70% do anual, o mês de pico março ou abril concentra, em média, mais de um quarto da pluviometria do ano

000013



000014



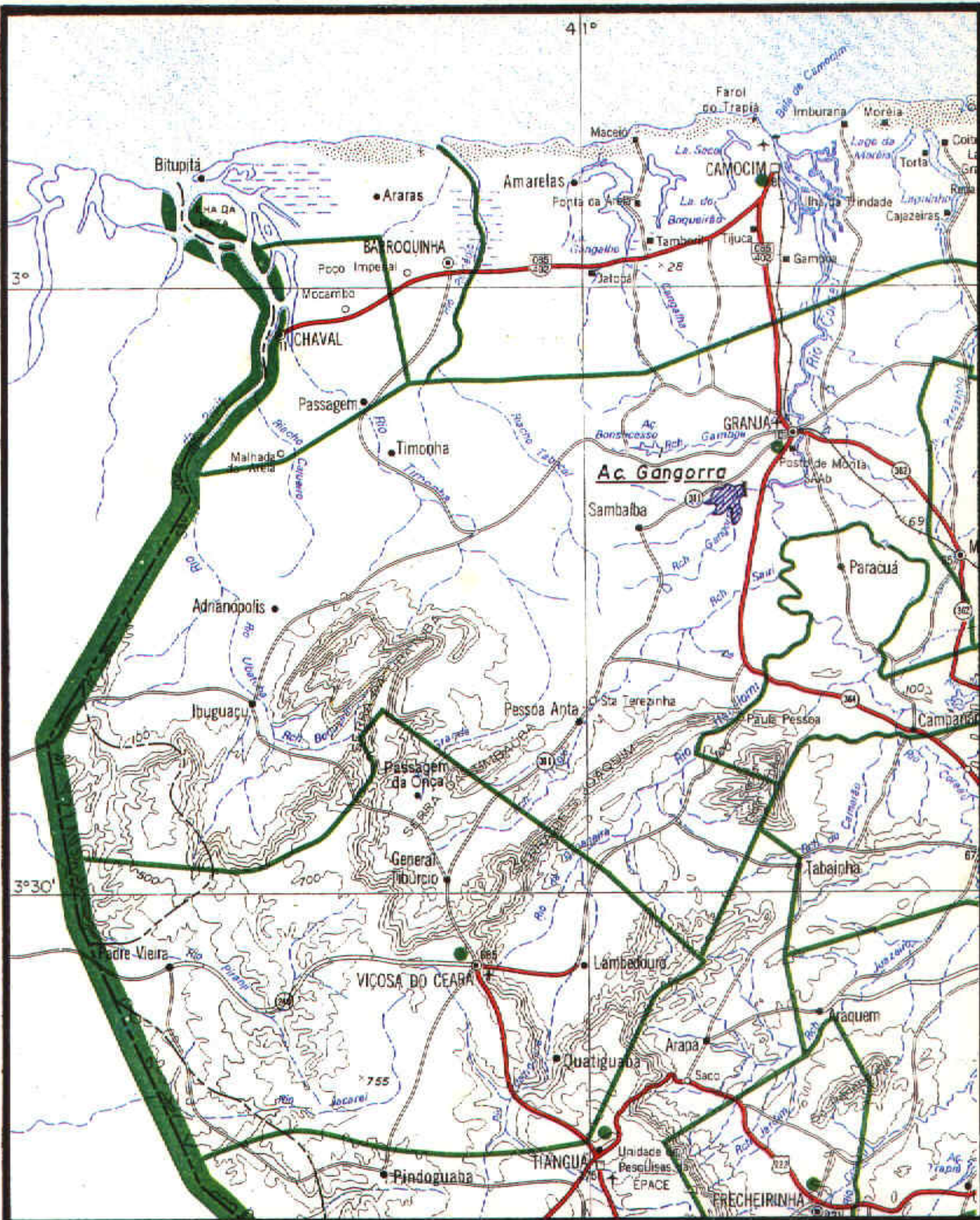
COSENGE

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETÁRIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E SOCIAL DA BARRAGEM
GANGORRA, NO MUNICÍPIO DE GRANJA - CE

MAPA - 1
MAPA DE LOCALIZAÇÃO NO CONTEXTO DO ESTADO

CONSULTORIA E SERVIÇO DE ENGENHARIA LTDA. DATA JAN./95 ESC. 1/100.000 DES. Nº



000015



COSENTE

CONSULTORIA E SERVIÇO DE ENGENHARIA LTDA.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E SOCIAL DA BARRAGEM
GANGORRA, NO MUNICÍPIO DE GRANJA - CE

MAPA - 2

MAPA DE LOCALIZAÇÃO NO CONTEXTO DO MUNICÍPIO

DATA JAN. / 95

ESC. 1/500.000

DES. Nº

A temperatura média anual alcança o patamar de 28°C. A média das temperaturas máxima e mínima apresenta plataforma que fica em torno de 33°C a 34°C para a primeira, e de 22°C a 23°C para a segunda

A umidade relativa do ar, no período de chuvas quase sempre supera 80%, sendo o trimestre marco/maio o de maior taxa. No período de estiagem, a umidade reduz-se para a faixa de 50%, o período crítico abrange os meses de setembro a novembro. Na média a umidade do ar varia de 60% a 65%

A insolação altera-se pouco na área apresentando um número médio de horas anual variando de aproximadamente 2 650 horas a quase 3 000 horas. A duração da incidência da luz solar atinge os menores valores nos meses de maior pluviometria, em torno de 5,0 horas/dia, sendo que no auge da estiagem, sobem a cerca de 9,0 horas/dia

O índice de nebulosidade observado para o período chuvoso é, frequentemente, superior a 6,0 décimos, e, nos raros, transpõe 7,5 décimos, já no período seco permanecem em 2 décimos e 4 décimos, em especial nos meses de agosto a outubro

No confronto, as condições climáticas favorecem perdas hídricas consideráveis, tomando por base as medições do Tanque Classe A, no Posto de Sobral (Quadro 2.1), observa-se um valor médio anual de mais de 2 500 mm, com o trimestre outubro/dezembro responsável por mais de 33% do total anual evaporado.

QUADRO 2.1

EVAPORAÇÃO TANQUE CLASSE A (MM)

Posto	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
SOBRAL	228	187	160	138	147	152	203	235	259	296	281	276	2 562

2.2.2. Relevo e Topografia

A região é pereplanizada, com relevo geral ligeiramente ondulado, sem expressões topográficas marcantes. As elevações são constantes e graduais, normalmente entre as cotas 50 e 100 metros, podendo, em alguns vales secundários, alcançar valores entre 180 e 250 metros

2.2.3 Geologia e Geotecnia

Geologicamente a região apresenta a seguinte esquematização, obedecendo os diversos períodos geológicos

- Holoceno

Refere-se as formações sedimentares mais recentes destacando-se depósitos fluviais (aluviões) São sedimentos não consolidados ou pouco consolidados, cuja natureza e granulometria é muito variada Ocorrem em faixas mais ou menos estreitas ao longo do Rio Coreaú

- Terciários

Representado pelo Grupo Barreiras, formando Tabuleiros com morfologia uniforme, porém com grande variação

- Pré-Cambriano (A + Indiviso)

Este período está representado por áreas de ocorrências de relevo mais movimentado Pode-se constatar uma certa disposição preferencial das rochas deste período - xisto biotéticos e anfibolíticos Pré-cambriano A) e o gnaisse (Pre-cambriano indiviso)

Já sob o aspecto geotécnico, a região apresenta uma configuração estrutural que obedece às estruturas de caráter regional, com direções preferenciais NE-SW e NW-SE, que são consequência direta da tectônica raptural regional

2.2.4. Solos

A área apresenta uma predominância de ocorrência de solos podzólicos, que ocupam 60,9% da superfície, seguidos pelos latossolos com 28,4% e 10,7% de solos aluviais

As unidades de mapeamento apresentam a seguinte descrição

- Unidade Lvd

Compõem esta unidade solos latossolos Vermelho-Amarelo distrófico, A fraco textura Média Ocupam posições topográficas altas, com declividade inferior a 5% São solos muito profundos, de baixa

fertilidade natural (CTC varia de 5,18 a 6,00 m E/100g, soma de bases varia de 2,71 a 3,14 mE/100g, potássio trocável varia de 0,01 a 0,03 mE/100g), a taxa de infiltração é alta com valor em torno de 23,5 cm/h e a CAD é média com valor em torno de 11,7 cm/120 cm

Apresentam favoráveis características físicas e químicas para uso agrícola intensivo, admitindo variadas culturas climaticamente adaptadas, tanto de ciclo curto como de ciclo longo. Correspondem à subclasse 4S de terras para irrigação, abrangendo uma área de 171,2 ha.

– Unidade PV

São integrantes desta unidade os solos Podzólicos Vermelho-Amarelo distrófico profundo Ta plíntico A fraco textura arenosa/média e Podzólico Vermelho-Amarelo pouco profundo Ta plíntico A fraco textura arenosa/média cascalhenta

São solos pouco profundos e profundos, drenagem boa, baixa permeabilidade no horizonte Bt baixo nível de fertilidade natural, CTC entre 4,25 e 5,34 meq/100g de solo, soma de bases entre 1,93 e 3,37 meq/100g de solo, apresentam cascalho e calhaus no horizonte Bt. São de infiltração alta, maior que 18 cm/h e de baixa capacidade de retenção de umidade, entre 7,6 e 8,6 cm/120 cm.

Estas terras são mais adequadas para uso intensivo sob condições especiais de manejo, seja com a fertilização de culturas de ciclo curto com irrigação por aspersão ou gotejamento, e ciclo longo nos solos com percentagem menor de cascalho e maior profundidade.

Corresponde a subclasse 3S, totalizando-se 366,8 ha

– Unidade Ae

Integram esta unidade os solos aluviais eutróficos A fraco textura arenosa/média.

Ocupam posições topográficas mais baixas, sob condições de relevo plano e pequena declividade variando de 0 a 1%. São solos profundos, moderadamente drenado, com infiltração baixa em torno de 2,5 cm/h, CAD é média em torno de 13,2 cm/120 cm. Apresenta valores para CTC e soma de bases entre 4,00 e 7,01 mE/100g de solo, e potássio trocável entre 0,2 a 0,03 mE/100g de solo. É baixo o teor de sódio bem como a condutividade elétrica.

As condições desta unidade são moderadas para uso agrícola intensivo, sendo mais indicadas para as culturas de ciclo curto devido a baixa permeabilidade e o risco de inundação

2.3. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos da Barragem Gangorra objetivaram a caracterização do regime do escoamento fluvial na seção da barragem. Essa caracterização deu-se tanto do ponto de vista das disponibilidades hídricas mensais para irrigação e abastecimento humano como em termos de vazão máxima instantânea, para dimensionamento do sangradouro

2.3.1 Pluviometria

Os estudos de pluviometria da região objetivaram caracterizar o regime pluviométrico para:

- Chuvas máximas diárias para diversos períodos de retorno.
- Gráficos intensidade x duração x frequência
- Chuvas médias diárias sobre a bacia
- Chuvas médias mensais
- Chuvas de projeto

2.3.1.1. Dados Disponíveis

Para os estudos do regime pluviométrico na bacia do açude Gangorra foram utilizados as seguintes estações pluviométricas do Quadro 1

QUADRO 1
ESTACÕES PLUVIOMETRICAS

ESTAÇÃO	CÓDIGO	MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTURA (m)
BARROQUINHA	2757986	CAMOCIM	2°59'	41°05'	5
CAVAL	2767053	CAVAL	3°02'	41°15'	14
IBUGUACU	2767748	GRANJA	3°22'	41°16'	80
CARAUBA	2707789	GRANJA	3°23'	41°04'	150
PARAZINHO	2768069	GRANJA	3°02'	41°40'	80
GRANJA	2768235	GRANJA	3°07'	40°50'	9
MARTINOPOLE	2768466	MARTINOPOLE	3°14'	40°41'	85
IBOACU	2768719	GRANJA	3°23'	40°55'	200

Os arquivos de chuva diária consistida do PERH (Plano Estadual de Recursos Hídricos) foram coletados, em formato digital, e utilizados neste estudo

2.3.1.2. Caracterização do Regime Pluviométrico Mensal

O regime pluviométrico mensal na região é caracterizado por uma forte concentração de chuvas no primeiro semestre. Isso pode ser observado pelo hietograma da Figura 1, para o posto de Granja

Para essa estação, a média pluviometria dos totais anuais é de 1071 mm

2.3.1.3. Chuvas Máximas

Selecionou-se a estação de Granja como a mais representativa para a elaboração dos estudos de ocorrência das chuvas máximas, não só por sua localização como pela extensão dos registros diários (54 anos completos)

Da série analisada, verificou-se que o máximo valor observado foi de 161,4 mm, em 1985. O menor máximo anual foi de 38,0 mm, em 1941 e 1943

Foi utilizado, então, um programa computacional para ajustar a série de máximas a sete distribuições estatísticas. Selecionou-se a que melhor se ajustou à série de dados, que foi a distribuição Log Pearson III,

ponderada pelo coeficiente de assimetria. Os resultados são mostrados a seguir, inclusive a estimativa para períodos de retorno de interesse

2.3.1.4. Chuvas Intensas

Para a obtenção do gráfico intensidade-duração-frequência utilizou-se o método das isozonas, do Prof. Jaime Taborga, largamente difundido para estudos dessa natureza

O método consiste em.

a) pondera-se a chuva máxima para os períodos de retorno de interesse por um fator de área, que relaciona a chuva média sobre a bacia com a chuva pontual de uma estação

A equação é

$$P_A = P_o \left(1 - 0,10 \log \frac{A}{A_o} \right), \text{ onde}$$

P_A - Precipitação média sobre a bacia

P_o - Precipitação no posto

A - Área da bacia

A_o - Área base, igual a 25 km²

Para a bacia em questão, $P_A = P_o \cdot 0,90$, obtendo-se as chuvas máximas de 1 dia.

P (Tr = 100 anos) = 152 x 0,90 = 136,8 mm

P (Tr = 200 anos) = 169,7 x 0,90 = 152,7 mm

P (Tr = 500 anos) = 195,4 x 0,90 = 175,8 mm

P (Tr = 1000 anos) = 216,7 x 0,90 = 195,0 mm

POSTO 2768235

SAMPLE SIZE = 54

STATISTICS OF THE OBSERVED VALUES

MEAN = 70 20 STD DEV = 23 07 COEF OF SKEW = 1 4192

STATISTICS OF THE NATURAL LOGARITHMS

MEAN = 4 20400 STD DEV = 30567 COEF OF SKEW = 3057

STATISTICS OF THE BASE 10 LOGARITHMS

MEAN = 1 82577 STD DEV = 13275 COEF OF SKEW = 3074

FREQUENCY DISTRIBUTION

RETURN PERIOD (YRS)	TRUNCATED NORMAL (mm)	2-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	3-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	TYPE I EXTREMAL (mm)	TYPE I LOG-EXTREMAL (mm)	PEARSON TYPE III (mm)	LOG PEARSON TYPE III (mm)
2 00	70 20	66 95	65 73	66 57	63 81	65 04	65 92
2 33	74 33	70 73	69 48	70 76	67 46	68 89	69 65
5 00	89 77	86 78	86 30	88 98	85 87	86 46	86 30
10 00	100 14	99 55	100 59	103 82	104 53	101 34	100 47
20 00	108 82	111 69	114 85	118 06	126 22	115 92	114 70
50 00	118 78	127 44	134 25	136 48	161 12	135 19	134 30
100 00	125 54	139 39	149 62	150 29	193 46	149 95	150 05
200 00	131 84	151 52	165 75	164 05	232 13	164 97	166 81
500 00	139 64	167 99	188 46	182 20	295 23	185 32	190 85
1000 00	145 21	180 88	206 85	195 91	354 07	201 15	210 70

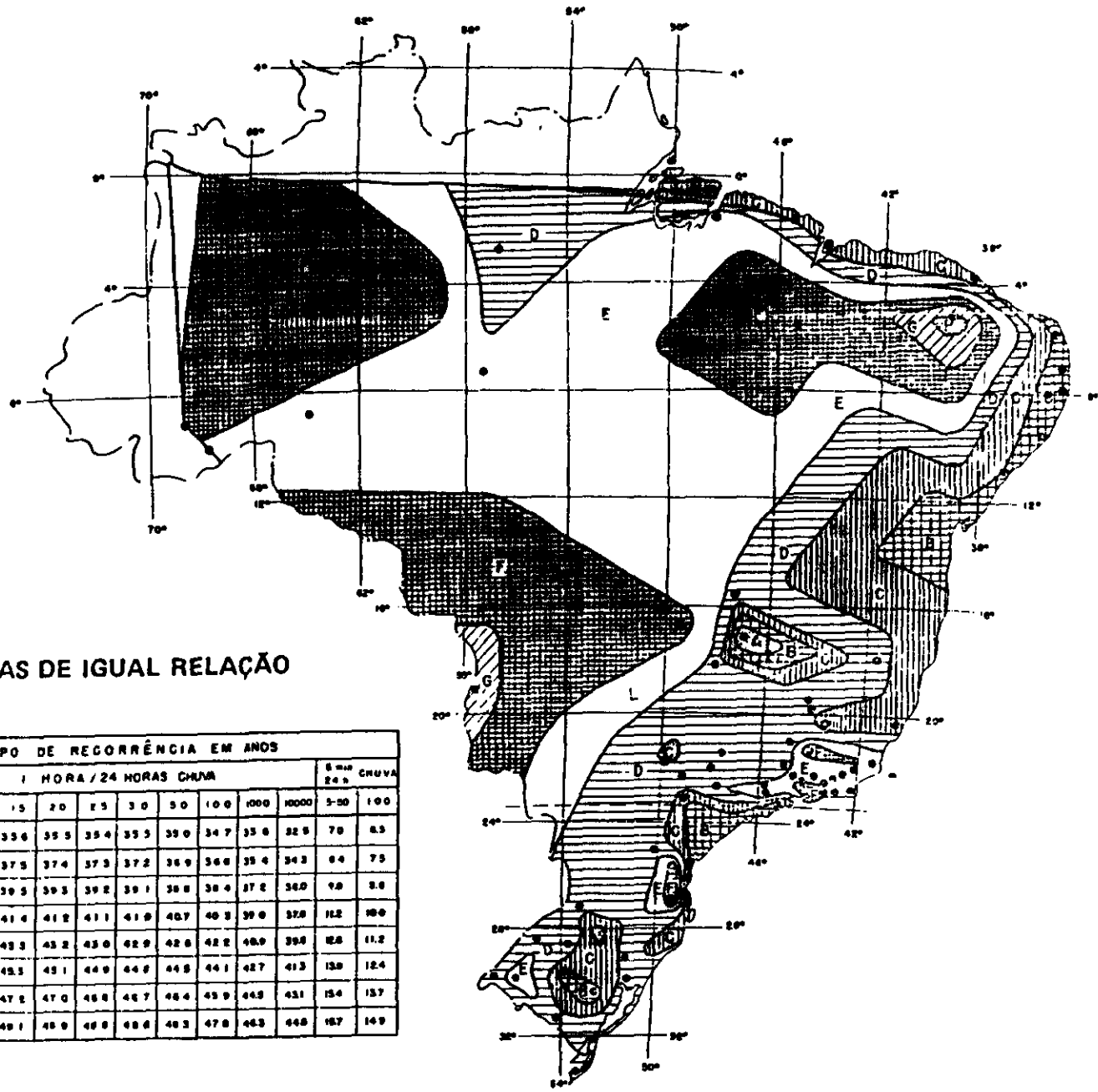
FREQUENCY DISTRIBUTION

CLASS	TRUNCATED NORMAL (mm)	2-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	3-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	TYPE I EXTREMAL (mm)	TYPE I LOG-EXTREMAL (mm)	PEARSON TYPE III (mm)	LOG PEARSON TYPE III (mm)
0	00000	00	00	00	00	00	00
1	14286	45 56	48 31	48 43	46 15	48 69	48 88
2	28571	57 14	56 32	55 59	54 86	54 64	55 01
3	42857	66 04	63 37	62 23	62 59	60 54	61 58
4	57143	74 35	70 74	69 49	70 80	67 49	69 09
5	71429	83 25	79 60	78 61	80 86	77 11	78 74
6	85714	94 83	92 79	92 93	96 30	94 61	93 94
7	1 00000	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
CHI-SQUARE VALUE		6 148	3 296	4 333	5 630	3 815	5 889

95% CHI-SQUARE TEST STATISTIC =12 596

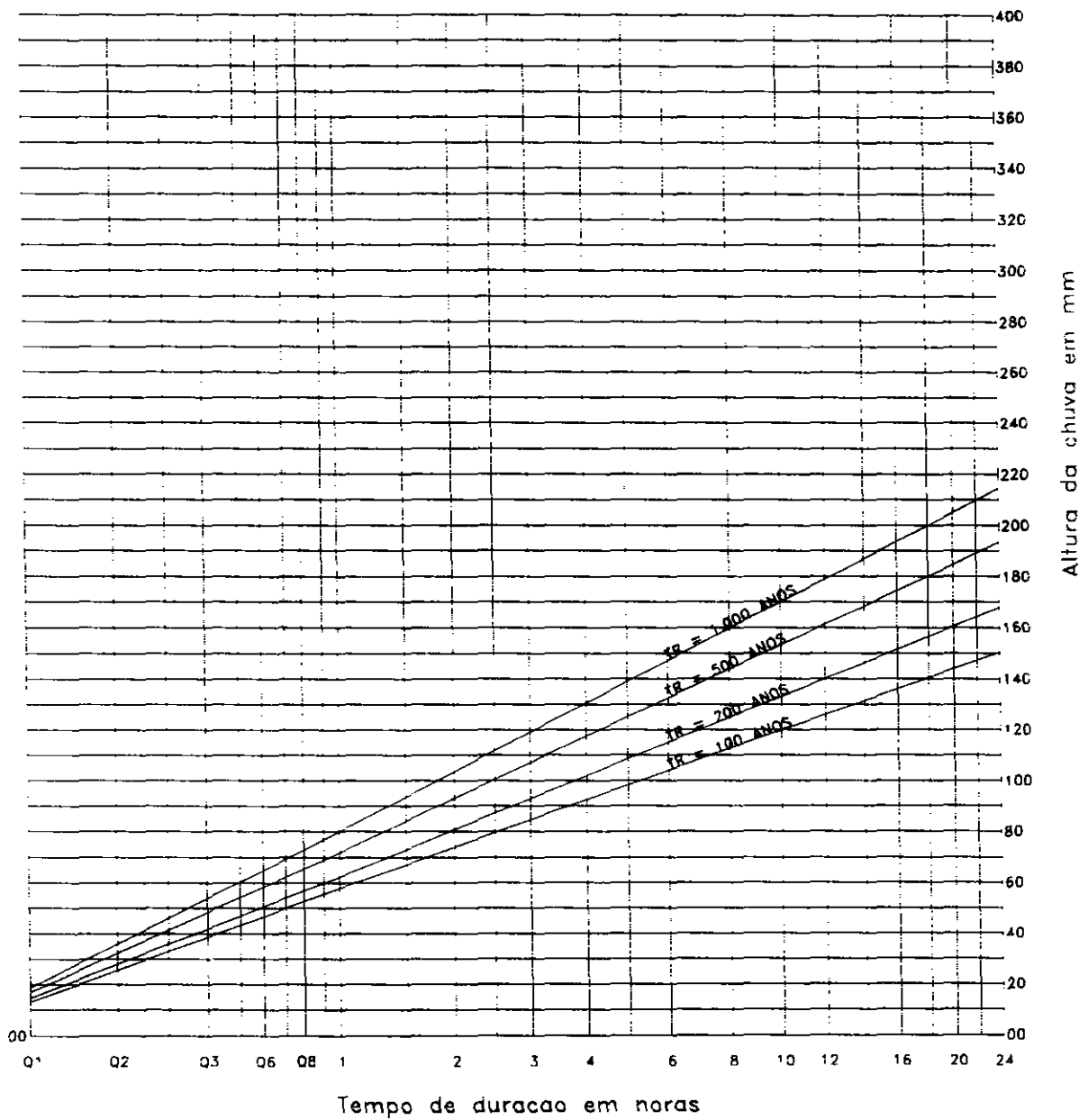
000023

RETURN PERIOD (YRS)	LOG PEARSON TYPE III WITH WEIGHTED REGIONAL SKEW (mm)		
2 00	65 74	WEIGHTED SKEW CHI-SQUARE VALUE	5 630
2 33	69 46		
5 00	86 19	COMPUTED SKEW (LOG10)=	3074
10 00	100 60	REGIONAL SKEW (LOG10)=	500
20 00	115 21	WEIGHTED SKEW (LOG10)=	3609
50 00	135 54	MEAN SQUARE ERROR OF LOG10 SKEW=	1161
100 00	152 03	MEAN SQUARE ERROR OF REGIONAL SKEW=	3020
200 00	169 74		
500.00	195 37		
1000 00	216 72		



ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

ZONA	TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS											
	1 HORA / 24 HORAS CHUVA										5 min	CHUVA
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-50	100
A	36.2	35.8	35.6	35.5	35.4	35.5	35.0	34.7	35.8	32.5	7.0	8.5
B	38.1	37.8	37.5	37.4	37.3	37.2	36.9	36.8	35.4	34.3	8.4	7.5
C	40.1	39.7	39.5	39.3	39.2	39.1	38.8	38.4	37.2	36.0	9.0	8.0
D	42.0	41.6	41.4	41.2	41.1	41.0	40.7	40.3	39.0	37.8	11.2	10.0
E	44.0	43.6	43.3	43.2	43.0	42.9	42.6	42.2	40.9	39.6	12.6	11.2
F	46.0	45.5	45.3	45.1	44.9	44.8	44.5	44.1	42.7	41.3	13.0	12.4
G	47.5	47.4	47.2	47.0	46.8	46.7	46.4	45.9	44.5	43.1	15.4	13.7
H	49.0	48.4	48.1	48.0	48.0	48.4	48.3	47.8	46.3	44.8	16.7	14.9



000026

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS

ALTURA DE CHUVA E TEMPO DE DURACAO

Acude Gangorra

COSENGE

- b) Transformar-se os dvalores de 1 dia em chuva de 24 horas multiplicando-se a primeira pelo fator 1,10
- c) determina-se a isozona correspondente à área do projeto pela Figura 2 (Isozona C)
- d) Na tabela da mesma figura fixam-se para a isozona de projeto e para o tempo de recorrência previsto, as percentagens para 6 min e 1 h
- e) Calcula-se, com essas percentagens e a chuva de 24 h (100%), as alturas de chuva de 6 min e 1 h
- f) Em papel logarítimo apropriado, liga-se os valores de 24 h, 1 h e 6 min (Figura 3))
- g) Para qualquer tempo de duração entre 6 min e 24 h, lê-se a altura correspondente no gráfico do papel de probabilidades da Figura 3

2.3.1.5. Chuva de Projeto

A chuva de projeto deve ter duração, pelo menos igual ao tempo de concentração da bacia, para obter-se a máxima contribuição na seção de controle.

O tempo de concentração foi estimado pela fórmula já tradicional de Teirpici

$$T_c = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385} \text{ sendo}$$

L - Comprimento do talvegue, em km

S - Declividade, em %

O valor encontrado para a bacia em estudo foi de $T_c = 5,9$ horas.

Adotou-se, para a chuva de projeto, 6 horas de duração

No Gráfico da Figura 3 o valor da chuva de 6 horas para cada período de retorno é de

$$P(100, 6h) = 112 \text{ mm}$$

P(200, 6h) = 115 mm

P(500, 6h) = 132 mm

P(1000, 6h) = 148 mm

Para distribuir essa chuva em intervalo de uma hora utilizou-se a distribuição temporal de acordo com o critério da NOAA, USA. Esse critério atribui percentuais, para cada intervalo de tempo, da chuva de 6 horas, de acordo com os resultados a seguir

D(h)	1	2	3	4	5	6
% TOTAL	10	12	15	38	14	11

QUADRO 2

CHUVAS DE PROJETO (MM), PARA CADA TR

D(h)	100		200		500		1000	
	PREC.	ACUMULADO	PREC.	ACUMULADO	PREC.	ACUMULADO	PREC.	ACUMULADO
1	11,2	11,2	11,5	11,5	13,2	13,2	14,8	14,8
2	13,4	24,6	13,8	25,3	15,8	29,0	17,8	32,6
3	16,8	41,4	17,3	42,6	19,8	48,8	22,2	54,8
4	42,6	74,0	43,7	86,3	50,2	99,0	56,2	111,0
5	15,7	99,7	16,1	102,4	18,5	117,5	20,7	131,7
6	12,3	112,0	12,7	115,0	14,5	132,0	16,3	148,0
TOTAL	112,0		115,0		132,0		148,0	

2.3.1.6. Chuva Média Diária

Para a obtenção da série fluviométrica mensal via modelo chuva-deflúvio, fez-se necessário a obtenção da chuva média diária sobre a bacia

Esses valores foram obtidos pela ponderação, pelo método de Thiessen, das chuvas diárias dos postos do Quadro 1. Esse processo foi feito computacionalmente

A série obtida, de 1933 a 1988, possui média anual de 1015,7 mm

2.3.2 Fluviometria

Os estudos da fluviometria da região tiveram como objetivos: a obtenção dos hidrogramas de projeto para as cheias de 100, 200, 500 e 1000 anos de período de retorno, a obtenção da série de deflúvios mensais para simulação da operação do açude

2.3.2.1 Cheias de projeto

Devido à ausência de dados fluviométricos, optou-se por utilizar o hidrograma sintético do Soil Conservation Service (SCS)

Fez-se uso do modelo computacional que simula a ocorrência de cheia de projeto, dados os parâmetros físicos da bacia e a chuva de projeto. Além disso, o modelo simula a passagem de onda de cheia pelo reservatório, obtendo-se o hidrograma laminado para cada TR

O método de propagação utilizado é o método de Puls, largamente conhecido.

Os resultados obtidos podem ser observados a seguir, para os períodos de retorno de 100, 200, 500 e 1000 anos

2.3.2.2. Vazões Médias Mensais

As vazões médias mensais foram obtidas pela aplicação do modelo chuva-deflúvio. MODHAC (Lanna, 1989),

Para isso, utilizou-se os parâmetros ajustados no PERH (SRH, 1991) para o posto de Granja, e a chuva média diária na bacia

As vazões obtidas estão mostradas a seguir.

2.3.3. Simulação Mensal do Açude

Importante para a obtenção da capacidade de regularização do açude, a simulação mensal tem como base a equação do balanço hídrico a seguir

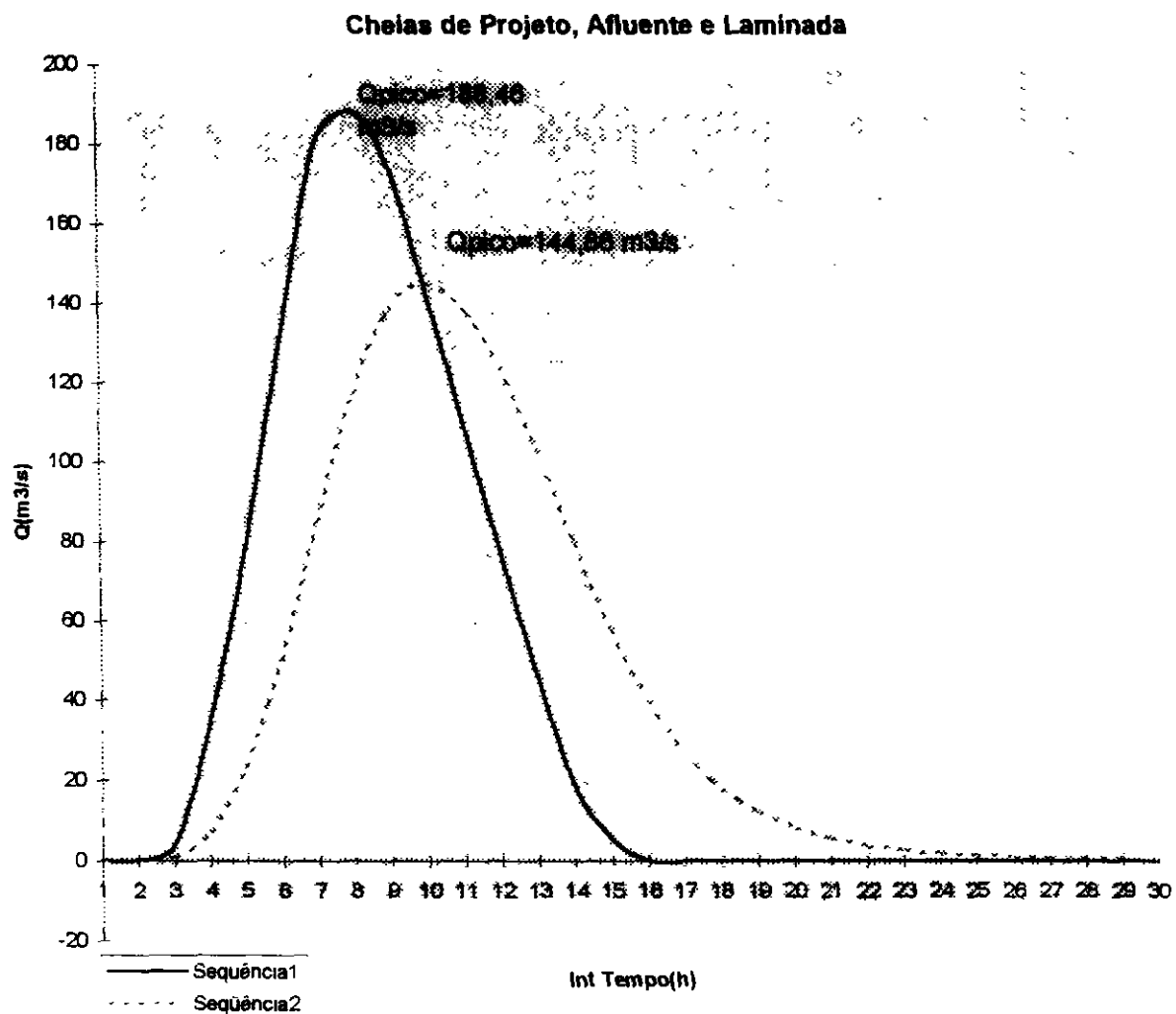
AÇUDE GANGORRA

Cheia de Projeto para TR=100 ANOS

- Hidrograma de Projeto pelo método do SCS
- Propagação pelo método de Puls

Area da Bacia (km ²)	CN	Interv Tempo (h)	Tc (h)
104,7	70	1,00	5,9

Precipitação de Projeto		
Duração(h)	P Acum.(mm)	P Efetiva(mm)
1	11,2	0
2	24,6	0,1
3	41,4	2,9
4	84	19,6
5	99,7	9,9
6	112	8,4



000030

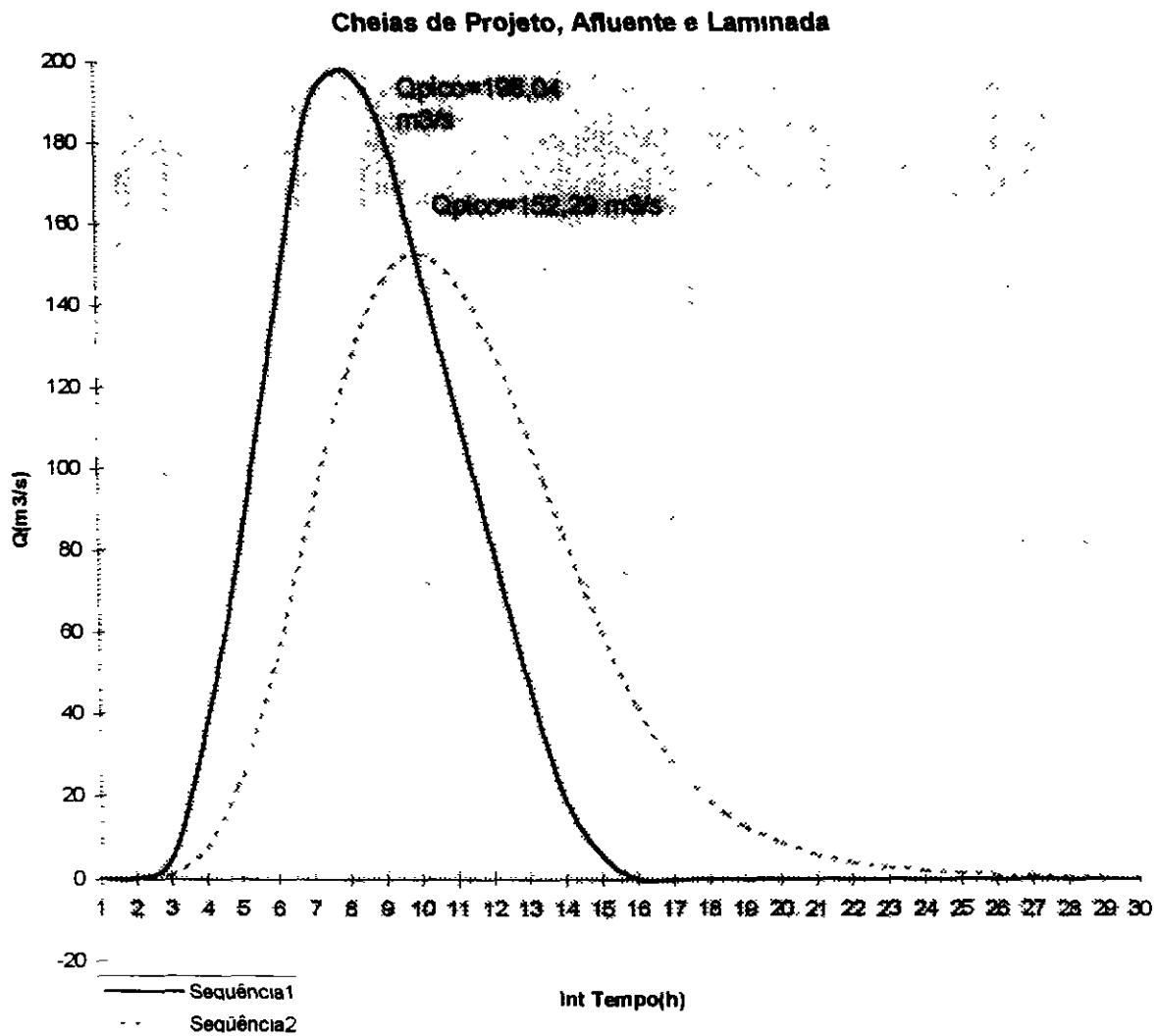
Cheia de Projeto para TR=200 ANOS

- Hidrograma de Projeto pelo metodo do SCS
- Propagação pelo método de Puls

Area da Bacia (km2)	CN	Interv Tempo (h)	Tc (h)
104,7	70	1,00	5,9

Precipitação de Projeto

Duração(h)	P Acum (mm)	P Efetiva(mm)
1	11,5	0
2	25,3	0,1
3	42,6	3,2
4	86,3	20,7
5	102,4	10,3
6	115	8,7



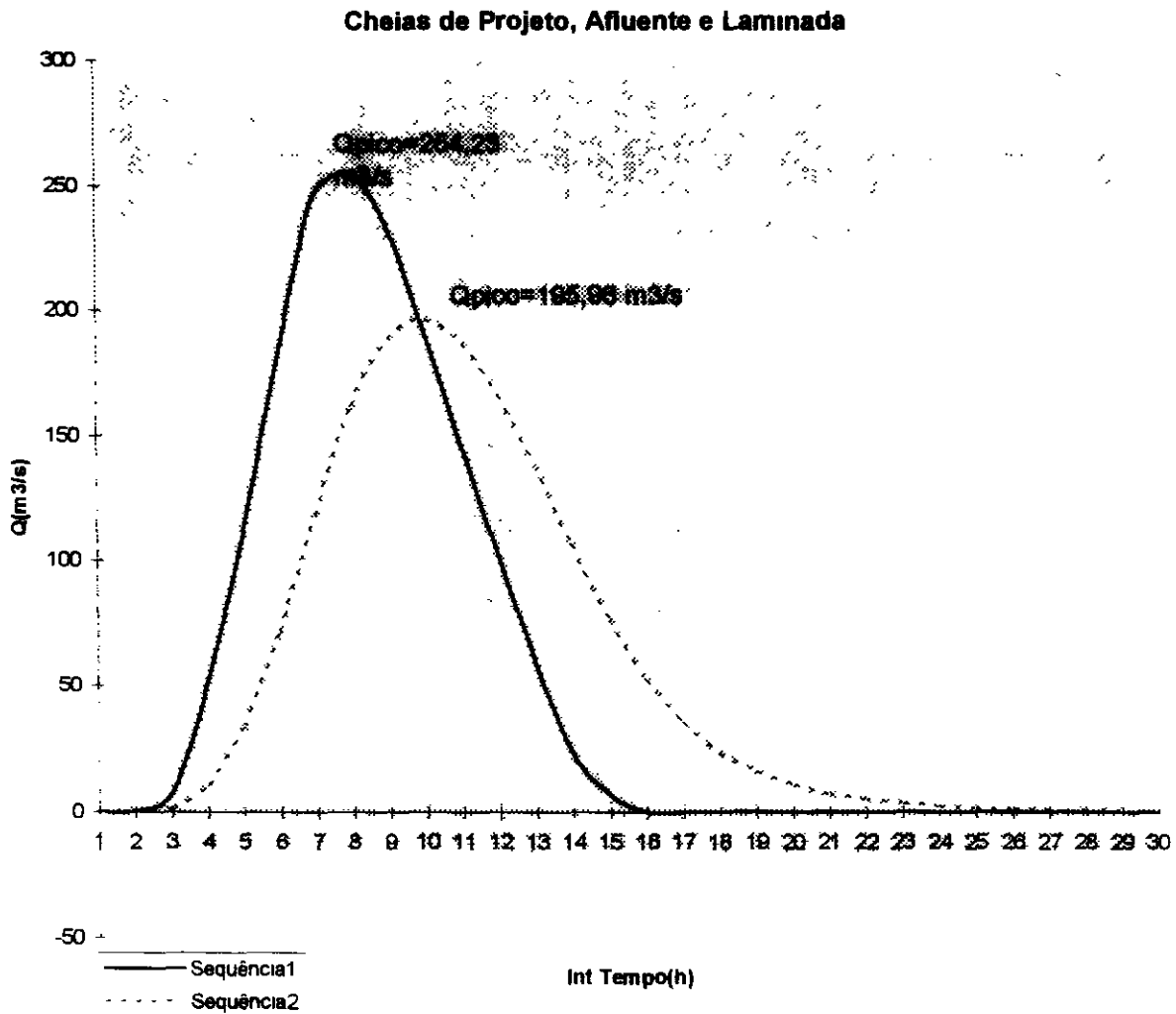
AÇUDE GANGORRA

Cheia de Projeto para TR=500 ANOS

- Hidrograma de Projeto pelo método do SCS
- Propagação pelo método de Puls

Area da Bacia (km ²)	CN	Interv Tempo (h)	Tc (h)
104.7	70	1,00	5,9

Precipitação de Projeto		
Duração(h)	P Acum (mm)	P Efetiva(mm)
1	13,2	0
2	29	0,5
3	48,8	4,9
4	99	26,7
5	117,5	12,7
6	132	10,7



AÇUDE GANGORRA

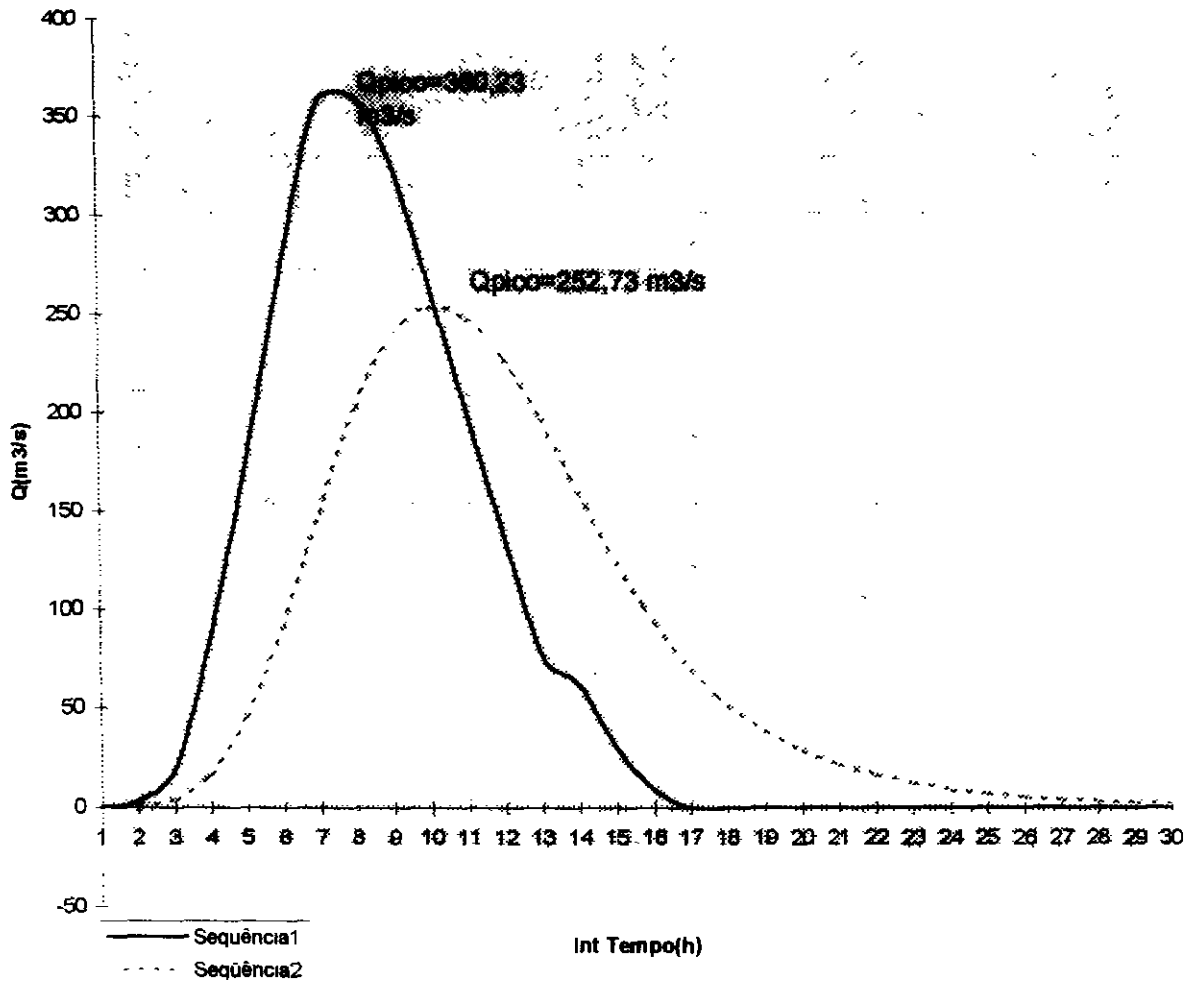
Cheia de Projeto para TR=1000 ANOS

- Hidrograma de Projeto pelo metodo do SCS
- Propagação pelo método de Puls

Area da Bacia (km ²)	CN	Interv Tempo (h)	Tc (h)
104,7	70	1,00	5,9

Precipitação de Projeto		
Duração(h)	P Acum (mm)	P Efetiva(mm)
1	14,8	0
2	32,6	2,4
3	54,8	9,3
4	111	37,8
5	131,7	16,5
6	148	13,6

Cheias de Projeto, Afluente e Laminada



Para isso, utilizou-se os parâmetros ajustados no PERH (SRH, 1991) para o posto de Granja, e a chuva média diária na bacia

As vazões obtidas estão mostradas a seguir

2.3.3. Simulação Mensal do Açude

Importante para a obtenção da capacidade de regularização do açude, a simulação mensal tem como base a equação do balanço hídrico a seguir

$$V_{t+1} = V_{Et} + Q_t + (P_t - E_t) \cdot \bar{A}_t - Q_R - S_t$$

Onde

V_{t+1} - Volume no início do mês t + 1

V_t - Volume no início do mês t

Q_t - Vazão afluyente no mês t

P_t - Precipitação sobre o espelho d'água no mês t

E_t - Evaporação sobre o espelho d'água no mês t

\bar{A}_t - Área média, no mês t, do espelho d'água

Q_R - Vazão regularizada

S_t - Vazão sangrada no mês t

Utilizou-se um modelo computacional, simulou-se de 1912 a 1988, obtendo-se uma vazão regularizada a 90% de 0,39 m³/s

FLUVIOMETRIA MEDIA MENSAL NA BACIA DO ACUDE GANGORRA (mm)

ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
912	0 0	0 1	44 3	54 6	134 0	24 5	22 5	12 8	1 0	0 0	0 0	0 0	294 0
913	0 0	42 5	230 7	261 9	280 8	24 9	23 1	17 9	2 4	0 0	0 0	0 0	884 2
914	0 0	0 3	16 5	26 2	12 1	9 5	6 8	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	71 5
915	0 0	0 0	0 0	0 2	0 5	0 2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0
916	0 1	101 8	354 6	291 5	67 7	23 7	21 8	9 9	0 0	0 0	0 0	0 0	871 1
917	0 1	70 0	60 6	167 2	253 7	25 6	35 5	21 2	5 2	0 0	0 0	0 0	639 1
918	0 0	0 0	10 0	41 3	37 4	14 4	13 4	5 1	0 0	0 0	0 0	0 0	121 7
919	0 0	0 0	0 2	0 1	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 4
920	0 0	0 0	137 8	102 1	16 5	14 6	12 0	1 7	0 0	0 0	0 0	0 0	284 7
921	0 0	0 0	73 3	77 4	281 6	39 7	23 7	10 3	0 0	0 0	0 0	0 0	506 1
922	0 0	0 0	0 1	84 4	40 3	15 3	14 4	11 7	0 8	0 0	0 0	0 0	167 2
923	0 0	18 0	53 5	63 7	16 1	13 8	10 9	0 7	0 0	0 0	0 0	0 0	176 8
924	13 5	22 6	162 4	212 5	250 5	24 4	22 6	11 9	0 2	0 0	0 0	0 0	720 5
925	0 0	0 1	26 8	49 6	45 3	11 0	5 9	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	138 7
926	0 1	87 6	198 0	100 4	45 5	23 5	18 5	3 3	0 0	0 0	0 0	0 0	476 9
927	0 0	38 8	113 4	225 6	44 0	23 4	20 2	6 5	0 0	0 0	0 0	0 0	471 8
928	0 0	0 0	3 2	171 9	44 9	12 5	9 3	0 3	0 0	0 0	0 0	0 0	242 0
929	0 0	13 3	167 7	213 9	132 7	24 6	22 3	8 6	0 0	0 0	0 0	0 0	583 1
930	0 0	0 2	19 9	44 4	9 4	8 5	8 2	4 5	0 0	0 0	0 0	0 0	95 0
931	0 1	0 1	23 1	18 3	25 9	8 4	7 9	1 1	0 0	0 0	0 0	0 0	84 9
932	0 0	0 0	0 0	0 0	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 1
933	0 0	0 1	30 4	53 2	10 5	9 5	9 0	1 8	0 0	0 0	0 0	0 0	114 5
934	0 0	0 0	0 4	64 6	63 6	17 7	12 9	0 6	0 0	0 0	0 0	0 0	159 7
935	0 0	0 0	0 4	97 2	69 5	15 9	14 1	2 0	0 0	0 0	0 0	0 0	199 2
936	0 0	0 1	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 2
937	0 0	0 0	0 3	0 6	1 1	1 5	1 4	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	4 8
938	0 0	0 0	0 2	43 3	7 6	7 0	4 3	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	62 4
939	0 0	0 0	37 0	16 2	9 9	6 3	4 6	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	74 1
940	0 0	0 1	33 5	168 3	26 4	17 8	16 7	6 2	0 0	0 0	0 0	0 0	268 9
941	0 0	0 0	0 1	0 1	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 2
942	0 0	0 0	0 3	0 6	0 8	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 7
943	0 0	0 0	0 0	0 2	0 4	0 4	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1
944	0 0	0 0	0 1	37 4	72 9	10 0	8 1	0 2	0 0	0 0	0 0	0 0	128 6
945	0 0	52 4	74 6	124 0	72 8	23 7	21 5	7 5	0 0	0 0	0 0	0 0	376 4
946	0 0	0 1	0 3	43 9	5 8	5 4	3 2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	58 7
947	0 0	0 1	104 7	116 8	149 7	25 0	22 8	9 1	0 0	0 0	0 0	0 0	428 3
948	0 0	0 1	0 4	61 7	12 3	7 9	6 7	0 2	0 0	0 0	0 0	0 0	89 2
949	0 0	0 1	0 4	48 3	19 3	11 5	9 4	0 5	0 0	0 0	0 0	0 0	89 4
950	0 0	0 0	0 1	72 1	28 9	12 5	10 8	1 2	0 0	0 0	0 0	0 0	125 6
951	0 0	0 0	0 0	0 2	0 7	1 1	0 2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 3
952	0 0	0 0	0 1	0 3	0 5	0 6	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 5
953	0 0	0 0	0 3	0 8	1 4	1 6	0 2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	4 2
954	0 0	0 0	9 0	76 7	74 3	13 0	12 3	4 3	0 0	0 0	0 0	0 0	189 6
955	0 0	40 6	3 5	305 3	46 3	22 8	13 3	0 3	0 0	0 0	0 0	0 0	432 1
956	0 0	0 0	53 5	61 0	24 9	13 0	4 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	156 5
957	0 0	0 0	53 8	61 6	25 4	13 4	4 3	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	158 5
958	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
959	0 0	0 1	172 4	54 3	45 0	17 8	10 7	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	300 3
960	0 0	0 1	172 3	54 3	45 0	17 8	10 7	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	300 3
961	0 0	0 1	62 1	21 6	15 3	13 9	11 9	1 9	0 0	0 0	0 0	0 0	126 8
962	0 0	0 1	62 1	21 6	15 3	13 9	11 9	1 9	0 0	0 0	0 0	0 0	126 8
963	3 9	118 1	179 0	284 9	26 6	23 0	17 8	4 0	0 0	0 0	0 0	0 0	657 2
964	0 2	34 6	77 4	298 9	148 4	25 6	23 6	12 5	0 2	0 0	0 0	0 0	621 3

PLUVIOMETRIA MEDIA MENSAL NA BACIA DO ACUDE GANGORRA (mm)

ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
965	0 0	0 0	0 1	188 3	16 4	14 4	13 3	3 1	0 0	0 0	0 0	0 0	235 6
966	0 0	0 1	0 2	0 1	0 5	0 9	0 6	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 4
967	0 0	0 1	23 8	49 5	49 5	17 9	16 3	4 6	0 0	0 0	0 0	0 0	161 7
968	0 0	0 0	15 6	73 1	152 9	22 1	20 1	6 8	0 0	0 0	0 0	0 0	290 5
969	0 0	0 1	0 2	91 2	10 2	9 5	8 9	3 0	0 0	0 0	0 0	0 0	123 1
970	0 0	0 0	0 2	0 7	1 3	1 5	0 3	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3 9
971	0 0	0 2	46 1	120 3	63 2	37 6	24 4	17 9	1 9	0 0	0 0	0 0	311 6
972	0 0	0 0	0 2	31 4	27 5	8 1	7 8	2 6	0 0	0 0	0 0	0 0	77 6
973	0 3	16 4	97 2	105 8	72 2	24 4	22 5	15 7	1 1	0 0	0 0	0 0	355 4
974	32 6	16 8	294 9	245 5	245 0	85 2	24 2	16 6	1 4	0 0	0 0	0 0	962 2
975	0 0	0 1	15 2	21 2	194 1	19 2	17 8	14 6	2 5	0 0	0 0	0 0	284 7
976	0 0	0 1	60 5	43 5	10 6	9 5	6 7	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	131 0
977	0 0	9 4	60 4	46 9	57 7	16 9	15 9	10 6	0 2	0 0	0 0	0 0	218 0
978	0 1	0 3	0 8	41 6	26 6	9 9	9 4	3 2	0 0	0 0	0 0	0 0	91 8
979	0 0	0 0	8 8	31 9	13 9	8 3	6 9	0 2	0 0	0 0	0 0	0 0	70 1
980	0 0	59 6	34 7	13 9	15 1	11 0	7 8	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	142 2
981	0 0	0 0	19 6	3 5	3 7	3 6	1 3	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	31 8
982	0 0	0 0	0 2	148 6	18 0	12 9	8 5	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	188 3
983	0 0	0 1	0 0	0 2	0 4	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 7
984	0 0	0 0	0 2	64 7	94 3	14 2	13 4	7 2	0 0	0 0	0 0	0 0	193 9
985	89 4	253 4	180 5	581 2	493 6	25 6	32 2	23 2	12 9	0 3	0 0	0 0	1692 2
986	0 0	0 2	188 7	214 2	123 8	51 6	25 0	17 1	1 5	0 0	0 0	0 0	622 1
987	0 0	0 0	71 7	47 0	35 4	14 4	13 4	6 2	0 0	0 0	0 0	0 0	188 1
988	0 0	0 2	71 5	37 9	104 3	24 2	41 8	22 2	8 8	0 0	0 0	0 0	310 9
media	1 8	13 0	52 2	85 7	59 6	14 7	11 7	4 6	0 5	0 0	0 0	0 0	243 9

$$V_{t+1} = V_{Et} + Q_+ + (P_t - E_t) \cdot \bar{A}_t - Q_R - S_t$$

Onde:

V_{t+1} - Volume no início do mês t+1

V_t - Volume no início do mês t

Q_+ - Vazão afluyente no mês t

P_E - Precipitação sobre o espelho d'água no mês t

E_t - Evaporação sobre o espelho d'água no mês t

A_t - Área média, no mês t, do espelho d'água

Q_R - Vazão regularizada

S_t - Vazão sangrada no mês t

Utilizou-se um modelo computacional, simulou-se de 1912 a 1988, obtendo-se uma vazão regularizada a 90% de 0,39 m³/s.

CURVA DE GARANTIA - VAZAO REGULARIZADA-

SETOR - HIDROLOGIA-

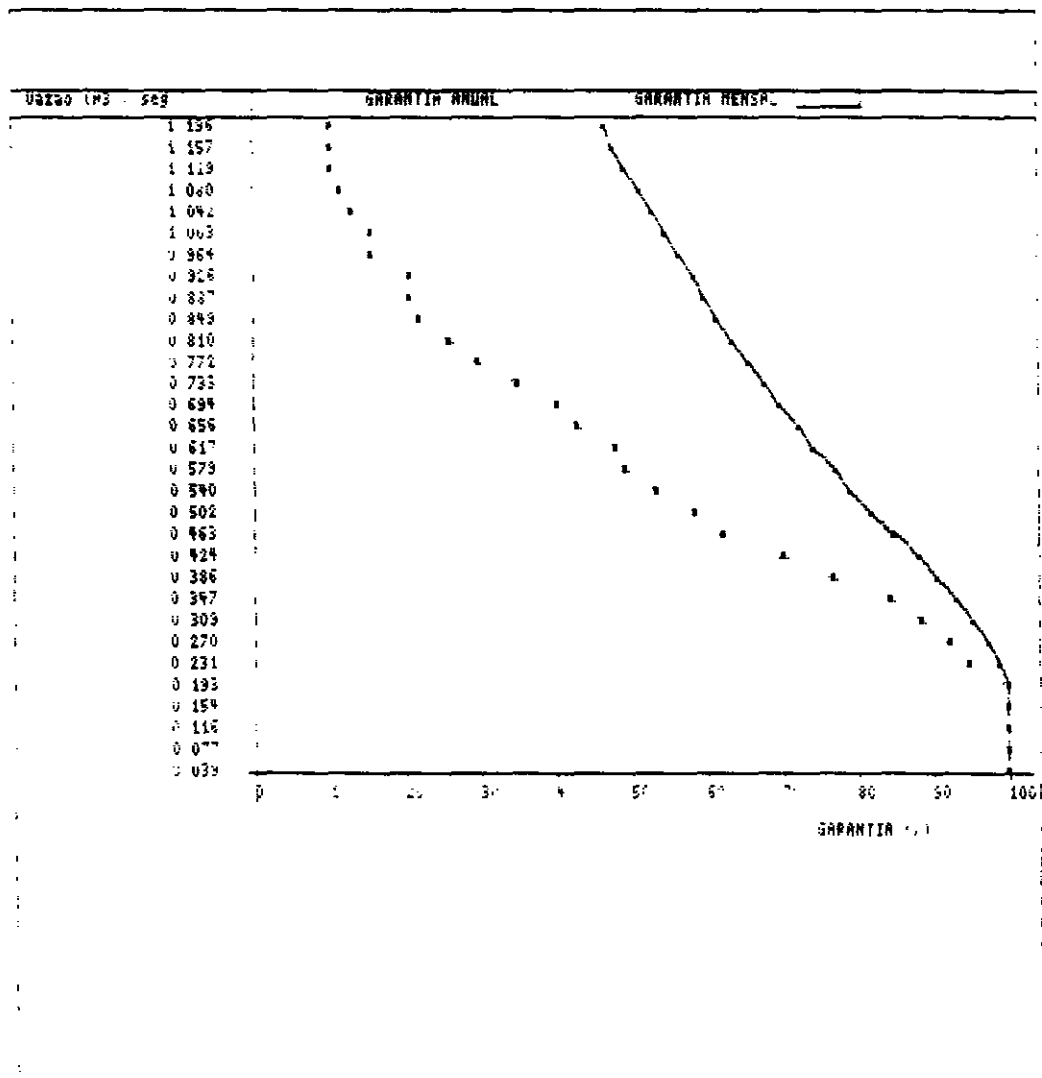
VOLUME MAXIMO = 25.90 hm³

COTA DA SOLEIRA = 31.00 m

BARRAGEM GANÇORÁ

VAZAO REGULARIZADA C/ GARANTIA MENSAL DE 90% = 0.39 m³/s

VAZAO REGULARIZADA C/ GARANTIA ANUAL DE 80% = 0.77 m³/s



000038



3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONCEPÇÃO DO PROJETO



3. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONCEPÇÃO DO PROJETO

3.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONCEPÇÃO DO PROJETO DA BARRAGEM

3.1.1. Fatores Condicionantes da Concepção

O estudo apresentado pelo Projeto Básico da Barragem Gangorra, definiu no riacho de mesmo nome um eixo barrável, situado a 1 km à montante da ponte que liga a localidade de Aprazível a cidade de Granja.

A escolha do boqueirão se baseou nas qualidades geotécnicas e estruturais das ombreiras e terreno de fundação das jazidas circunvizinhas, e bem como na sua proximidade a cidade de Granja, o que favorece a redução da perda de água em trânsito até a captação, tendo em vista que a barragem tem como objetivo principal o abastecimento humano e animal.

3.1.2. Alternativas Estudadas

Na análise atual, tomando por base os estudos hidrológicos, foi efetuado um estudo de alternativas de aumento de cota da barragem objetivando a otimização do empreendimento

Em síntese, a partir das opções analisadas e em harmonia com a fiscalização da SRH, a escolha se fundamentou na melhor relação entre o custo da barragem e o volume armazenado. A alternativa que apresentou melhor resultado foi o sangradouro na cota 30.

3.1.3. Principais Elementos da Barragem

– gerais

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| • Capacidade | 28.900,00 m ³ |
| • Localização | Município de Granja |
| • Sistema: | Coreaú |
| • Riacho Barrado | Gangorra |
| • Bacia Hidrográfica | 104,7 km ² |



• Bacia Hidráulica	5 380 000 m ²
• Volume Morto	1 614 000 m ³
– Barragem	
• Tipo:	Terra homogênea
• Cota do Coroamento.	33,00 m
• Altura Máxima.	19,60 m
• Comprimento da Crista:	1.000,00 m
• Largura da Crista	5,50 m
• Volume Total do Maciço	450.225,07 m ³
– Sangradouro	
• Tipo:	Canal natural escavado
• Cota da Soleira:	30,00 m
• Largura.	100,00 m
• Lâmina D'água Máxima	1,52 m
• Volume de Corte:	10.620,00 m ³
• Volume de Concreto.	382,71 m ³
– Tomada D'Água	
• Tipo	Galeria
• Comprimento do Conduto.	67,00 m
• Diâmetro do Conduto	<u>600 mm(24")</u> <i>220.000 T</i>
• Vazão Regularizável	0,39 m ³ /s



3.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONCEPÇÃO DO PROJETO DE APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA

3.2.1. Fatores Condicionantes

Para maior clareza apresenta-se a seguir dados e informações que nortearam a concepção do projeto de aproveitamento hidroagrícola

– Solos

Os solos da área de influência da Barragem Gangorra, foram identificadas manchas potencialmente irrigáveis, tanto do ponto de vista de sua representatividade, como qualitativamente. São representados pelos latossolos pedzólicos e aluviões.

Foi mapeado um total de 602,4 ha, distribuídos 71% na classe 3 e os demais na classe 4.

A classificação baseou-se nos critérios de limitação para a irrigação, medidas de melhoramentos, fertilidade e recomendações sobre o seu uso agrícola. O presente projeto ocupa uma área de 397,30 ha

– Recursos Hídricos

A barragem concebida dispõe, com 90% de garantia, de uma oferta hídrica de 316,1 litros por segundo para irrigação, já descontados os valores de abastecimento d'água com cem por cento de garantia

– Topografia

A mancha irrigável Mocambo apresenta um relevo com declividade média. A área é um platô, situado à esquerda do açude Gangorra, delimitada por uma curva de nível de cota 50 m.

A mancha Tabuleiro apresenta um relevo plano com declividade baixa. A área localiza-se à direita do açude Gangorra na margem da estrada CE-071

– Estrutura Fundiária

Na mancha Mocambo e Tabuleiro as propriedades são caracterizadas por áreas extensas com propriedades alcançando até 70 ha, no entanto, a agricultura nas áreas é muito incipiente, devido principalmente a falta de acesso à água. É conveniente lembrar que a quase maioria das propriedades são perpendiculares ao vale. As aluviões da área, são estreitas e o seu uso ainda é bastante incipiente

3.3. DEFINIÇÕES BÁSICAS

Em síntese, os fatores condicionantes expostos e os contatos com a equipe de fiscalização do contrato, induziram à formulação de uma alternativa de projeto que se fundamentou no seguinte

- Será desenvolvido um plano de irrigação que beneficie prioritariamente as áreas de chapada,
- A área do projeto deverá ser reestruturada em sua base fundiária;
- O sistema de distribuição será concebido para atender os lotes de forma coletiva,
- Deverá ser idealizado uma estrutura de irrigação que minimize ou, preferencialmente evite, os riscos de salinização,
- Toda a infra-estrutura existente deverá ser, quando possível, aproveitada.

3.4. Os MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

Após a consolidação dos estudos básicos (topografia, pedologia, hidroclimatologia e agronomia) na área, e levando em conta os condicionantes e definições citadas, foram adotadas dois métodos de irrigação, microaspersão na Mancha Tabuleiro e aspersão convencional na Mancha Mucambo.

A eficiência considerada foi de: microaspersão, 85 % e aspersão, 75%

Na adução e distribuição d'água, foi definido uma eficiências de 95%

3.5. CONCEPÇÃO GERAL

3.5.1. Captação D'Água

Nos estudos de alternativas para captação de água para irrigar as manchas Mocambo e Tabuleiro do Projeto Granja, chegou-se às seguintes conclusões

- a) Seriam feitas duas captações, uma para cada mancha, diretamente do lago criado pelo barramento do riacho Gangorra, em fase de projeto

b) Optou-se por um conjunto motor-bombas flutuantes por serem adequadas ao tipo de fonte d'água, pois operam com grande variação de níveis. Quanto ao aspectos econômico, pode-se dizer que são atraentes pois dispensam a execução de obras como canais de aproximação, casas de bombas, poços de sucção e outras.

3.5.2. Adução

A concepção do sistema de adução deste projeto baseou-se principalmente nas condições topográficas dos tabuleiros com relação ao nível do açude fonte. Basicamente seria constituído por três adutoras e um canal trapezoidal assente no terreno. Tem a finalidade de elevar a água do nível do açude para os reservatórios de compensação estrategicamente localizados nas chapadas, a partir dos quais a água se distribui por gravidade.

Para a Mancha Mocambo, a adução seria feita por uma linha de adutora (M-A1) da estação de bombeamento flutuante EB-1 ao reservatório de compensação R1. Para a mancha Tabuleiro, a adução num primeiro trecho se daria por uma linha de adutora (T-A1), da estação de bombeamento flutuante EB-2 a um dissipador de energia, a partir daí a água seria conduzida por um canal trapezoidal assente ao terreno até a estação reelevatória EB-3, e finalmente a adução para a mancha Tabuleiro se completaria com uma linha de adutora (T-A2) até o reservatório R2.

3.5.3. Reservação

Os reservatórios de compensação terão forma de tronco de pirâmide e serão escavado em terra com revestimento de concreto. Terão como objetivo principal a redução dos portes dos equipamentos de captação e adução, permitindo o funcionamento das estações de bombeamento também durante as horas em que não estejam ocorrendo irrigação. Portanto esta solução conduz a uma diminuição considerável do custo de implantação do projeto.

3.5.4. Rede de Distribuição

A distribuição de água do projeto se dá por gravidade em canais trapezoidais, escavados em terra e com bermas de níveis constantes. Nos trechos mais íngremes, a distribuição se dará por tubulações com escoamento por gravidade.

000044

Para controle das vazões de demandas nos canais, os reservatórios seriam equipados com comportas automáticas do tipo JUNIC com controle de nível de jusante

Estes canais ou tubulações conduzem a água a todos os lotes do Projeto, propiciando a cada um deles a sua captação independente e diretamente do canal ou de um poço de sucção no caso de chegada por tubulação

3.5.5. Loteamento

Na distribuição espacial dos lotes nas áreas aptas a irrigação foram utilizados três modelos com formas diferentes, com o intuito de melhor aproveitamento da área. Esta distribuição observou os seguintes aspectos

- O estudo pedológico,
- Maximização no aproveitamento da área;
- Ajustar as conveniências topográficas

A Mancha Mocambo loteada em parcelas de 3,89 ha e 3,97 ha, enquanto a Mancha Tabuleiro foi parcelada em lotes de 4,0 ha

3.5.6. Equipamento de Irrigação

Foi idealizado para a área irrigada, a utilização de um equipamento que, com a vazão controlada, permitisse uma operação simples e eficiente, a baixo custo.

A linha principal de irrigação (aspersão convencional e microaspersão), localizada estrategicamente no meio do lote, será enterrada, e confeccionada com tubos de junta elástica, permitindo uma maior flexibilidade do conjunto

Foi previsto um hidrante de derivação para cada posição permitindo uma maior eficiência de operação do sistema de aspersão.

A área de microaspersão foi dividida em dez partes, tendo em vista uma melhor operação.

3.6. DEMANDAS E OFERTA D'ÁGUA

3.6.1. Vazões de Projeto

a) Vazão de irrigação no mês de pico para aspersão

$$q = \frac{Kc \cdot Dh}{3.0 \cdot 3.6} \cdot \frac{1}{Ef} \cdot \frac{1}{t}$$

Onde:

q - vazão de irrigação no mês de pico

Dh - deficit hídrico médio no mês de pico (outubro)

Kc - coeficiente da cultura (média Kc = 1.0)

t - Tempo diário de irrigação (20 hs)

Ef - eficiência de irrigação (75%)

$$q = \frac{1.0 \cdot 170}{3.0 \cdot 3.6} \times \frac{1}{0.75} \times \frac{1}{20}$$

q = 1,04 l/s/ha. A vazão de mancha será de 249,6 l/s, considerando os 60 lotes cada um com área de 4,0 ha

b) Vazão de irrigação para microaspersão no mês de pico

$$q = \frac{Kc \cdot Dh}{3.0 \cdot 3.6} \cdot \frac{1}{Ef} \cdot \frac{1}{t} \cdot P$$

onde

q - vazão de irrigação no mês de pico

Dh - Deficit hídrico médio no mês de pico (outubro)

Kc - Coeficiente da cultura (média Kc = 1.0)

t = Tempo diário de irrigação (20 hs)

Ef = Eficiência de irrigação (85%)

p = Percentagem molhada (50%)

$$q = \frac{10 \cdot 170}{3,0 \cdot 3,6} \cdot \frac{1}{0,85} \cdot \frac{1}{20} \cdot 0,5$$

q = 0,46 l/s/ha A vazão para a mancha será de Q = 77,2 l/s levando-se em consideração o número total de lotes (42) e a área de 4,0 ha em média.

3.6.2. Oferta D'Água

A oferta d'água do projeto será proveniente de um barramento proposto no Riacho Gangorra, localizado estrategicamente, de forma a permitir o aproveitamento das áreas.

Foram realizados estudos hidrológicos para a barragem, visando estimar a capacidade da reserva e a disponibilidade do açude, para determinado nível de garantia.

O reservatório Gangorra possui as seguintes características

	RESERVA (M ³)	VAZÃO REGULADA (CUBO DE GARANTIA)
GANGORRA	26,9	0,39

3.7. LAY-OUT DO PROJETO

As zonas irrigáveis do projeto (Mocambo e Tabuleiro) compreendem mancha de solos na esquerda e direita, respectivamente do futuro reservatório

Os talwegues naturais foram utilizados como drenos do excesso de água de irrigação.



Cada área é atendida por uma estrada para permitir o escoamento da produção. Foram previstas estradas ao longo dos canais e redes de distribuição para propiciar a manutenção e operação do sistema. A rodovia que liga Coreáú a Granja (364) foi respeitada na concepção do projeto.

3.8. CRITÉRIOS PARA O PLANEJAMENTO AGRÍCOLA

No estudo de viabilidade da área, no âmbito do planejamento agrícola, foi realizada uma pré-seleção de culturas, passíveis de indicação para o cultivo na área, esta pré-seleção analisou.

a) Aspectos climatológicos e sua ligação com as diversas culturas;

b) Inclinação de culturas feitas pelo estudo pedológico;

c) Variáveis ligadas ao mercado e a comercialização de produção prevista;

d) Aspectos de tradição agrícola local, tendo em vista um processo de adaptação progressiva dos agricultores da área às novas técnicas exigidas pelo uso de irrigação.

Com relação aos dois primeiros itens considerados, é possível definir um leque muito grande de culturas, isso pela possibilidade de uso de irrigação, suprindo as deficiências pluviométricas e pela diversidade dos solos mapeados.

O aspecto de mercado e comercialização considerou a relativa área do projeto e o volume total a produzir. O grande déficit alimentar na região é mais um motivo para o produtor não ter restrições de mercado e comercialização.

Do ponto de vista econômico e social considerou-se.

- A produção de alimentos, face a características predominantes de economia da área, tipicamente de subsistência;
- A necessidade, por outro lado, de prever algumas culturas que assegurem o seu progresso sócio-econômico,
- O cuidado de preservar as tradições agrícolas locais, não pretendendo, a curto prazo, mudanças substanciais nos hábitos, costumes e tradições da população.

000048



3.9. ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO

As manchas irrigáveis são de boa fertilidade, com aptidão para o cultivo de:

- Temporárias: abóbora, feijã, milho, melancia e tomate
- Permanente: laranja, mamão e maracujá

As potencialidades de solo agregado com a água aduzida do açude favorecerão a implantação do projeto com um ótimo desenvolvimento visto que, atualmente, a maneira como está sendo explorado, na forma de sequeiro, enfraquece a unidade produtora na sua resistência às secas, promovendo período de ociosidade de mão-de-obra no verão, além de ocasionar perdas consideráveis de renda de propriedade em anos de precipitação pluviométrica irregular. Essa situação atrasa o processo de desenvolvimento, motivando o êxodo rural

Como estratégia para mudança deste atual quadro, a implantação de sistema de irrigação nas proximidades da cidade de Granja associada ao modelo de exploração aqui proposta assegura a população alve do projeto sua subsistência e seu progresso sócio-econômico.



4. O PROJETO



4. O PROJETO

4.1. ASPECTOS GERAIS

O plano de aproveitamento hidroagrícola contemplou as manchas de Solos Mocambo e Tabuleiro, inclusas em área próximas ao boqueirão no riacho Gangorra, e identificadas como aquelas de maior potencialidades para aproveitamento com irrigação

Para estas áreas foi planejado um sistema de irrigação com as seguintes características:

- Cruzar a malha fundiária com eixo viário, hídrico e elétrico contemplando toda a área, com um mínimo de um ponto d'água para a captação a partir de um canal. Estes três elementos de infraestrutura cortam de forma conjugada as áreas
- Adotar um sistema de adução e distribuição coletiva, individualizando o ponto de captação e portanto o equipamento final da parcela ou propriedade.
- Adotar um sistema de distribuição prioritária na superfície, mais adequado a natureza dos recursos humanos da área.

4.2. ESTAÇÕES PRINCIPAIS DE BOMBEAMENTO

Mancha Mocambo

Para irrigação da área foram projetados as seguintes estruturas e equipamentos hidráulicos:

- Uma estação principal de bombeamento no açude Gangorra, EB-1, com as seguintes características:

Quatro (4) conjuntos eletrobombas, flutuantes, que alimenta um reservatório de compensação, localizado num elevado da área, abastecendo todos os lotes da mancha

Mancha Tabuleiro

- Uma estação principal de bombeamento no açude Gangorra, EB-2, com as seguintes características



- Um (1) conjunto eletrobomba, flutuante, que alimenta um reservatório de compensação, localizado num elevado da área, abastecendo todos os lotes da mancha.

O Quadro 4.1 resume as características hidráulicas destas estações de bombeamento.

4.3. ADUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Mancha Mocambo

QUADRO 4.1

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

Mancha	Estação	Quantidade	Capacidade (m ³)	Altura (m)	Tempo (min)
MOCAMBO	EB-1	04	1 108,80	28,00	40
TABULEIRO	EB-2	01	351,07	24,00	30

O sistema de adução e distribuição compreende : uma (01) adutora principal de recalque (M-A1), um (01) canal principal, cinco (05) secundários, três (03) terciários e um (01) quaternário. Os canais têm forma trapezoidal e assentes no terreno. Nos trechos íngremes, foram projetadas tubulações de baixa pressão.

Mancha Tabuleiro

Nesta área a adução e distribuição seriam constituídas da seguinte forma.

Adução - uma (01) adutora principal de recalque (T-A1), um canal em terra (CAT) e uma adutora (T-A2) e uma estação reelevatória.

Distribuição - um (01) canal principal e quatro (04) canais secundários. Nesta mancha os canais também seriam trapezoidais assentes no terreno.

000052



QUADRO 4 2

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DA ESTAÇÃO RELEVATÓRIA

MANCHA	MODELO	NÚMERO DE COMPARTIMENTOS DE ESTRUTURAÇÃO	VAZÃO TOTAL (m ³ /s)	PRESSÃO EM CONJUNTO (m)	POTÊNCIA APROXIMADA EM CONJUNTO (CV)
TABULEIRO	EB-3	01	351,07	14,00	30

4.4. ADUTORAS DE RECALQUE

No caso da mancha Mocambo, a água captada do açude Gangorra seria elevada para o reservatório de compensação R1 através da adutora de recalque M-A1. Para a mancha Tabuleiro, acontece inicialmente uma elevação para o nível do canal de adução CAT e no fim do canal seria feito uma reelevação para o reservatório de compensação R2.

Esta tubulação seria de ferro fundido com junta elástica, classe K-7 que satisfaz as exigências no que diz respeito às pressões de trabalhos. As características das adutoras encontram-se no Quadro 4.3

QUADRO 4 3 - ADUTORAS

MANCHA	MODELO	VAZÃO UNITÁRIA (m ³ /s)	COMPRIMENTO (m)
MOCAMBO	M-A1	1 108,80	1 300,00
TABULEIRO	T-A1	351,07	650,00
TABULEIRO	T-A2	351,07	420,00

4.5. RESERVATÓRIOS DE COMPENSAÇÃO

Os reservatórios de compensação foram projetados em locais correspondentes às altitudes mais favoráveis das áreas irrigáveis. Foram dimensionados para reservar a água bombeada no período sem irrigação, uma vez que o sistema de adução funciona 20 horas enquanto a irrigação prevê uma operação de 12 horas. O projeto conta com dois reservatórios de compensação, um (1) em cada mancha

000033

No Quadro 4.4 apresentamos as capacidades desses reservatórios.

QUADRO 4.4

MOCAMBO	R1	11 074,75
TABULEIRO	R2	3.511,00

4.6. DEMAIS OBRAS HIDRÁULICAS

Para um perfeito funcionamento hidráulico e distribuição da água foram previstas as seguintes obras hidráulicas

- Obra tipo dissipador de energia;
- Limitador de vazão com controle automático (obra de admissão);
- Obra tipo junção;
- Obra de derivação (partidor de vazão);
- Obra tipo queda,
- Obra tipo extravasor,
- Obras tipo concordância;
- Obra tipo transição Canal/Tubo
- Obra tipo de transposição (sifão);
- Obra tipo bueiro;
- Obra tipo tomada individual de parcela.



Obra tipo dissipador de energia

Neste projeto foi utilizado na dissipação de energia da chegada da adutora da EB-2 no canal de adução para a mancha Tabuleiro, como uma medida de proteção do próprio canal.

Limitador de vazão com controle automático (obra de admissão);

Estas comportas, de controle automático, deverão ser instaladas nas saídas dos reservatórios São regularizadas pelo nível de jusante.

Obra tipo junção

Estas obras foram previstas para proteção das chegadas de adutoras aos reservatórios.

Obra de derivação (partidor de Vazão)

Previstos nas derivações dos canais de distribuição. Funcionarão equipadas com comportas tipo stop-log para controle das vazões derivadas.

Obra tipo queda

São obras de queda de nível, concebidas para adaptar o greide do canal ao terreno natural.

Obra tipo extravasor

São obras de segurança constituída por um vertedouro lateral ou final, tendo por finalidade evitar o transbordamento pela berma, quando do não funcionamento das tomadas de acordo com as condições normais do projeto.

Obra tipo concordância

Projetadas para os locais de mudança de seção no canal. Geralmente são adotadas nas entradas e saídas das obras hidráulicas

Obra tipo transição Canal/Tubo

Projetadas para proteger as passagens de canal para tubulação ou tubulação para canal e criar condições ótimas de funcionamento hidráulico nestes locais

000055

Obras tipo de transposição (sifão)

Sifão invertido, constituído por tubulações de ferro fundido, concebido para realizar de uma maneira mais econômica a transposição de uma depressão importante

Obra tipo bueiro

Concebidas para que não haja a interrupção da drenagem natural, no caso da transposição do talvegue em aterro. Naturalmente esta obra em dando continuidade a drenagem natural estará protegendo estruturalmente o canal

Obra tipo tomada individual de parcela

As tomadas para os lotes são feitas em canais ou em tubulações, em ambos os casos as captações das estações de bombeamento para os lotes são feitas, em poços de sucção.

QUADRO 4.5

RESUMO GERAL DO PROJETO

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
EST ELEVATÓRIA PRINCIPAL	UN	2,00
EST RELEVATÓRIA	UN	1,00
ADUTORAS	KM	2,37
CANAL ADUTOR	KM	4,90
RESERVATÓRIO DE COMPENSAÇÃO	UN	2,00
CANAL DE DISTRIBUIÇÃO	KM	5,62
TUBULAÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO	KM	4,19
ESTAÇÕES DE BOMB. DAS PARCELAS	UN	100,00

4.7. EQUIPAMENTO FINAL DE PARCELA

Para a distribuição interna de água nos lotes de aspersão convencional foram previstos os seguintes materiais e equipamentos:



- 01 linha fixa enterrada de PVC rígido junta elástica iniciada com um registro de tomada,
- Hidrante para cada saída de ramal móvel, equipado com válvula de linha e curva de derivação,
- Ramais móveis de PVC rígido com engate rápido e ramal de espera

Para os lotes de microaspersão

- 01 linha fixa enterrada de PVC rígido junta elástica;
- 10 linhas de derivação de PVC rígido junta elástica iniciadas com um registro de tomada;
- 280 linhas laterais em PE.

Tendo em vista o equilíbrio hidráulico, sem utilização de equipamentos controladores de vazão e pressão, procurou-se posicionar a tomada de cada parcela em seu ponto mais adequado, como também fazer com as linhas móveis ficassem paralelas às curvas de nível

4.8. SISTEMA VIÁRIO

Acompanhando os canais e tubulações de distribuição e fazendo a ligação entre o projeto e a CE, previu-se uma estrada com faixa de 9m, sendo 6m de pista de rolamento e 2 (dois) acostamentos de 1,5m cada

Entre os lotes e acostamentos as adutoras, a faixa será de 6m, incluindo 3m de acostamento.

4.9. SISTEMA DE DRENAGEM

As manchas de solos irrigáveis da área posicionadas nas cumiadas do terreno e portanto não interferem nas linhas de talvegues da área.

As grotas e riachos que formam o sistema de esgotamento pluvial das manchas Mocambo e Tabuleiro dispensam a execução de coletores e drenos, pois as seções naturais que descem as encostas são suficientes para a drenagem destas manchas. A irrigação não deverá provocar nenhuma alteração, pois trata-se de sistemas de aspersão (convencional e localizada, em solos ondulados e arenosos

000057



Em duas travessias importantes do canal adutor com talvegues, foram previstas obras do tipo bueiro submersível e transposição tipo sifão invertido.

4.10. REDE ELÉTRICA

O objetivo deste estudo é o dimensionamento das diversas subestações das estações de bombeamento e dos equipamentos elétricos de acionamento dos motores padrão das tomadas individuais d'água, do projeto de irrigação das manchas de Tabuleiros e Mocambo no município de Granja-CE.

As subestações serão supridas através de linha de distribuição rural em 13,8 Kv, derivada da LDR - GRANJA-SAMBAIBA, com extensão total em todo o projeto de 9,09 km e os motores de 3,5 e 7,5 cv das tomadas individuais dos lotes serão alimentadas por rede secundária rural em 380/220 v, com extensão total de 6,80 km.

Estas subestações estarão distribuídas ao longo dos canais de irrigação, às margens do açude Gangorra (a ser construído); que são as estações de captação EB-1 e EB-2 em flutuadores e próximo ao reservatório de compensação: EB-3. Serão do tipo aérea, instaladas em postes de concreto armado e ao tempo.

Os motores das respectivas tomadas d'água alimentados pela rede de baixa tensão, estarão distribuídos ao longo dos canais com sua correspondente caixa de medição de energia e chave de partida direta.

Os motores das estações: EB-1, EB-2 e EB-3 terão as suas partidas com chave automática autocompensadoras. As estações EB-1 e E2 serão supridas por uma subestação tipo torre de 225 kva

A estruturação da linha de distribuição rural será em cabo de alumínio com alma de aço 4 AWG, com os respectivos ramais laterais, satisfazendo aos padrões de estrutura da COELCE. As estruturas serão de postes de concreto armado duplo T, nos esforços de 150 e 300 kg e cruzetas em concreto armado de 1,90m.

Como o projeto é predominantemente irrigante, a medição de energia será com tarifa diferenciada, no horário de 23 às 05 horas, para o consumidor rural irrigante; de acordo com Portaria N° 105/92 do DNAEE e Decisão Técnica - DT 066 R01 - da COELCE. Assim a energia das subestações das estações de bombeamento e das tomadas individuais de água dos lotes será medida em baixa tensão por medidor de dupla tarifa. Os equipamentos destinados a esta medição fazem parte integrante do projeto



5. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

000059



5. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

5.1. CARACTERÍSTICAS DAS ADUTORAS PRINCIPAIS

Da equação da continuidade obtemos: $Q_a \times h_a = Q_i \times h_i$

Onde

h_a - nº de horas de adução - 20 hrs

h_i - nº de horas de irrigação - 12 horas

Q_i - vazão de irrigação Somatório dos requerimentos de todas as áreas irrigáveis

Q_a - vazão de adução considerando perdas

Logo:

$$20 \times Q_a = 12 \times P_i$$

Considerando 5% de perdas na adução teremos Q'_a .

QUADRO 5.1

CARACTERÍSTICAS DAS ADUTORAS

ÁREA	ADUTORAS	QUANTIDADE DE UNIDADES	PERDA (L/S)	DESBORSA (m)	COMPRIMENTO (m)
MOCAMBO	M-A1	01	1 108,80	17,23	1 300
TABULEIRO	T-A1	01	351,07	10,00	650
TABULEIRO	T-A2	01	351,07	11,02	420

5.2. CARACTERÍSTICAS DAS ELEVATÓRIAS PRINCIPAIS

No estudo das adutoras, foram considerados os aspectos relativos à operação das bombas e do sistema de adução

000060



As perdas de carga localizada no recalque, barrilete e tubulação da própria adutora, foram calculadas segundo a expressão de Hazen-Williams

$$H = 10.64 \cdot \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot L$$

Onde.

Q - vazão em m³/s,

D - diâmetro da tubulação em m;

L - comprimento equivalente;

C - 130 (ferro fundido novo).

Os custos de investimentos são, via de regra, bem mais expressivos do que os custos de operação em sistemas de irrigação, uma vez que o período de operação não se estende aos 12 meses do ano com ritmo de 24 horas por dia. Assim, os custos de implantação de equipamentos de bombeio devem ser minimizados, adotando-se por conseguinte o menor número de bombas possível.

Foram indicados os seguintes equipamentos de bombeamento

Eb-1

Captação flutuante (Float-Cap) composta por flutuador mod. HENFIBRA - HF-3, fabricado em fiberglass, acoplado a conjunto motor-bomba vertical mod. EHF 125-25 MV, 1750 rpm.

Eb-2

Captação flutuante (Float-Cap) composta por flutuador mod. HENFIBRA - HF-3, fabricado em fiberglass, acoplado a conjunto motor-bomba vertical mod EHF 150-25 MV, 1750 rpm

EB-3

Bomba centrífuga modelo IRR 250-200-280, 1.750 rpm

Desta maneira, os conjuntos eletrobombas deverão atender as características conforme Quadro 5 2

QUADRO 5.2 CARACTERÍSTICAS DAS ELETROBOMBAS

CARACTERÍSTICA ESPECÍFICA	EB-1	EB-2	EB-3
VAZÃO INDIVIDUAL (M ³ /H)	277,20	351,07	351,07
ALTURA MANOMÉTRICA (M)	26,00	24,00	14,00
DESNIVEL GEOMÉTRICO (M)	17,23	10,00	11,02
NUMERO DE BOMBAS EFETIVAS	4,00	1,00	1,00
VAZÃO MÁXIMA DO CONJUNTO (M ³ /H)	1 108,80	351,07	351,07
ROTAÇÃO (RPM)	1 750	1 750	1 750
POTENCIA APROXIMADA (CV)	40	30	30

5.3. CARACTERÍSTICAS DOS RESERVATÓRIOS

Os elementos do Reservatório foram determinados conforme as expressões que seguem:

A equação da continuidade no sistema será:

$$Q_a \times 20 \text{ horas} = Q_i \times 12 \text{ horas}$$

onde

Q_a = vazão de adução,

Q_i = vazão de irrigação

ou

$$Q_i = Q_a + (\text{volume do reservatório})/12 \text{ horas}$$

Na vazão de irrigação (Q_i) foi considerado o acréscimo de 5% de perdas.

O cálculo do volume do reservatório é obtido através da fórmula

$$VR = 12 \times (Q_i - Q_a) \text{ (Volume líquido do reservatório)}$$

000062

Se faz necessário o acréscimo de Recursos de Segurança a este volume líquido do reservatório

- Reserva de Segurança RS 25% VR

A lâmina da reserva intangível situa-se no nível mínimo de funcionamento da comporta automática

O volume total do reservatório será

$$VRT = VR + RS$$

Definido o volume, aplica-se a expressão do volume do tronco de pirâmide

$$RT = \frac{a + A + (a \cdot A)^{1/2} \cdot h}{3}$$

Onde

A - área da base superior (maior) do tronco de pirâmide;

a - área de base inferior (menor) do tronco de pirâmide;

h - altura do nível máximo de água.

Fixando-se o valor de h, determina-se as dimensões do reservatório

QUADRO 5 3

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS RESERVATÓRIOS

MANGUEIA	RESERVATÓRIO	VOLUME MÁXIMO (m ³)	R(M)	D(M)	H(M)	P0(M)	HET(M)
MOCAMBO	R1	11 074,75	75,0	82,0	1,83	0,50	2,33
TABULEIRO	R2	3 511,00	45,0	51,0	1,56	0,44	2,00

5.4 CANAIS DE ADUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

No dimensionamento das seções do canal de distribuição empregou-se a fórmula de Manning, que tem a seguinte expressão

$$Q = (A \cdot Rh^{2/3} \cdot I^{1/2}) / n$$

Onde

Q - Vazão (m³/s),

A - Área molhada (m²),

Rh - Raio hidráulico (m). Rh = A/P em que P = perímetro molhado (m);

I - Declividade do fundo do canal

n - Coeficiente de rugosidade de Manning. Considerou-se n = 0,015.

Os canais serão escavados em terra, berma horizontal e terão seção trapezoidal (Fig 5.4).

As dimensões dos canais encontram-se no Quadro 5.4

QUADRO 5 4

CARACTERÍSTICAS DOS CANAIS

ÁREA	CANAL	ÁREA MOLHADA (m ²)	PERÍMETRO MOLHADO (m)	RAIO HIDRÁULICO (m)	DECLIVIDADE	PERÍMETRO MOLHADO (m)	RAIO HIDRÁULICO (m)	ÁREA MOLHADA (m ²)
MOCAMBO	CPM-1	512,72	0,30	0,72	0,20	0,92	3 2	
	CPM-2	35,04	0,30	0,15	0,20	0,35	3 2	
	CSM-1	105,12	0,30	0,35	0,20	0,55	3 2	
	CSM-1 1	8,76	0,30	0,07	0,20	0,27	3 2	
	CSM-1 2	43,80	0,30	0,18	0,20	0,38	3 2	
	CSM-1-2-1	17,52	0,30	0,11	0,20	0,31	3 2	
	CSM 2	78,84	0,30	0,24	0,20	0,44	3 2	
	CSM-2A	26,28	0,30	0,16	0,20	0,36	3 2	
TABULEIRO	CAT	97,52	0,30	0,40	0,20	0,60	3 2	
	CPT	162,54	0,30	0,35	0,20	0,55	3 2	
	CST 1	3,87	0,30	0,06	0,20	0,26	3 2	
	CST-2	15,48	0,30	0,09	0,20	0,29	3 2	
	CST-4	69,66	0,30	0,32	0,20	0,52	3 2	
	CST-6	11,61	0,30	0,08	0,20	0,28	3 2	

000064

5.5. TUBULAÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO

Nos trechos excessivamente íngremes, um estudo comparativo indicou a utilização de tubulações por gravidade para conduzir a distribuição da água

Estas tubulações de ferro fundido com junta elástica, classe IMPA que satisfaz as exigências no que diz respeito às pressões de trabalhos. As características destas tubulações encontram-se no Quadro 5 5

Os diâmetros das tubulações, considerando-se as energias disponíveis, foram calculadas segundo a expressão Hazen-Williams:

$$H = 10.64 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.85} D^{-4.87} \cdot L$$

Onde

H - carga disponível em m,

Q - vazão em m³/s;

D - diâmetro da tubulação em m;

L - Comprimento equivalente em m,

C - 130 (ferro fundido novo)

QUADRO 5 5

CARACTERÍSTICAS DAS TUBULAÇÕES GRAVITÁRIAS

MANCHA	TUBULAÇÃO	VAZÃO INICIAL (l/s)	DIÂMETRO (mm)	COMPRIMENTO (m)	COMPRIMENTO TOTAL (m)
MOCAMBO	TPM	145,59	400	223,00	
			350	125,00	
			300	518,00	
			250	248,00	1114,00
	TSM 1	52,56	250	171,00	
			250	306,00	437,00
	TSM-1 2	17,52	150	156,00	156,00
	TSM-1-2 1	17,52	150	135,00	
			100	76,00	211,00
	TSM-2	70,08	250	76,00	
			200	218,00	294,00
	TSM 2-2	8,76	100	276,00	276,00
	TSM-3	52,56	300	190,00	
			250	156,00	
			200	156,00	
			150	265,00	767,00
	TSM-4	35,04	250	20,00	
			200	65,00	
			150	506,00	591,00
	TSM-5	8,76	150	276,00	276,00

5.6. OBRAS HIDRÁULICAS

5.6.1. Obra Tipo Dissipador de Energia

No lançamento da adutora de EB-2 no canal de adução (CAT) foi previsto um dissipador de energia do tipo padrão apresentado pelo BUREAU OF RECLAMATION no livro DESIGN OF SMALL CANAL STRUCTURES, conforme Figura 5.6 1

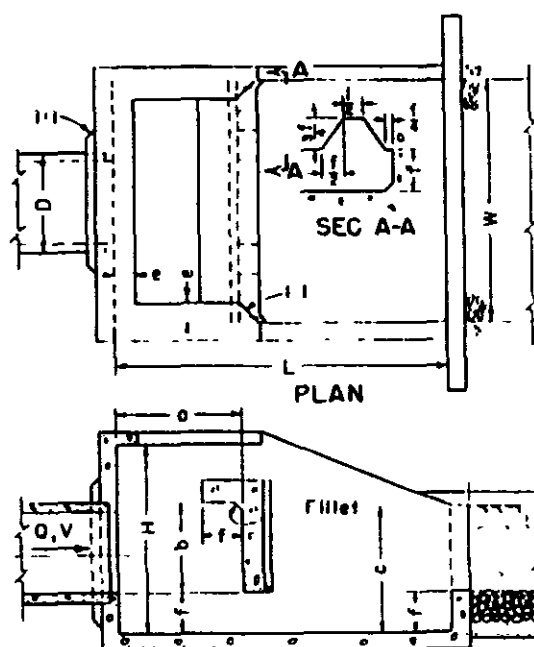
5.6.2. Limitador de Vazão com Controle Automático (Obra de Admissão)

Nas saídas dos reservatórios foram previstas comporta automática reguladas pelo nível de jusante, conforme Figura 5.6 2. As seleções das comportas e determinação de suas características (apresentadas no Quadro 4 6.2) foram feitas a partir do manual do fabricante

QUADRO 5 6 2

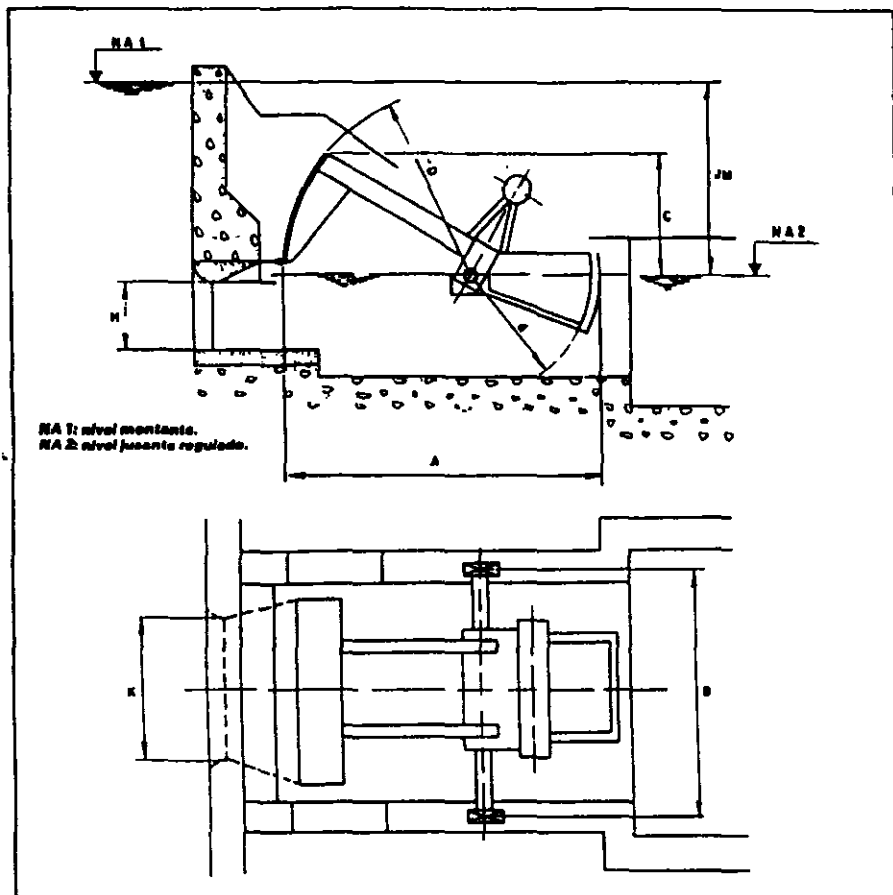
COMPORTAS AUTOMÁTICAS

Número da Obra	Modelo da Comporta	Dimensões em milímetros						
		A	B	C	D	D	H	K
R1	JUNIC 71/40							
R2	JUNIC 45/16	2 100	1 600	900	1 250	710	630	630



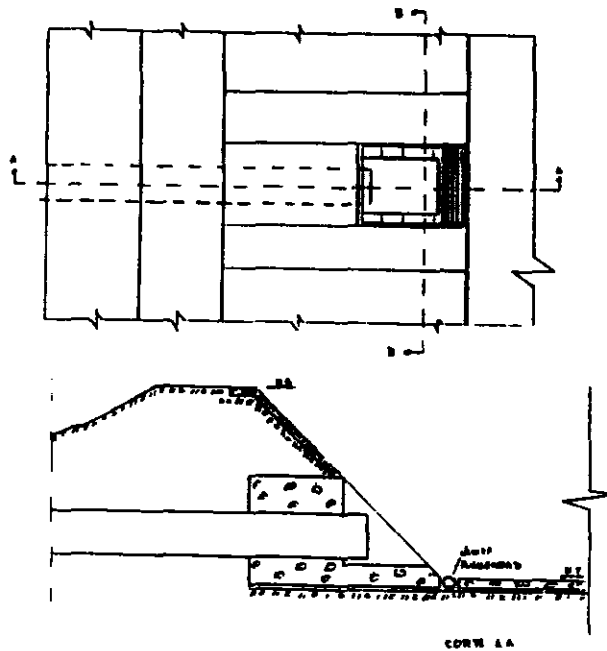
000067

COMPORTAS "JUNIC" DE NIVEL A JUSANTE CONSTANTE



5.6.3. Obra Tipo Junção

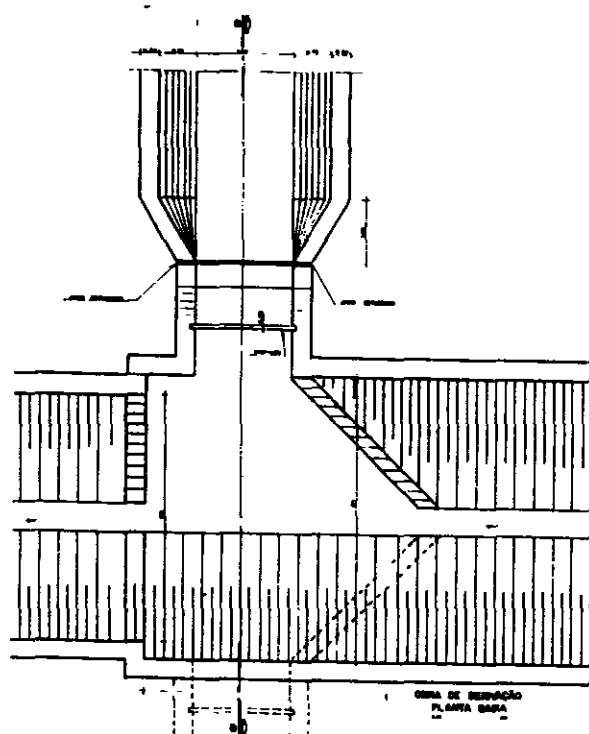
Para o lançamento das adutoras nos reservatórios foram projetados obras do Tipo Junção, conforme Figura 5.6 3



000069

5.6.4. Obra de Derivação (partidor de vazão)

Nas derivações nos canais de distribuição foram previstos partidores de vazão com comportas planas de madeira tipo stop-log, conforme Figura 5.6 4



000070

5.6.5. Obra Tipo Queda

As quedas, projetadas para fazer a concordância entre dois trechos de canal com níveis diferentes, conforme Figura 5 6.5, são constituídas de:

- Um tanque de dissipação de energia,
- uma soleira retangular de altura "s" providenciada para se opor ao rebaixamento do nível água do trecho à montante

As dimensões do tanque de dissipação foram calculadas considerando-se 3 cv de energia dissipada por metro cúbico, ou seja:

$$L \times B \times Y = Q \times Z / 150$$

onde

L - comprimento do tanque de dissipação;

B - base do canal retangular;

Y = H + 0.10 em m. Onde H é a altura da água a montante;

Z - altura da queda

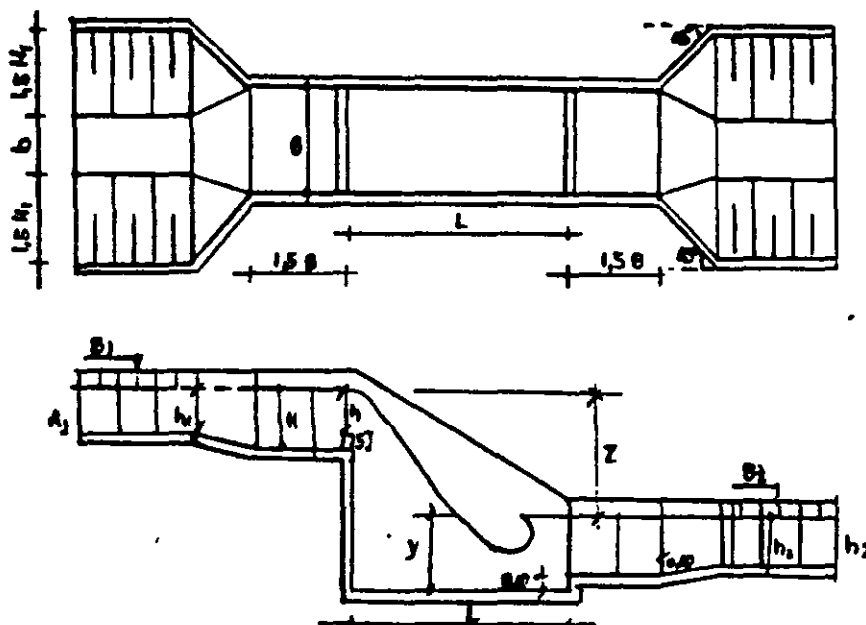
Para o cálculo da altura da soleira "s", procedeu-se do seguinte modo:

1 - Calcula-se a carga h com a fórmula dos vertedouros de soleira espessa

$$Q = 0.36 \cdot B \cdot (2g)^{1/2} h^{3/2}$$

2 - Calcula-se s = H - h

000071



5.6.6. Obra Tipo Extravasor

No final do canal ou em pontos intermediários estratégicos localizados , visando protegê-lo contra qualquer transbordamento, foram previstos extravasor como obras de segurança, conforme Figura 5.6.6a e 5.6.6b. A vazão extravasada será conduzida ao talvegue mais próximo por tubulação de concreto enterrada.

Foram propostos os seguintes tipos de extravasores.

- 1 - Extravasor em ponto intermediário: vertedouro lateral,
- 2 - Extravasor em final de canal: vertedouro de extremidade

Cada unidade foi dimensionada para descarregar Qd igual ao somatório das vazões das tomadas situadas a montante num trecho a partir da última descarga de segurança

Foram dimensionadas da seguinte maneira:

- 1 - Vertedouro Lateral (tipo I)

Cálculo da cota da soleira

$$C_s = N_a + 0,5 \times f_b$$

onde

C_s - cota da soleira do vertedouro;

N_a - nível d'água estático,

f_b - "freeboard" do canal

Cálculo da lâmina de descarga.

$$h = (C_b - C_s) / 2$$

onde

h - lâmina de descarga no vertedouro,

CB - cota da berma

Cálculo da largura da soleira

$$Qd = 0.32 \cdot L (2g)^{1/2} \cdot h^{3/2}$$

onde

Qd - vazão de descarga m^3/s ,

L - largura da soleira em metro;

g - aceleração da gravidade em m/s^2

2 - Vertedouro de Extremidades (tipo 2)

$$B = 2 \times H + b \text{ e } l = 1,5 \times H$$

onde

B - largura do vertedouro, igual a largura máxima no canal de chegada;

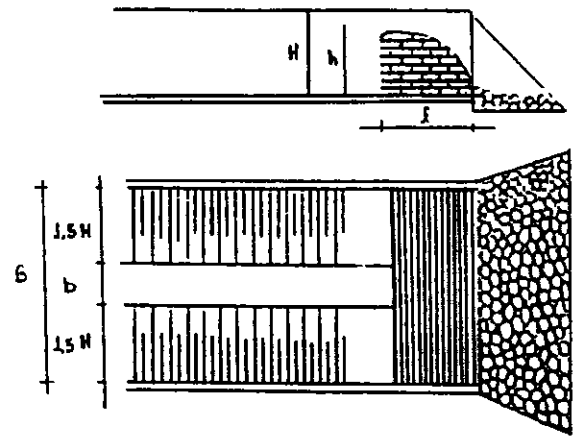
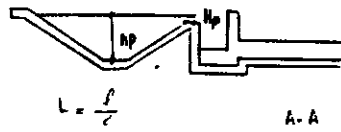
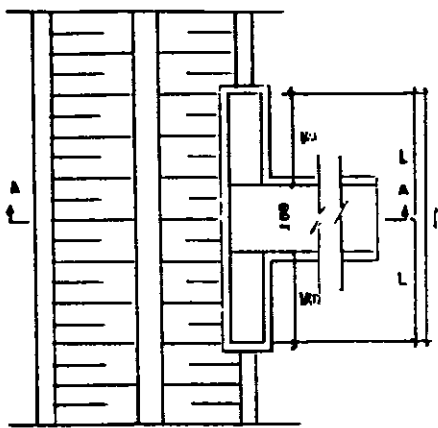
H - altura d'água no canal à montante,

b - bc do canal,

l - comprimento da base do vertedouro.

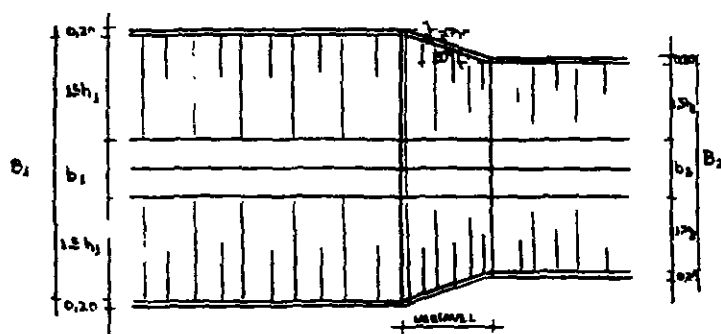
As Figuras 5.6.6a e 5.6.6b apresentam as dimensões e cotas para extravasor e canal de chegada

000074



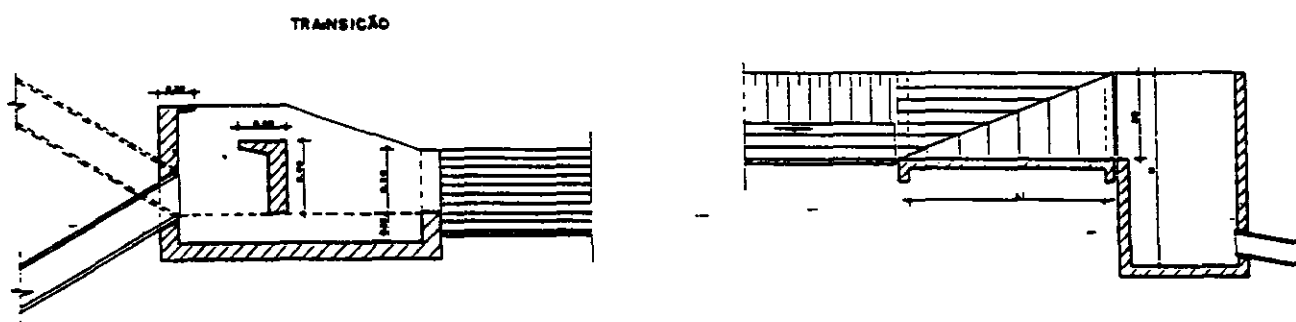
5.6.7. Obra Tipo Concordância

Na mudança de seções dos canais trapezoidais foram projetadas obras de concordância conforme Figura 5 6 7



5.6.8. Obra Tipo Transição Canal/Tubo

Nas transições de canal para tubulação ou de tubulação para canal foram projetadas obras de transição conforme Figura 5 6 8



5.6.9. Obra Tipo de Transição (sifão)

O dimensionamento hidráulico do sifão invertido seguiu orientação do livro "DESIGN SMALL CANAL STRUCTURES" do Bureau of Reclamation

Para cálculo do diâmetro considerou-se os seguintes aspectos

- Desnível disponível,
- Considerações econômicas,
- Tubo disponível,
- Velocidade adotada

Para o cálculo da perda de carga devem ser computadas as seguintes perdas:

- Perda de carga na convergência na transição de entrada;
- Perda de carga na estrutura de controle instalada na entrada;
- Perdas de carga na grade de contenção de material grosseiro instalada na entrada do sifão;
- Perda de carga contínua e em curvas,
- Perda de carga na divergência na saída

O total de perda de carga calculado é usualmente majorado em 10% como um fator de segurança devido a possibilidade do sifão causar remanso no canal.

As características do sifão estão apresentadas no Quadro 5.6.9.

QUADRO 5 6 9

OBRA	CANAL	PGO 1	PGO 2	L (M)	Diam. (mm)
SIFÃO	CAT	4300	4500	200,00	350

5.6.10. Obra Tipo Bueiro

Para que não haja interrupção do escoamento superficial, foi previsto no canal de adução CAT, em ponto adequado, um bueiro em concreto. Na estimativa da vazão do bueiro, adotou-se a fórmula racional modificada

$$Q = ((C \times i \times A) / 3,6) \times R$$

onde

Q - Vazão de pico da bacia (m³/s),

i - Intensidade média de precipitação na bacia (mm/h),

A - Área de contribuição (Km²),

C - Coeficiente de escoamento superficial médio,

R - Coeficiente de Retardamento.

Adotou-se c = 0,50, de acordo com a tabela de aproximação apresentada por Euclides e Piccolo (1986)

O coeficiente de retardamento, segundo esses autores, é calculado pela expressão

$$R = 0,278 - 0,00034A$$

onde A é expresso em Km²

O diâmetro do tubo é determinado pela equação básica.

$$Q = A \times V \times D = 1,13 \times (Q / V)^{1/2}$$

É usual diâmetro mínimo de 0,60m

O Bureau of Reclamation recomenda Vmax = 3m/s sem dissipador na saída.

As características do bueiro estão apresentadas no Quadro 5 6 10

QUADRO 5 6 10

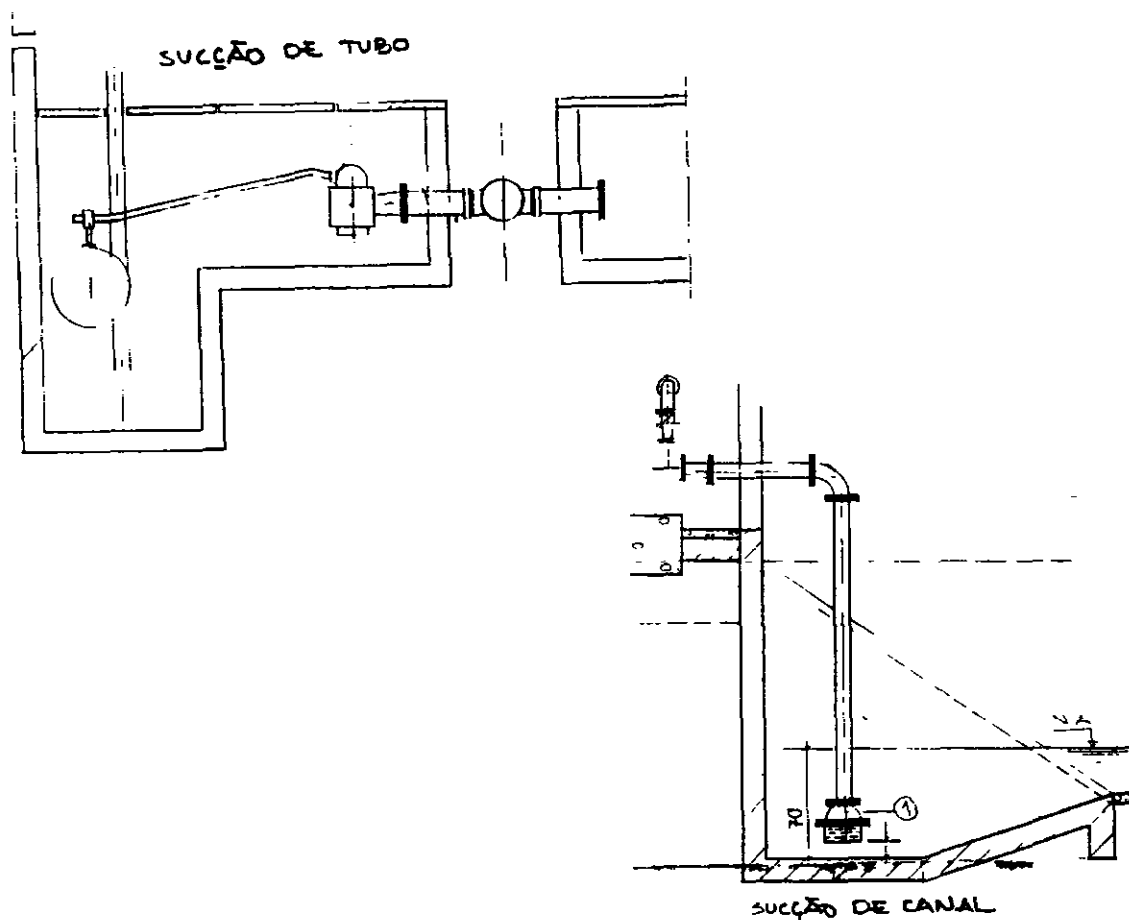
OBRA	CANAL	POSICÃO (M)	DIMEN (MM)
BUEIRO	CAT	3 100	800

000080

5.6.11. Obra Tipo Tomada Individual de Parcela

As tomadas para os lotes são feitas em canais ou em tubulações. Em ambos os casos as captações das estações de bombeamento são feitas em poços de sucção com profundidade suficientes para garantir a submersão do tubo de transferência.

Seu esquema é mostrado na Figura 5.6.11



5.7. ESTACÕES ELEVATÓRIAS DE PARCELAS

A obra civil é do tipo padronizado para um ou dois conjuntos motor-bombas. Cada conjunto motor-bomba atende somente a um único lote, pressuizando o seu sistema de irrigação.

A vazão foi dimensionada para uma jornada de 12 horas de irrigação

Para o cálculo da altura manométrica (H_{man}), de cada bomba, foram consideradas a pressão requerida pelos aspersores, desnível geométrico e as perdas na sucção e recalque, as perdas de carga foram calculadas através da fórmula de Hazen-Williams

$$H = 10,64 \cdot \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85} D^{-4,87} L$$

onde

H - Perda de carga em m;

Q - vazão em m^3/s ,

D - diâmetro da tubulação em m,

L - Comprimento equivalente em m,

C = 140 (PVC).

5.8. EQUIPAMENTO FINAL DA PARCELA

A seguir é apresentado a sequência de dimensionamento dos diferentes lotes tipo estudados para o projeto

LOTE TIPO 1 (aspersão)

• Área (A)

A = 216 x 180 m = 3,89 ha

000082

- Eficiência de Irrigação (Ef)

$$Ef = 0,70$$

- Horas de Funcionamento (h)

$$h = 12 \text{ horas}$$

- Uso Consuntivo (UC)

$$C = \frac{etp \cdot Kc}{\text{mê scriticò}} \quad Kc = 0,85(\text{milho})$$

$$C = \frac{170 \cdot 0,85}{30} = 4,82 \text{ mm / dia}$$

- Lâmina líquida (LL)

$$LL = \frac{(CC - PM)}{10} \gamma \cdot AD \cdot PE$$

$$LL = \frac{7,02}{10} 1,49 \cdot 0,50 \cdot 40$$

$$LL = 20,92 \text{ mm}$$

- Lâmina Bruta (LB)

$$LB = \frac{LL}{Ef}$$

$$LB = 29,89 \text{ mm}$$

- Turno de Rega (TR)

$$TR = \frac{LL}{UC}$$

$$TR = \frac{20,92}{4,82} = 4,34 \text{ adotou-se TRA} = 4 \text{ dias}$$

- Lâmina Líquida Corrigida (LL')

$$LL' = UC \times TRA$$

$$LL' = 4,82 \times 4 = 19,28 \text{ mm}$$

- Lâmina Bruta Corrigida (LB')

$$LB' = \frac{LL'}{0,70}$$

$$LB' = 27,54 \text{ mm}$$

- Velocidade Básica de Infiltração

$$VBI = 18,2 \text{ cm/h}$$

- Características do aspersor

Ø bocais	4,5 x 5,5 mm
Pressão de Serviço: (PS)	2,5 atm
Raio de alcance	15,0 m
Vazão	2,90 m ³ /h
Espaçamento	18 x 18 m
área irrigada por posição.	324 m ²
Precipitação (Pa)	8,95 mm/h

- Tempo de irrigação por posição (TIP)

$$TIP = \frac{LB'}{Pa}$$

$$TIP = \frac{27,54}{8,95} = 3,08 \rightarrow 3 \text{ horas}$$

- Número Total de Posição do Lote (NTPL)

NTPL = 20 posições

- Número de Posições por dia (NPD)

$$NPD = \frac{12}{3,08} = 3,89 \approx 4$$

- Número de linhas de funcionamento simultâneo (NLF)

$$NLF = \frac{NTP}{NPD \cdot TRA}$$

$$NLF = \frac{20}{3,89 \cdot 4} = 1,29 \quad \text{adotou-se NLFA} = 02 \text{ linhas}$$

- Número de aspersores por linha de funcionamento (NA)

NA = 06

- Vazões de Dimensionamento

qla = vazão na linha de funcionamento dos aspersores

$$qla = 6 \times 2,90 \text{ m}^3/\text{h} = 17,4 \text{ m}^3/\text{h} = 4,83 \text{ l/s}$$

qlp = vazão na linha principal

	1º trecho	2º trecho
QLP (L/S)	9,66	4,83

- Linha de Funcionamento dos aspersores

qla	L	Ø	v	J	F	H _{EL}
(l/s)	(m)		(m/s)	(m/m)		(m)
4,83	99	3"	1,24	0,024	0,433	1,03

- Linha Principal

	Q (l/s)	L (m)	Ø (mm)	v (m/s)	J (m/m)	f	HFLA (m)
2º TRECHO	4,83	90	3"	1,24	0,024	1,0	2,16
1º TRECHO	9,66	81	4"	1,38	0,021	1,0	1,7
TOTAL							3,86

- Pressão necessária na Tomada do Lote

Desnível do terreno $N1 = 171 \times 0,01 = 1,71 \text{ m}$

Pressão de serviço do aspesor $PS = 25 \text{ mca}$

Altura de funcionamento do aspesor $ha = 1,50 \text{ m}$

hfla: $1,03 \text{ m}$

hflp = $3,86 \text{ m}$

$PN = N1 + PS + ha + hfla + hflp$

$PN = 1,71 + 25,0 + 1,50 + 1,03 + 3,86 = 33,1 \text{ m}$

- Dimensionamento do Conjunto Moto-bomba

cálculo da perda de carga

$q = 9,66 \text{ l/s}$

$\varnothing 4"$

- Perda Distribuída (hfd)

$hfd = J (L_R + L_s)$

$hfd = 0,021 (5,0 + 1,0) = 0,13 \text{ m}$

- Perda Localizada (hfe)

$$hfe = K \frac{V^2}{2g}$$

PEÇA	K
VPC	2,50
RC (2)	0,30
C 90°	0,40
RE	0,15
VR	2,50
RGA	0,20
MV	2,50
TOTAL	8,55

$$hfe = 8,55 \times \frac{(1,38)^2}{2 \times 9,81}$$

$$hfe = 0,83 \text{ m}$$

- Perda na sucção e Recalque (hf)

$$hf = hfd + hfe$$

$$hf = 0,96 \text{ m}$$

- Cálculo da altura manométrica (Hman)

$$Hman = PN - hg + hf$$

$$Hman = 33,1 + 1,0 + 0,96 = 35,06 \text{ m}$$

- Potência do Conjunto moto-bomba (W)

$$= \frac{QHman}{75m}$$

$$n = 75\%$$

$$= \frac{9,66 \cdot 35,06}{75 \cdot 0,75} = 6,02 CV$$



- **Característica do Conjunto**

q = 34,78 m³/h

Hman = 35,06 m

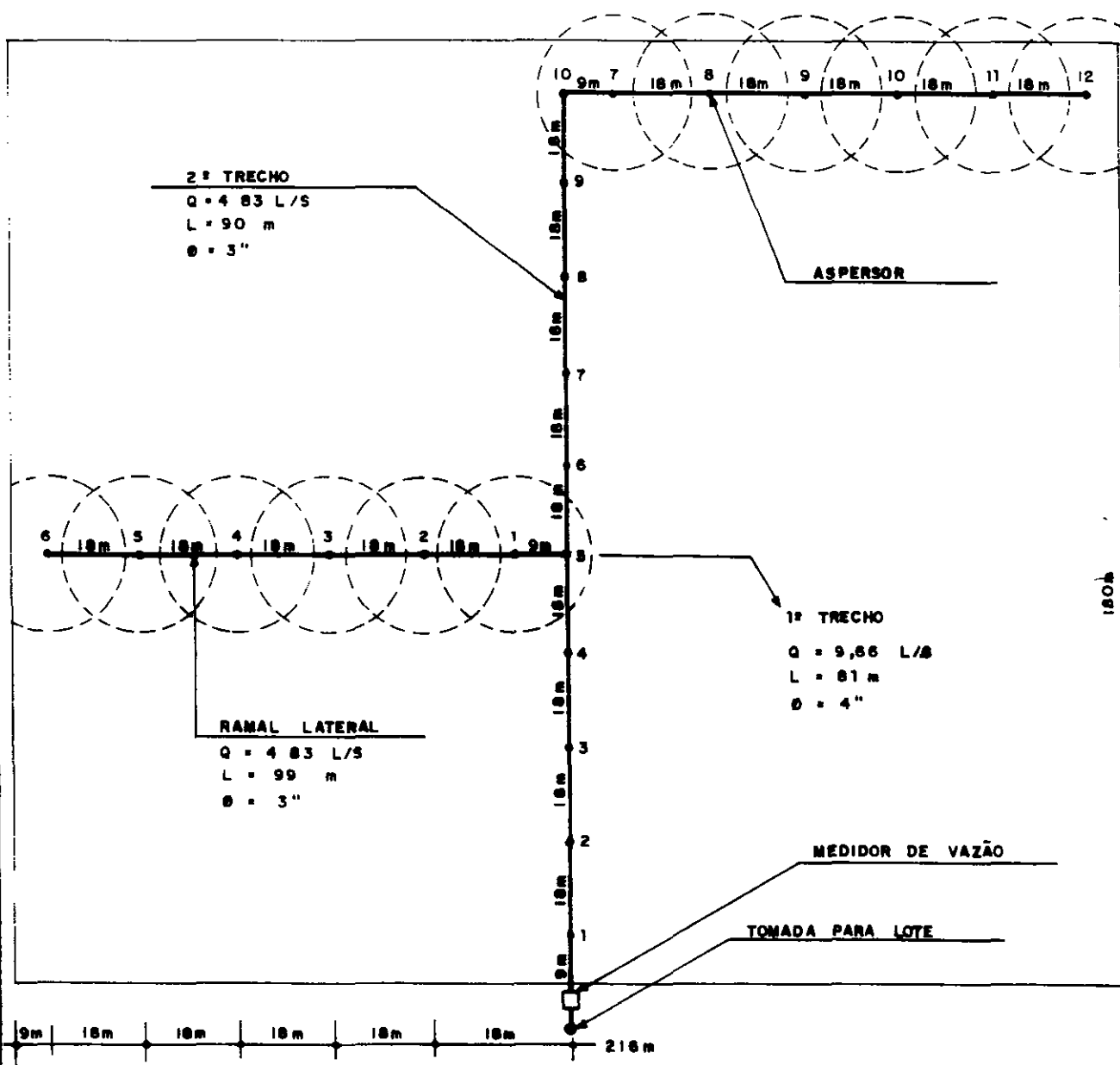
PT = 7,5 CV

rotor Ø 168 mm

3 500 rpm

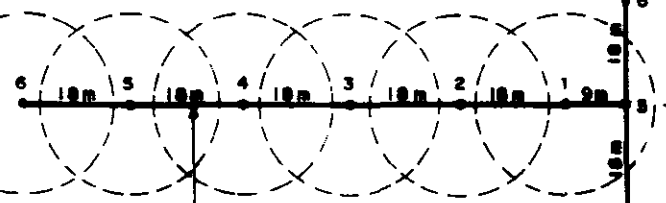
C8 E9

000088



2º TRECHO
 $Q = 4,83 \text{ L/S}$
 $L = 90 \text{ m}$
 $\phi = 3''$

ASPERSOR



RAMAL LATERAL
 $Q = 4,83 \text{ L/S}$
 $L = 99 \text{ m}$
 $\phi = 3''$

1º TRECHO
 $Q = 9,66 \text{ L/S}$
 $L = 81 \text{ m}$
 $\phi = 4''$

MÉDIDOR DE VAZÃO

TOMADA PARA LOTE



180m



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETÁRIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E SOCIAL DA BARRAGEM
 GANGORRA, NO MUNICÍPIO DE GRANJA - CE

LOTE TIPO - 1 (ASPERSÃO)

LOTE TIPO 2 (aspersão)

- Área (A)

$$A = 146 \times 272 \text{ m} = 3,97 \text{ ha}$$

- Eficiência de Irrigação (Ef)

$$Ef = 0,70$$

- Horas de Funcionamento (h)

$$h = 12 \text{ horas}$$

- Uso Consuntivo (UC)

$$C = \frac{etp \cdot Kc}{\text{mes crítico}}, Kc = 0,85(\text{milho})$$

$$C = \frac{170 \cdot 0,85}{30} = 4,82 \text{ mm / dia}$$

- Lâmina líquida (LL)

$$LL = \frac{(CC - PM)}{10} \cdot \gamma \alpha \cdot D \cdot PE$$

$$LL = \frac{7,02}{10} \cdot 1,49 \cdot 0,50 \cdot 40$$

$$LL = 20,92 \text{ mm}$$

- Lâmina Bruta (LB)

$$LB = \frac{LL}{Ef}$$

$$LB = 29,89 \text{ mm}$$

- Turno de Rega (TR)

$$TR = \frac{LL}{UC}$$

$$TR = \frac{20,92}{4,82} = 4,34 \text{ adotou-se TRA} = 4 \text{ dias}$$

- Lâmina Líquida Corrigida (LL')

$$LL' = UC \times TRA$$

$$LL' = 4,82 \times 4 = 19,28 \text{ mm}$$

- Lâmina Bruta Corrigida (LB')

$$LB' = \frac{LL'}{0,70}$$

$$LB' = 27,54 \text{ mm}$$

- Velocidade Básica de Infiltração

$$VBI = 18,2 \text{ cm/h}$$

- Características do aspersor

Ø bocais	4,5 x 5,5 mm
Pressão de Serviço (PS)	2,5 atm
Raio de alcance	15,0 m
Vazão	2,90 m ³ /h
Espaçamento	18 x 18 m
área irrigada por posição	324 m ²
Precipitação (Pa)	8,95 mm/h

- Tempo de irrigação por posição (TIP)

$$TIP = \frac{LB'}{Pa}$$

$$TIP = \frac{27,54}{8,95} = 3,08 \rightarrow 3 \text{ horas}$$

- Número Total de Posição do Lote (NTPL)

NTPL = 30 posições

- Número de Posições por dia (NPD)

$$NPD = \frac{12}{3,08} = 3,89 \approx 4$$

- Número de linhas de funcionamento simultâneo (NLF)

$$NLF = \frac{NTP}{NPD \cdot TRA}$$

$$NLF = \frac{30}{3,89 \cdot 4} = 1,93 \quad \text{adotou-se NLFA} = 02 \text{ linhas}$$

- Número de aspersores por linha de funcionamento (NA)

NA = 04

- Vazões de Dimensionamento

q_{la} = vazão na linha de funcionamento dos aspersores

$$q_{la} = 4 \times 2,90 \text{ m}^3/\text{h} = 11,6 \text{ m}^3/\text{h} = 3,22 \text{ l/s}$$

q_{lp} = vazão na linha principal

	1ª região	2ª região
q _{lp} (l/s)	6,44	3,22

000092

• Linha de Funcionamento dos aspersores

Q (l/s)	L (m)	\varnothing	V (m/s)	J (m/m)	F	HFLA (m)
3,22	63	3"	0,83	0,011	0,480	0,33

• Linha Principal

	Q (l/s)	L (m)	\varnothing	V (m/s)	J (m/m)	F	HFLP (m)
2º TRECHO	3,22	126	3"	0,83	0,011	1,0	1,39
1º TRECHO	6,44	135	4"	0,92	0,01	1,0	1,35
TOTAL							2,74

• Pressão necessária na Tomada do Lote (PN)

Desnível do terreno $N1 = 261 \times 0,01 = 2,61 \text{ m}$

Pressão de serviço do aspersor $PS = 25 \text{ mca}$

Altura de funcionamento do aspersor $ha = 1,50 \text{ m}$

$hfla = 0,33 \text{ m}$

$hflp = 2,74 \text{ m}$

$$PN = N1 + PS + ha + hfla + hflp$$

$$PN = 2,61 + 25,0 + 1,50 + 0,33 + 2,74 = 32,18 \text{ m}$$

• Dimensionamento do Conjunto Moto-bomba

cálculo da perda de carga

$$q = 6,44 \text{ l/s}$$

$$\varnothing 4"$$

000093

- Perda Distribuída (hfd)

$$h_{fd} = J (L_R + L_S)$$

$$h_{fd} = 0,01 (5,0 + 1,0) = 0,06 \text{ m}$$

- Perda Localizada (hfe)

$$h_{fe} = K \frac{V^2}{2g}$$

PEÇA	K
VPC	2,50
RC (2)	0,30
C 90°	0,40
RE	0,15
VR	2,50
RGA	0,20
MV	2,50
TOTAL	8,55

$$h_{fe} = 8,55 \times \frac{(0,92)^2}{2 \times 9,81}$$

$$h_{fe} = 0,37 \text{ m}$$

- Perda na sucção e Recalque (hf)

$$h_f = h_{fd} + h_{fe}$$

$$h_f = 0,43 \text{ m}$$

- Cálculo da altura manométrica (Hman)

$$H_{man} = PN - h_g + h_f$$

$$H_{man} = 32,18 + 1,0 + 0,43 = 33,61 \text{ m}$$



- Potência do Conjunto moto-bomba (W)

$$= \frac{QH_{man}}{75\mu}$$

$\eta = 75\%$

$$= \frac{6,44 \cdot 33,61}{75 \cdot 0,75} = 3,85CV$$

- Característica do Conjunto

$q = 23,18 \text{ m}^3/\text{h}$

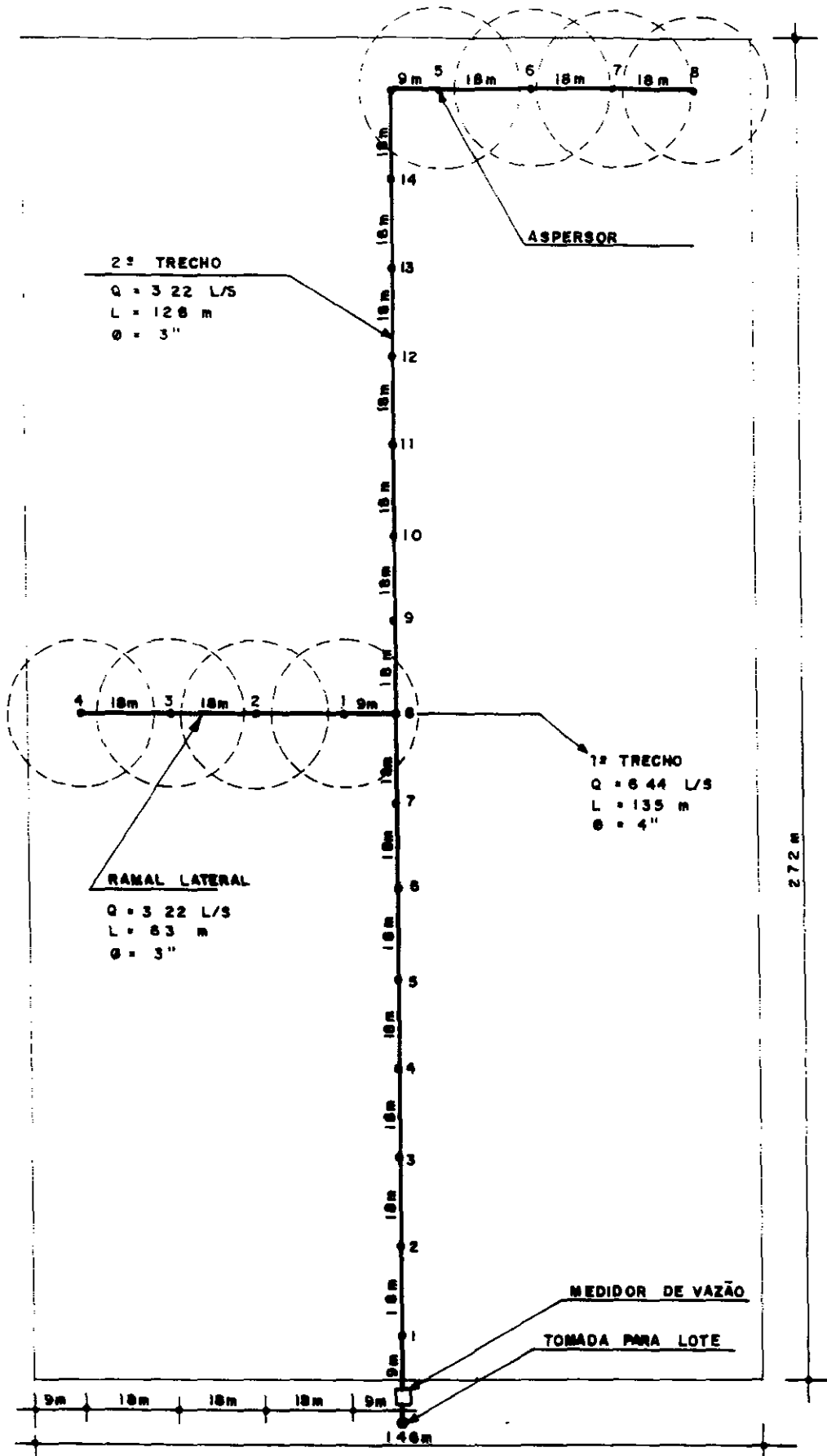
$H_{man} = 31,0 \text{ m}$

PT = 5 CV

rotor $\varnothing 151 \text{ mm}$ (C8 E8 - King)

3 500 rpm

000095



2º TRECHO
 Q = 3,22 L/S
 L = 128 m
 Ø = 3"

1º TRECHO
 Q = 6,44 L/S
 L = 135 m
 Ø = 4"

RAMAL LATERAL
 Q = 3,22 L/S
 L = 53 m
 Ø = 3"

272 m

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETÁRIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E SOCIAL DA BARRAGEM
 GANGORRA, NO MUNICÍPIO DE GRANJA - CE

LOTE TIPO -2 (ASPERSÃO)



COSENGE

CONSULTORIA E SERVIÇO DE ENGENHARIA LTDA.

DATA JAN / 95

ESC: 1 / 125

DESENHO 000096

LOTE TIPO 3 (Micro aspersão)

- Área (A)

$$A = 190 \times 210 \text{ m} = 3,99 \text{ ha}$$

- Eficiência de Irrigação (Ef)

$$Ef = 0,85$$

- Coeficiente de Uniformidade (CV)

$$CV = 0,95$$

- Uso Consuntivo (UC)

$$C = \frac{etp \cdot Kc}{\text{mes crítico}}, Kc = 0,7(\text{citros})$$

$$C = \frac{170 \cdot 0,7}{30} = 3,97 \text{ mm / dia}$$

- Lâmina a aplicar (h)

$$h = \frac{(CC - PM)}{10} \cdot \gamma_a \cdot AD \cdot PE$$

$$h = \frac{6,21}{10} \cdot 1,49 \cdot 0,40 \cdot 100$$

$$h = 37,01 \text{ mm}$$

- Lâmina efetiva de irrigação (hef)

$$hef = \frac{37,01 \cdot 50}{100}$$

$$hef = 18,5 \text{ mm}$$

- Lâmina efetiva bruta (h_B)

$$h_B = \frac{18,5}{0,85 \cdot 0,95} = 22,91mm$$

- Frequencia de Irrigação (F)

$$F = \frac{18,5}{3,97} = 4,66 \rightarrow \text{adotou-se: } F = 5 \text{ dias}$$

- Lâmina efetiva Corrigida (h'_{ef})

$$h'_{ef} = 5 \times 3,97 = 19,85 \text{ mm}$$

- Lâmina efetiva bruta corrigida (h'_B)

$$h'_B = \frac{19,85}{0,70} = 28,36mm$$

- Volume a aplicar por árvore (V_a)

espaçamento da cultura = 7 x 5 m

$$n^\circ \text{ de árvores/ha} = \frac{10000}{7 \times 5} = 286 \text{ árvores}$$

$$V_a = \frac{28,36 \cdot 10.000}{286} = 991,61 \text{ l/árvores}$$

$$\text{Para } f = 5 \text{ dias } \frac{V_a}{\text{dia}} = 198,32 \text{ l/árvore/dia}$$

- Seleção de emissor

$$AM = \frac{7 \cdot 5 \cdot 50}{100} = 17,5m^2$$

$$D = \sqrt{\frac{AM}{0,785}} = 4,72m$$

- Características do emissor

$$q = 18,54 H^{0,54}$$

$$CVF = 2,70\%$$

pressão de serviço = 15 mca

$$q = 80 \text{ l/h}$$

diâmetro de alcance = 4,8 m

- Tempo de irrigação (T_{irr})

$$T_{irr} = \frac{991,61}{80} = 12,4 \text{ horas}$$

Adotou-se tempo de operação diário (T_D) = 12,4 horas

- Taxa de aplicação

$$\frac{q \cdot T_{irr}}{AM} = \frac{80 \cdot 12,4}{17,5} = 56,69 \text{ l/m}^2$$

- Número de áreas unitárias

$$\frac{F \cdot T_D}{T_{irr}} = 5$$

A área do lote tipo 3 será dividida em 10 partes, irrigando-se duas, alternadamente, por dia

- Dimensionamento da linha lateral

$$Q = 0,88 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$$

Material = PE

Comprimento da lateral = 17,5 m

Número de microaspersores = 04

$$\text{Vazão na lateral} = 4 \times 80 \text{ l/h} = 32 \text{ l/h} = 0,32 \text{ m}^3/\text{h} = 5,33 \text{ l/min}$$



Comprimento teórico (L) = 17,5 + 0,3 x 4 = 18,90 m

Fator F = 0,486

Perda de carga admissível = 12% PS = 0,12 x 15 = 1,8 mca

Diâmetro (mm)	Diâmetro (polegadas)	Comprimento (m)	v (m/s)	h _f (m)
5,33	3/8"	7,63	0,74	0,7

• Dimensionamento da Linha de Derivação

Material = PVC

Comprimento (L) = 96,5 m

Número de laterais = 14 x 2 = 28 laterais

Vazão na linha de derivação = 28 x 0,32 = 8,96 m³/h

Fator F = 0,387 (Hazen-Williams - 14 saídas)

Perda de Carga Admissível = 10% PS = 0,10 x 15 = 1,5 m

$$\Delta H = \frac{FLJ}{100} = 1,0$$

Diâmetro (mm)	Diâmetro (polegadas)	Comprimento (m)	v (m/s)	h _f (m)
2,49	50	5,5	1,45	2,16

• Cálculo do coeficiente de uniformidade de aplicação de água (CV)

microaspesores $q = 18,54 h^{0,54}$

CVF = 2,7%

qmédia = $18,54 (15)^{0,54} = 80 \text{ l/h}$

qmínima = $18,54 (14,66)^{0,54} = 77,95 \text{ l/h}$

$$CV = 100 \left[1,0 - \frac{1,27 \cdot 0,027}{\sqrt{1}} \right] \frac{77,95}{80} = 95,4\% (94,1\%)$$



- Dimensionamento da linha mestre

material - PVC

q_{lm} = vazão na linha mestre

	Q (l/s)	L (m)	Ø (mm)	v (m/s)	J (m/m)	h _f (m)
1º TRECHO	4,98	100	75	1,28	0,026	2,6
2º TRECHO	2,49	80	50	1,45	0,055	4,4
TOTAL						7,0

- Dimensionamento do Conjunto Moto-bomba

Cálculo da perda de carga

$$q = 4,98 \text{ l/s}$$

$$\varnothing 3''$$

Perda Distribuída (h_{fd})

$$h_{fd} = J (L_R + L_S)$$

$$h_{fd} = 0,026 (5,0 + 1,0) = 0,16 \text{ m}$$

Perda Localizada (h_{fe})

$$h_{fe} = K \frac{V^2}{2g}$$

PEÇA	K
VPC	2,50
RC (2)	0,30
C 90°	0,40
RE	0,15
VR	2,50
RGA	0,20
MV	2,50
TOTAL	8,55

Pressão necessária na entrada do módulo (PN)

Declividade do terreno ao longo do ramal = 1%

Desnível N1 = $180,00 \times 0,01 = 1,80$ m

Altura de funcionamento do microaspersor: hma = 0,25 m

Pressão de serviço do microaspersor. PS = 15 mca

hfee = 0,7 m

hfed = 2,16 m

hfem = 7,0 m

$PN = n1 + hma + PS + hfee + hfed + hfem$

$PN = 1,80 + 0,25 + + 15 + 0,7 + 2,16 + 7,0$

$PN = 26,91$ m

Perda de Sucção e Recalque (hf)

$hf = hfd + hfe$

$hf = 0,87$ m

Cálculo da Altura Manométrica (Hman)

$Hman = PN + hg + hf$

$Hman = 26,91 + 1,0 + 0,87$

$Hman = 28,78$ m

Potência do Conjunto Manométrico (W)

$$= \frac{QH_{man}}{75m}$$

n = 75%

$$= \frac{4,98 \cdot 28,78}{75 \cdot 0,75} = 2,55CV$$

Característica do Conjunto

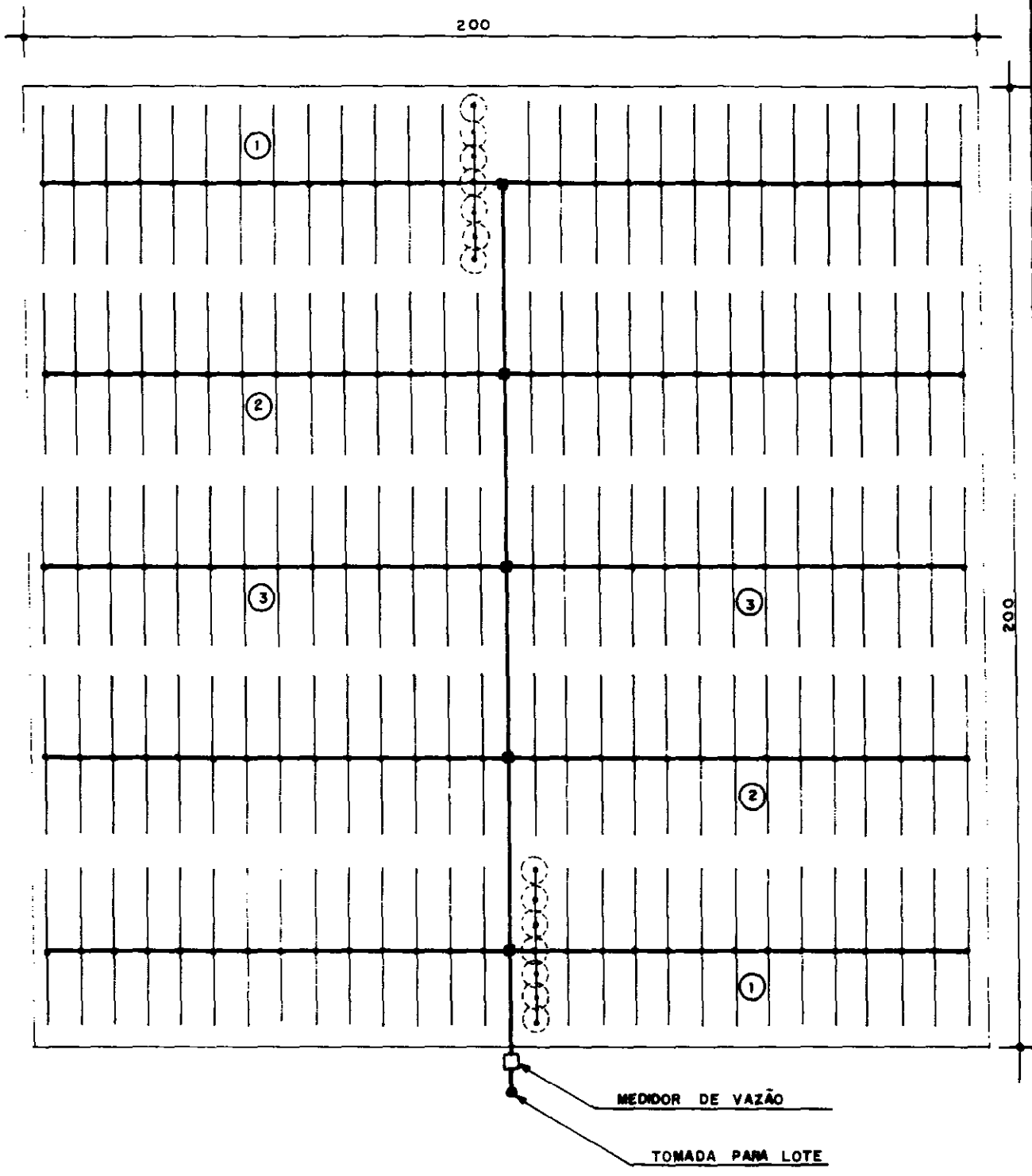
q = 17,93 m³/h

H_{man} = 28,78 m

PT = 3 CV

rotor Ø 125 mm (C8 R7)

3 500 rpm



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETÁRIA DOS RECURSOS HÍDRICOS -SRH
 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E SOCIAL DA BARRAGEM
 GANGORRA, NO MUNICÍPIO DE GRANJA - CE
LOTE TIPO -3 (MICROASPERSÃO)
 DATA JAN / 95 ESC 1 / 125 DESEN 000104

5.9. DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

O presente estudo tem por objetivo a definição e o dimensionamento dos equipamentos elétricos das estações de bombeamento principal, bem como das tomadas parcelares

CAPTAÇÃO: À margem do açude a ser construído no riacho GANGORRA, será prevista a instalação de subestação para fornecimento de energia aos motores das EB-1 e EB-2, montados em flutuadores

CARGA INSTALADA: A carga instalada prevista será de 02 (dois) motores, já determinados pelo projeto hidráulico, sendo 01 (um) de 175 CV para EB-1 e um de 40 CV para EB-2

CARACTERÍSTICAS NOMINAIS

Potência	175 CV	40 CV
Tensão	380 V	380 V
Corrente	245 A	60 A
Fator de potência	0,89	0,8
Rendimento	0,91	0,9

SUBESTAÇÃO DA CAPTAÇÃO: EB-1 e EB-2

– Potência

$$P_{SE} = \frac{175 \cdot 0,736}{0,89 \cdot 0,91} \cdot 0,87 + \frac{40 \cdot 0,736}{0,8 \cdot 0,9} \cdot 0,85$$

$$P_{SE} = 139,89 + 34,75 = 174,64 \text{ kVA}$$

Será instalada uma subestação tipo torre de 225 kVA - 13.800/380/220 V.



– Condutores Secundários

$$I_s = \frac{225}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 341,8A$$

S'fase - 3 x 240 mm² (1 condutor p/fase - 750 - PVC)

Sneutro - 1 x 120 mm² (1 condutor p/neutro - 750 - PVC)

– Proteção Primária

$$I_p = \frac{225}{\sqrt{3} \cdot 13,8} = 9,4A$$

Será utilizada chave fusível - 15 kV - 10 kA - 100 A com elo fusível de 10 A (10 k).

– Proteção Secundária:

$$I_s = \frac{225}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 341,8A$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V 20 kA - 400 A.

– Subestação de Recalque - EB-3:

Situada próxima ao reservatório R2 da mancha Tabuleiro, a carga instalada prevista será de um motor de 30 CV

– Características Nominais

Motor: 30 CV

Tensão: 380 V

Corrente: 45 A

Fator de potência 0,85

Rendimento: 0,83

- Potência de Subestação

$$P_{SE} = \frac{30 \cdot 0,736 \cdot 0,85}{0,85 \cdot 0,83} = 26,60 \text{ kVA}$$

Será instalada numa subestação tipo poste de 30 kVA - 13800/380/220 V

- Condutores Secundários

$$I_s = \frac{30}{\sqrt{3} + 0,38} = 45,6 \text{ A}$$

S'fase - 3 x 16 mm² (1 condutor p/fase - 750 - PVC)

Sneuro - 1 x 16 mm² (1 condutor p/neuro - 750 - PVC)

- Proteção Primária.

$$I_p = \frac{30}{\sqrt{3} + 13,8} \cdot 1,5 = 1,88 \text{ A}$$

Será utilizada chave-fusível - 15 kV - 5kA - 100 A com elo fusível de 2 A (2k).

- Proteção Secundária:

$$I_s = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 45,6 \text{ A}$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V 5 kA - 60 A

Subestações das Manchas Tabuleiro e Mocambo:

As subestações transformadoras que fornecerão energia às tomadas individuais de água para cada lote projetado nas manchas Tabuleiro e Mocambo estarão localizadas tão próximo da carga (motores) quanto possível. Como os motores das tomadas d'água estão distribuídos ao longo dos canais principais e secundário, a locação das subestações será orientada para o centro de carga de cada conjunto de motores, determinado no projeto dos loteamentos das manchas Tabuleiros e Mocambo

A Mancha Tabuleiro foi projetada para cada lote num motor de potência unitária de 3 CV, assim a carga instalada total prevista será de 145 kVA. Um quadro de potência instalada abaixo, mostra a distribuição de carga por subestação e motores (ver Quadro N° 1).



MANCHA TABULEIRO - N° 1

POTÊNCIA INSTALADA			
SUBESTAÇÃO	LOTES N°	POTÊNCIA TOTAL MOTORES (CV)	POTÊNCIA SUBESTAÇÃO (KVA)
1	1, 9, 17, 18, 25	15	15
2	2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13	24	30
3	6, 7, 8, 14, 15, 16, 23, 24	24	30
4	19, 20, 26, 27, 29	15	15
5	21, 22, 28	9	10
6	30, 31, 32, 33, 37, 38, 39	21	30
7	34, 35, 36, 40, 41, 42	18	15
TOTAL		126	145

De maneira análoga Mancha Mocambo foram projetados lotes de modo que: um motor de 7,5 CV será previsto para o lote de maior comprimento e um motor de 5 CV para o lote de menor comprimento. A carga total instalada prevista será de 390 kVA.

Um quadro de potência instalada a seguir, mostra a distribuição de carga por subestação e motores (ver quadro n° 2).



MANCHA MOCAMBO Nº 2

POTÊNCIA INSTALADA			
SUBESTAÇÃO	LOTES Nº	POTÊNCIA TOTAL MOTORES (CV)	POTÊNCIA SUBESTAÇÃO (KVA)
1	1, 2, 3, 4, 5, 6	37,5	30
2	7, 8	15	15
3	9, 10, 11, 12	30	30
4	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22	75	75
5	26, 27, 28, 33	27,5	30
6	25, 29, 30, 31, 32	35	30
7	23, 24, 34, 35, 36	30	30
8	37, 38, 39, 40, 41, 42	42,5	45
9	43, 44, 45, 47, 48, 49	40	45
10	46, 50, 51	20	15
11	52, 53, 54	20	15
12	55, 56, 57, 58	1827,5	30
TOTAL		400	390

O quadro Nº 3 apresenta o resumo do total da carga instalada em todo o projeto, incluindo-se as de captação e bombeamento

QUADRO RESUMO Nº 3

TIPO SUBESTAÇÃO (KVA)	QUANTIDADE	TOTAL (KVA)
POSTE - 10	01	10
POSTE - 15	06	90
POSTE - 30	10	300
POSTE - 45	02	90
POSTE - 75	01	75
TORRE 225	01	225
TOTAL	21	790

Potência das Subestações

Mancha Tabuleiro

Subestação N° 1

$$P_{SE} = \frac{5 \cdot 3 \cdot 0,736}{0,81 \cdot 0,84} \cdot 0,83 = 13,46 kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 15 kVA - 13 800/380/220 V.

- Condutores Secundários.

$$I_s = \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 22,8 A$$

S'fase - 3 x 10 mm² (1 condutor p/fase - 750 - PVC)

Sneuro - 1 x 10 mm² (1 condutor p/neutro - 750 - PVC)

- Proteção Primária:

$$I_p = \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 13,8} \cdot 1,5 = 0,94$$

Será utilizada chave fusível - 15 kV-5 kA - 100 A com elo fusível de 1A (1H)

- Proteção Secundária

$$I_s = \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 22,8 A$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V 10 kA - 30 A.

SUBESTAÇÃO N° 2

$$P_{SE} = \frac{8 \cdot 3 \cdot 0,736}{0,81 \cdot 0,84} \cdot 0,83 = 21,54 kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 30 kVA - 13.800/380/220 V

UUU110

- Condutores Secundários

$$I_s = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 45,6 A$$

S'fase - 3 x 16 mm² (1 condutor p/fase - 750 - PVC)

Sneutro - 1 x 16 mm² (1 condutor p/neutro - 750 - PVC)

- Proteção Primária.

$$I_p = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 13,8} \cdot 1,5 = 1,88 A$$

Será instalado chave-fusível - 15 kV-5 kA - 100 A com elo fusível de 2 A (2H)

- Proteção Secundária

$$I_s = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 45,6 A$$

Será utilizado um disjuntor geral trifásico de 380 V 5 kA - 60 A

- SUBESTAÇÃO Nº 3

Cálculos análogos aos da subestação Nº 2

- SUBESTAÇÃO Nº 4.

Cálculos análogos aos da subestação Nº 1

SUBESTAÇÃO Nº 5

$$P_{SE} = \frac{3 \cdot 3 \cdot 0,736}{0,81 \cdot 0,84} \cdot 0,83 = 8,08 kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 10 kVA - 13 800/380/220 V

– Condutores Secundários

$$I_s = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 15,2 A$$

S'fase = 3 x 4 mm² (1 condutor p/fase - 750 - PVC)

Sneutro = 1 x 4 mm² (1 condutor p/neutro - 750 - PVC)

– Proteção Primária

$$I_p = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 13,8} \cdot 1,5 = 0,62 A$$

Será utilizada chave-fusível - 15 kV-5 kA - 50 A com elo fusível de 0,6 A (2H)

– Proteção Secundária

$$I_s = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 15,2 A$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V 5 kA - 15 A

SUBESTAÇÃO N° 6

$$P_{SE} = \frac{7 \cdot 3 \cdot 0,736}{0,81 \cdot 0,84} \cdot 0,83 = 18,85 kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 30 kVA - 13.800/380/220 V

– Condutores Secundários

Cálculos análogos ao da subestação N° 2

– Proteção Primária

Cálculos análogos ao da subestação N° 2

- Proteção Secundária

Cálculos análogos ao da subestação N° 2

SUBESTAÇÃO N° 7

$$P_{SE} = \frac{6 \cdot 3 \cdot 0,736}{0,81 \cdot 0,84} \cdot 0,83 = 16,16kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 15 kVA - 13 800/380/220 V

- Condutores Secundários

Cálculos análogos ao da subestação N° 1

- Proteção Primária

Cálculos análogos ao da subestação N° 1

- Proteção Secundária:

Cálculos análogos ao da subestação N° 1

MANCHA MOCAMBO

SUBESTAÇÃO N° 1 (Lotes 1, 2, 3, 4, 5)

$$P_{SE} = \frac{3 \cdot 7,5 \cdot 0,736}{0,83 \cdot 0,88} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 0,736}{0,82 \cdot 0,85} \cdot 0,83 = 31,96kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 30 kVA - 13.800/380/220 V.

- Condutores Secundários

$$I_s = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 45,6A$$

Sfase - 3 x 16 mm² (1 condutor p/fase - 750 - PVC)

Sneuro - 1 x 16 mm² (1 condutor p/neuro - 750 - PVC)

000113

– Proteção Primária

$$I_p = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 13,8} \cdot 1,5 = 1,88 A$$

Será utilizada chave fusível - 15 kV-5 kA - 100 A com elo fusível de 2A (2H).

– Proteção Secundária

$$I_s = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 45,6 A$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V 5 kA - 60 A

SUBESTAÇÃO Nº 2

$$P_{SE} = \frac{2 \cdot 7,5 \cdot 0,736}{0,83 \cdot 0,88} \cdot 0,83 = 12,54 kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 15 kVA - 13.800/380/220 V

– Condutores Secundários:

$$I_s = \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 22,8 A$$

Sfase - 3 x 10 mm² (1 condutor p/fase - 750 - PVC)

Sneutro - 1 x 10 mm² (1 condutor p/neutro - 750 - PVC)

– Proteção Primária

$$I_p = \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 13,8} \cdot 1,5 = 0,94 A$$

Será utilizada chave fusível - 15 kV-5 kA - 100 A com elo fusível de 1A (1H)

- Proteção Secundária

$$I_s = \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 22,8A$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V 10 kA - 30 A

SUBESTAÇÃO N° 3

$$P_{SE} = \frac{4 \cdot 7,5 \cdot 0,736}{0,83 \cdot 0,88} \cdot 0,83 = 25,09kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 30 kVA - 13.800/380/220 V

- Condutores Secundários

Cálculos análogos ao da subestação N° 1

- Proteção Primária

Cálculos análogos ao da subestação N° 1

- Proteção Secundária

Cálculos análogos ao da subestação N° 1

SUBESTAÇÃO N° 4. (Lotes: 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22)

$$P_{SE} = \frac{10 \cdot 7,5 \cdot 0,736}{0,83 \cdot 0,88} \cdot 0,83 = 62,72kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 75 kVA - 13.800/380/220 V

- Condutores Secundários:

$$I_s = \frac{75}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 114A$$

Sfase - 3 x 50 mm² (1 condutor p/fase - 750 - PVC)

Sneutro - 1 x 25 mm² (1 condutor neutro - 750 - PVC)

– Proteção Primária

$$I_p = \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 13,8} \cdot 1,5 = 4,7 A$$

Será utilizada chave fusível - 15 kV-5 kA - 100 A com elo fusível de 5A (5H)

– Proteção Secundária

$$I_s = \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 114 A$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V 10 kA - 150 A

SUBESTAÇÃO Nº 1 (Lotes 26, 27, 28, 33)

$$P_{SE} = \frac{3 \cdot 7,5 \cdot 0,736}{0,83 \cdot 0,88} + \frac{5 \cdot 0,736}{0,82 \cdot 0,85} \cdot 0,83 = 23,19 kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 30 kVA - 13.800/380/220 V

– Condutores Secundários

Cálculos análogos ao da subestação Nº 1

– Proteção Primária

Cálculos análogos ao da subestação Nº 1.

– Proteção Secundária

Cálculos análogos ao da subestação Nº 1

SUBESTAÇÃO Nº 6. (Lotes 25, 29, 30, 31, 32)

$$P_{SE} = \frac{4 \cdot 7,5 \cdot 0,736}{0,83 \cdot 0,88} + \frac{5 \cdot 0,736}{0,82 \cdot 0,85} \cdot 0,83 = 29,47 kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 30 kVA - 13.800/380/220 V



- Condutores Secundários

Cálculos análogos ao da subestação N° 1

- Proteção Primária.

Cálculos análogos ao da subestação N° 1.

- Proteção Secundária:

Cálculos análogos ao da subestação N° 1

SUBESTAÇÃO N° 7 (Lotes: 23, 24, 34, 35, 36)

$$P_{SE} = \left(\frac{2 \cdot 7,5 \cdot 0,736}{0,83 \cdot 0,88} + \frac{3 \cdot 5 \cdot 0,736}{0,82 \cdot 0,85} \right) \cdot 0,83 = 25,68 \text{ kVA}$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 30 kVA - 13.800/380/220 V.

- Condutores Secundários:

Cálculos análogos ao da subestação N° 1.

- Proteção Primária

Cálculos análogos ao da subestação N° 1

- Proteção Secundária:

Cálculos análogos ao da subestação N° 1

SUBESTAÇÃO N° 8: (Lotes: 37, 38, 39, 40, 41, 42)

$$P_{SE} = \left(\frac{5 \cdot 7,5 \cdot 0,736}{0,83 \cdot 0,88} + \frac{5 \cdot 0,736}{0,82 \cdot 0,85} \right) \cdot 0,83 = 35,74 \text{ kVA}$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 45 kVA - 13.800/380/220 V

000117

– Condutores Secundários

$$I_s = \frac{45}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 68,3A$$

Sfase = 3 x 25 mm² (1 condutor p/fase - 750 - PVC)

Sneuro = 1 x 16 mm² (1 condutor neutro - 750 - PVC)

– Proteção Primária

$$I_p = \frac{45}{\sqrt{3} \cdot 13,8} \cdot 1,5 = 2,82A$$

Será utilizada chave fusível - 15 kV-5 kA - 100 A com elo fusível de 3A (3H)

– Proteção Secundária

$$I_s = \frac{45}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 68,3A$$

Será utilizado disjuntor geral trifásico de 380 V 10 kA - 100 A

SUBESTAÇÃO Nº 9 (Lotes 43, 44, 45, 47, 48, 49)

$$P_{SE} = \left(\frac{4 \cdot 7,5 \cdot 0,736}{0,83 \cdot 0,88} + \frac{2 \cdot 5 \cdot 0,736}{0,82 \cdot 0,85} \right) \cdot 0,83 = 33,85kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 45 kVA - 13.800/380/220 V

– Condutores Secundários

Cálculos análogos ao da subestação Nº 8

– Proteção Primária

Cálculos análogos ao da subestação Nº 8

– Proteção Secundária

Cálculos análogos ao da subestação N° 8

SUBESTAÇÃO N° 10. (Lotes. 46, 50, 51)

$$P_{SE} = \left(\frac{2 \cdot 7,5 \cdot 0,736}{0,83 \cdot 0,88} + \frac{5 \cdot 0,736}{0,82 \cdot 0,85} \right) \cdot 0,83 = 16,92kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 15 kVA - 13.800/380/220 V

– Condutores Secundários

Cálculos análogos ao da subestação N° 2

– Proteção Primária

Cálculos análogos ao da subestação N° 2.

– Proteção Secundária:

Cálculos análogos ao da subestação N° 2.

SUBESTAÇÃO N° 10 (Lotes: 52, 53, 54)

$$P_{SE} = \left(\frac{2 \cdot 7,5 \cdot 0,736}{0,83 \cdot 0,88} + \frac{5 \cdot 0,736}{0,82 \cdot 0,85} \right) \cdot 0,83 = 16,92kVA$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 15 kVA - 13 800/380/220 V

– Condutores Secundários:

Cálculos análogos ao da subestação N° 2

– Proteção Primária

Cálculos análogos ao da subestação N° 2

– Proteção Secundária

Cálculos análogos ao da subestação N° 2

SUBESTAÇÃO N° 12 (Lotes: 55, 56, 57, 58)

$$P_{SE} = \left(\frac{3 \cdot 7,5 \cdot 0,736}{0,83 \cdot 0,88} + \frac{5 \cdot 0,736}{0,82 \cdot 0,85} \right) \cdot 0,83 = 23,19 \text{ kVA}$$

Será instalada uma subestação tipo poste de 30 kVA - 13.800/380/220 V

– Condutores Secundários.

Cálculos análogos ao da subestação N° 5

– Proteção Primária

Cálculos análogos ao da subestação N° 5

– Proteção Secundária

Cálculos análogos ao da subestação N° 5

MOTORES ELÉTRICOS Dimensionamento

Os motores abaixo dimensionados serão trifásicos na tensão de 380 V Na Mancha Tabuleiro o motor padrão será de 3 CV por lote e na Mancha Mocambo os motores serão de 5 e 7,5 CV, conforme dimensão do lote

Para o motor 3 CV:

- Corrente nominal 5,2 A
- Partida Chave automática partida direta
- Condutores Sfase: 3 x 1,5 mm² (1 condutor p/fase - 750 V)
Sprotesão 1 x 1,5 mm² (1 condutor cobre nú)
- Proteção: Curto circuito. Fusível tipo DIAZED - 16 A - 500 V
Sobre carga Relé bimetálico de sobrecarga faixa de regulagem 4 - 6,3 A,
ajuste: 5,0 A
Falta de fase Relé falta de fase 380 V

Para o motor 5 CV

- Corrente nominal: 8,7 A
- Partida: Chave automática partida direta.
- Condutores Sfase. 3 x 2,5 mm² (1 condutor p/fase - 750 V)
Sprotesão 1 x 2,5 mm² (1 condutor cobre nú)
- Proteção. Curto circuito: Fusível tipo DIAZED - 20 A - 500 V
Sobre carga: Relé bimetálico de sobrecarga faixa de regulagem: 6,3 - 10 A,
ajuste: 9,0 A
Falta de fase Relé falta de fase 380 V

000121

Para o motor 7,5 CV

- Corrente nominal 12 A
- Partida Chave automática partida direta.
- Condutores Sfase: 3 x 2,5 mm² (1 condutor p/fase - 750 V)
Sprotesão 1 x 2,5 mm² (1 condutor cobre nú)
- Proteção Curto circuito Fusível tipo DIAZED - 25 A - 500 V
Sobre carga. Relé bimetálico de sobrecarga. faixa de regulagem. 8 a 12,5 A,
ajuste. 12,0 A
Falta de fase: Relé falta de fase 380 V

Nas estações de bombeamento e captação os motores projetados são: para EB-3 motor de 30 CV para EB-2 motor de 40 CV e para EB-1 motor de 175 CV.

Para o motor 30 CV Corrente nominal. 45 A

- Partida Chave automática auto compensadora
- Condutores Sfase: 3 x 16 mm² (1 condutor p/fase - 750 V)
Sprotesão. 1 x 16 mm² (1 condutor cobre nú).
- Proteção. Curto circuito Fusível tipo NH - 63 A - 500 V
Sobre carga. Relé bimetálico de sobrecarga: faixa de regulagem: 32 a 50 A,
ajuste: 45 A
Falta de fase Relé falta de fase 380 V

Para o motor 40 CV Corrente nominal 60 A

- Partida: Chave automática auto compensadora
- Condutores Sfase 3 x 32 mm² (1 condutor p/fase - 750 V)
Sprotesão 1 x 16 mm² (1 condutor cobre nú).
- Proteção: Curto circuito Fusível tipo NH - 100 A - 500 V
Sobre carga: Relé bimetálico de sobrecarga faixa de regulagem 50 a 63 A, ajuste: 60 A
Falta de fase Relé falta de fase 380 V

Para o motor 175 CV Corrente nominal. 250 A

- Partida: Chave automática auto compensadora
- Condutores Sfase 3 x 150 mm² (1 condutor p/fase - 750 V)
Sprotesão 1 x 75 mm² (1 condutor cobre nú).
- Proteção: Curto circuito: Fusível tipo NH - 315 A - 500 V
Sobre carga Relé bimetálico de sobrecarga: faixa de regulagem 208 a 320 A, ajuste 250 A
Falta de fase Relé falta de fase 380 V