

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

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

PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS
DE CARIÚS E JUCÁS

TOMO V

RELATÓRIO DOS PROJETOS EXECUTIVOS DAS
ADUTORAS

VOLUME 1 RELATÓRIO GERAL E MEMORIAL DE
CÁLCULO

AGUASOLOS
CONSULTORIA DE ENGENHARIA LTDA

FORTALEZA- CE
DEZEMBRO 1997

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

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

PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO E APROVEITAMENTO DA BARRAGEM MUQUÉM

TOMO IV

PROJETO EXECUTIVO DAS ADUTORAS

DE CARIÚS E J

Lote. 01646 - Proj (X) Scan () Index ()

Projeto Nº 182/04/01/A

Volume 1

Qtd A4 _____ Qtd A3 _____

Qtd A2 _____ Qtd A1 _____

VOLUME 1

Qtd A0 _____ Outros _____

RELATÓRIO GERAL E
MEMORIAL DE CÁLCULO



0182/04/01/A

FORTALEZA
JUNHO/97

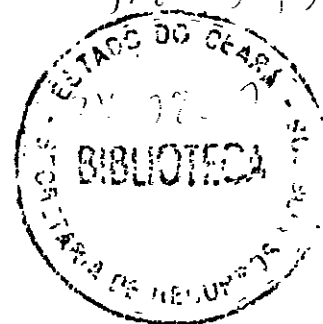
**PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO
E APROVEITAMENTO DA BARRAGEM
MUQUÉM**

TOMO IV

**PROJETO EXECUTIVO DAS
ADUTORAS DE CARIÚS E JUCÁS**

VOLUME 1

**RELATÓRIO GERAL
E
MEMORIAL DE CÁLCULO**



**FORTALEZA
JUNHO / 97**

SUMÁRIO

1- APRESENTAÇÃO	4
2- INTRODUÇÃO	6
1 1 - INFORMAÇÕES GERAIS	6
1 2 - PARÂMETROS BÁSICOS DO PROJETO	8
1 3 - CONCEPÇÃO DO SISTEMA .	12
2 - MEMÓRIA DESCRITIVA	15
2 1 - CAPTAÇÃO . .	15
2 2 - ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	16
2 3 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO	16
2 4 - RESERVATÓRIO DE REUNIÃO	18
2 5 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA	18
2 6 - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA	18
2 7 - RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO	19
2 8 - SISTEMA ELÉTRICO	20
2 9 - CADASTRO	20
3 - MEMORIAL DE CÁLCULO	22
3 1- CAPTAÇÃO / ADUÇÃO DE AGUA BRUTA	22
3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO	29
3 3 - VOLUME DO RESERVATÓRIO DE REUNIÃO	30
3 4 - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA	31
3 5 - SISTEMA ELÉTRICO	49

APRESENTAÇÃO

000005

APRESENTAÇÃO

A documentação aqui apresentada compreende o Relatório Final do Projeto Executivo das Adutoras de Cariús e Jucás, desenvolvido nos Termos do Contrato nº 025/96/PROURB/CE/COGERH, firmado entre AGUASOLOS - Consultora de Engenharia Ltda e a SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos

O projeto das Adutoras de Cariús e Jucás se insere no contexto do Projeto de Desenvolvimento Urbano do Estado do Ceará - PROURB, em fase de implantação pelo Governo do Estado do Ceará em parceria com o Banco Mundial.

A presente fase do Projeto Executivo das Adutoras constitui o desenvolvimento dos Estudos de Concepção, aprovados pela COGERH e consolida as informações e levantamentos procedidos nos Estudos Básicos e de Alternativas de Traçado. A principal fonte hídrica do projeto é o açude MUQUÉM, com capacidade de acumulação de 47 643.406,00 m³, que será construído na localidade de Pedra Branca no município de Cariús

O projeto foi elaborado de forma a atender os requisitos contidos nos Termos de Referência do Edital da Carta Convite Nº 15/PROURB-CE/COGERH/96, bem como as normas pertinentes para sistemas de abastecimento de água e se compõe dos seguintes documentos

- Volume 1 - Relatório Geral e Memorial de Cálculo,
- Volume 2 - Quantitativos e Orçamento,
- Volume 3 - Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento,
- Volume 4 - Plantas

1 - INTRODUÇÃO

090007

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

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

O acesso ao local se faz, partindo de Fortaleza, pela rodovia BR-116 até a cidade de Icó, de onde tomando-se a rodovia CE-153 chega-se à cidade de Iguatú, e em seguida a CE-375 até a sede do município de Cariús. Outro acesso é seguir pela BR-116 até o entroncamento com a rodovia CE-122, conhecida como Estrada do Algodão, na localidade denominada Triângulo, de onde seguindo-se pela CE-122 se atinge Jucás e a partir desta num percurso de aproximadamente 4,0 km, por estrada pavimentada com asfalto, chega-se a Cariús.

A principal fonte d'água do projeto será o açude Muquém que será construído na localidade Pedra Branca, no boqueirão 'Muquém', no município de Cariús. Sua capacidade de acumulação é de 47.643.406,00 m³, devendo regularizar uma vazão de 0,34 m³/s, suficiente para suprimento do projeto no final do plano.

A captação de água se dará a partir de um poço Amazonas que ficará situado próximo à cidade de Cariús e distante, aproximadamente, 10 km a jusante da barragem. O potencial do poço foi estabelecido em função do aporte de água que será fornecido pelo açude Muquém.

A Figura 1 enfoca a situação e a localização do projeto no contexto municipal e estadual.

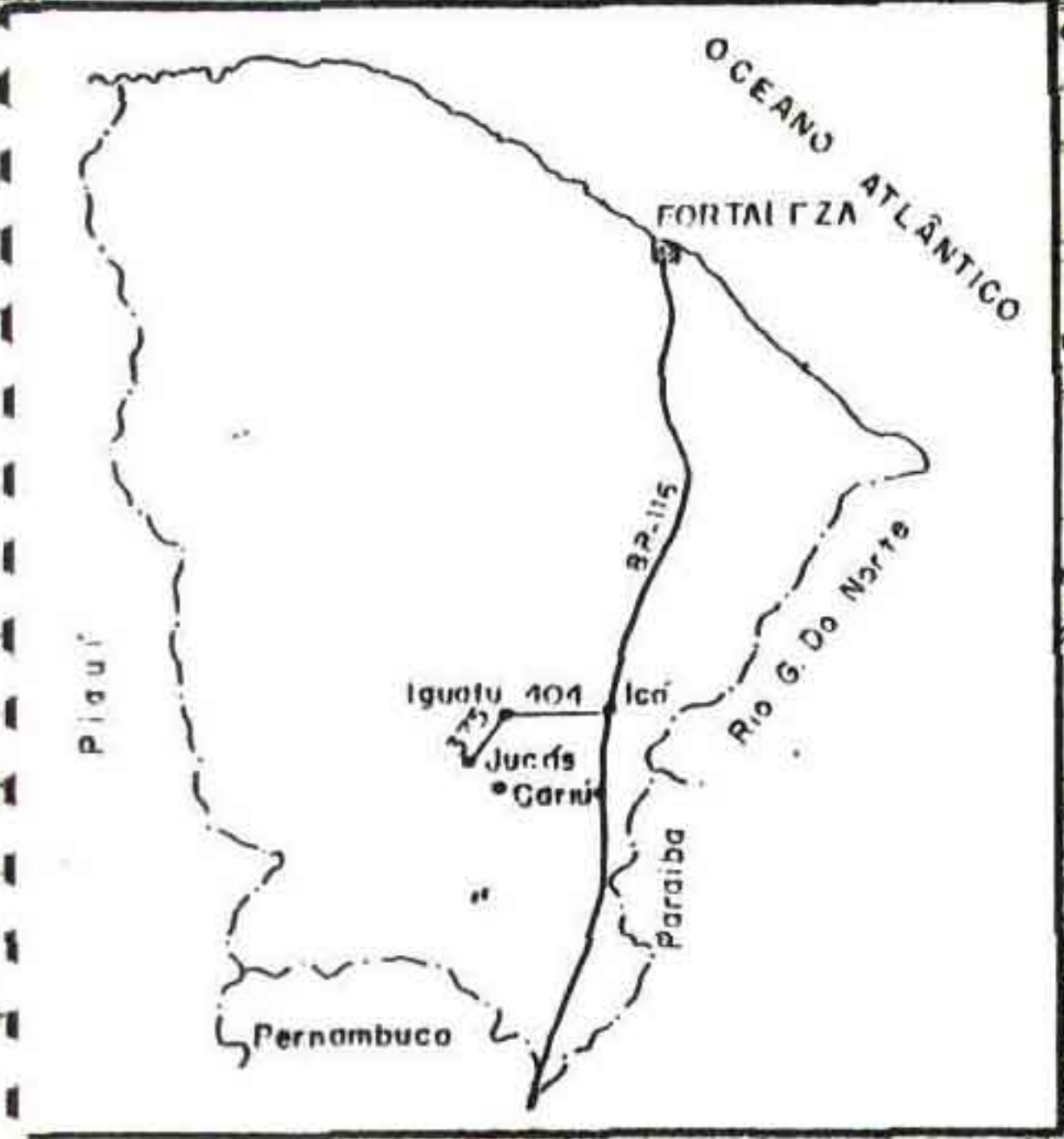
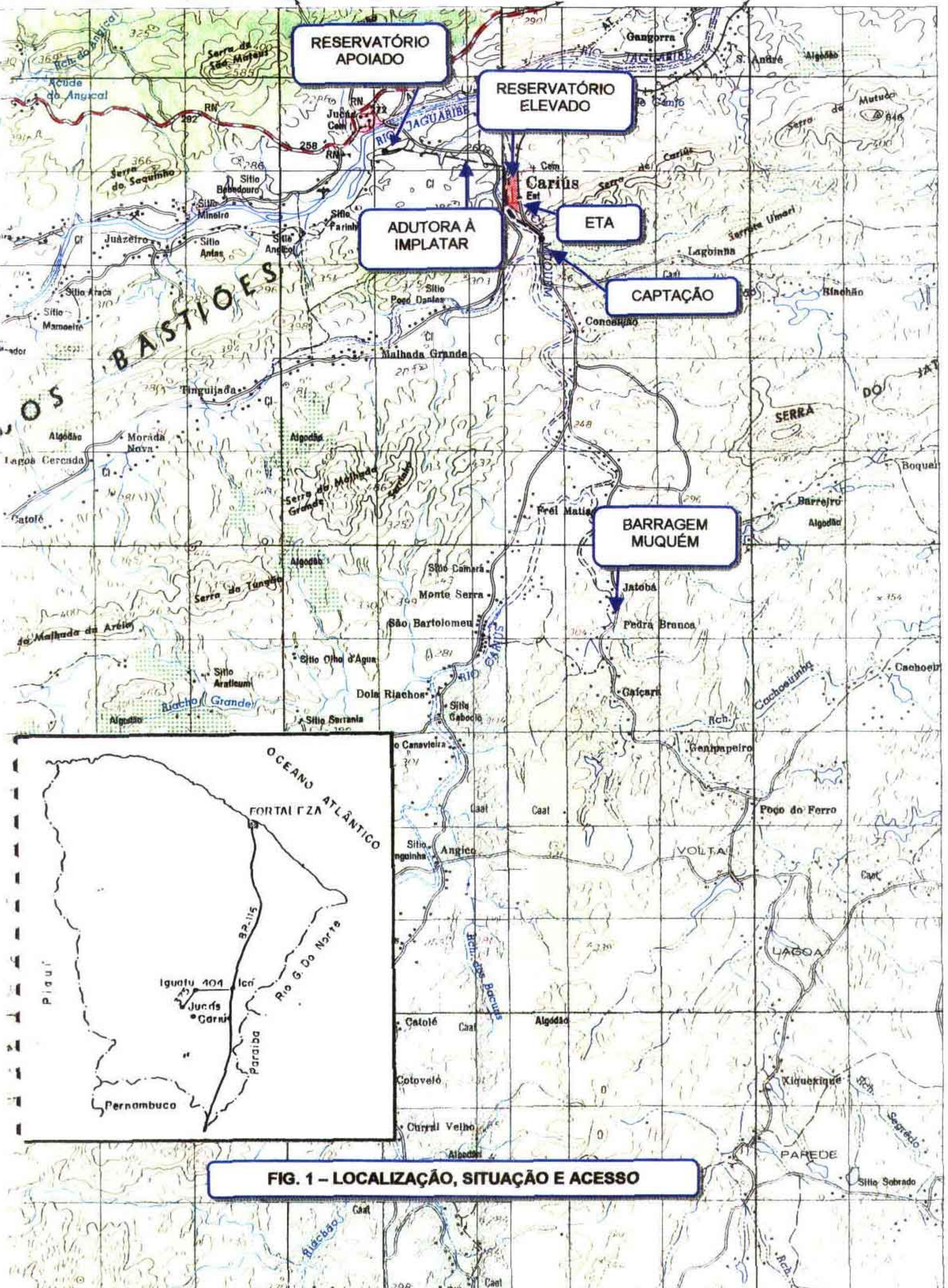


FIG. 1 - LOCALIZAÇÃO, SITUAÇÃO E ACESSO

1.2 - PARÂMETROS BÁSICOS DO PROJETO

Os elementos que subsidiaram o presente estudo são os seguintes

- População em 1996 das sedes dos municípios
 - Carus 3 589 hab
 - Jucás 6 280 hab
- População das sedes dos municípios no horizonte do projeto (ano 2 016)
 - Carus 5 881 hab
 - Jucas 11 342 hab
- Consumo "Per capita"(q) 150 l/hab/dia
- Coeficientes de variação de consumo
 - K₁ (coef do dia de maior consumo) 1,2
 - K₂ (coef da hora de maior consumo) 1,5
- Índice de atendimento
Foi adotado o índice de 100% constante ao longo de todo o período do projeto
- Alcance do Projeto 1996/2 016
- Volume de reservação
Considerou-se que o volume de reservação corresponda a aproximadamente 1/3 do volume a ser distribuído no dia de maior consumo
- Consumo de água na ETA
Considerou-se que a vazão destinada ao consumo nas unidades de tratamento seja de 5% da vazão produzida

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

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

- Demanda media (Q)

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

P = População do Projeto

q = Consumo per capita

- Demanda Máxima Diária (Q_1)

$$Q_1 = K_1 \times Q$$

- Demanda Máxima Horária (Q_2)

$$Q_2 = K_2 \times Q_1$$

QUADRO 1 - EVOLUÇÃO DA DEMANDA - CARIÚS

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (HAB)	DEMANDA MÉDIA		DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA l/s	DEMANDA MÁXIMA HORÁRIA l/s
		m³ / ANO	l/s		
1996	3,589	196,497 75	6 23	7 48	11 22
1997	3,678	201,370.50	6 39	7 67	11 50
1998	3,770	206,407 50	6 55	7 86	11 79
1999	3,865	211,608 75	6 71	8 05	12 08
2000	3,961	216,864 75	6 88	8 26	12 39
2001	4,060	222,285 00	7 05	8 46	12 69
2002	4,162	227,869 50	7 23	8 68	13 02
2003	4,266	233,563 50	7 41	8 89	13 34
2004	4,373	239,421 75	7 59	9 81	13 67
2005	4,482	245,389 50	7 78	9 34	14 01
2006	4,594	251,521 50	7 98	9 58	14 37
2007	4,709	257,817 75	8 18	9 82	14 73
2008	4,826	264,223 50	8 38	10 06	15 09
2009	4,947	270,848 25	82 59	10 31	15 47
2010	5,071	277,637 25	8 80	10 56	15 84
2011	5,198	284,590 50	9 02	10 82	16 23
2012	5,326	291,598 50	9 25	11 10	16 65
2013	5,461	298,989 75	9 48	11 38	17 07
2014	5,597	306,435 75	9 72	11 66	17 49
2015	5,737	314,100 75	9 96	11 95	17 93
2016	5,881	321,984 75	10 21	12 25	18 38

QUADRO 2 - EVOLUÇÃO DA DEMANDA - JUCÁS

ANOS DO PROJETO	POPULAÇÃO ATENDIDA (HAB)	DEMANDA MÉDIA		DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA l/s	DEMANDA MÁXIMA HORÁRIA l/s
		m³ / ANO	l/s		
1996	6,280	343,830 00	10 90	13 08	19 62
1997	6,468	354,123.00	11 23	13 48	20 21
1998	6,662	364,744 50	13 88	13 88	20 83
1999	6,862	375,694 50	11 91	14 29	21 44
2000	7,068	386,973 00	12 27	14 72	22 09
2001	7,280	398,580 00	12 64	15 17	22 75
2002	7,498	410,515 50	13 02	15 62	23 44
2003	7,723	422,834 25	13 41	16 09	24 14
2004	7,955	435,536 25	13 81	16 57	24 86
2005	8,194	448,621 50	14 23	17 08	25 61
2006	8,439	462,035 25	14 65	17 58	26 37
2007	8,693	475,941 75	15 09	18 11	27 16
2008	8,953	490,176 75	15 54	18 65	27 97
2009	92,222	504,904 50	16 01	19 21	28 82
2010	9,499	520,070.25	16 49	19 79	29 68
2011	9,784	535,674 00	16 99	20 37	30 58
2012	10,077	551,715 75	17 49	20 99	31 48
2013	10,380	568,305 00	18 02	21 62	32 44
2014	10,691	585,332 25	18 56	22 27	33 41
2015	11,012	602,907 00	19 12	22 94	34 42
2016	11,342	620,974 50	19 69	23 63	35 44

1.3 - CONCEPÇÃO DO SISTEMA

O sistema consiste na captação de água em poço Amazonas através de bombas centrífugas e recalçada para a ETA, que é a próxima unidade do sistema. Esta unidade será responsável pelo tratamento da água que atenderá aos dois sistemas de abastecimento previstos, Canús e Jucás.

O poço situa-se a aproximadamente 100 m da ETA, tendo um desnível geométrico de 18.14 m.

O tratamento da água será feito em um sistema denominado Clarifiber II da Hemfibra, sendo que quaisquer equipamentos similares que tenham especificações técnicas semelhantes poderão substituí-lo.

A água filtrada será lançada em reservatório que servirá de poço de sucção para as elevatórias de lavagem dos filtros da ETA e de água tratada, e de tanque de contato para a aplicação do desinfetante (cloro).

A água tratada será aduzida para o reservatório de reunião (apoiado) atualmente existente em Jucás, de onde a água é elevada para o sistema de distribuição da cidade. Na entrada de Canús a adutora terá uma sangria para alimentação do reservatório elevado de distribuição da cidade, já existente.

A Figura 2, a seguir, apresenta, esquematicamente, a concepção do sistema proposto.

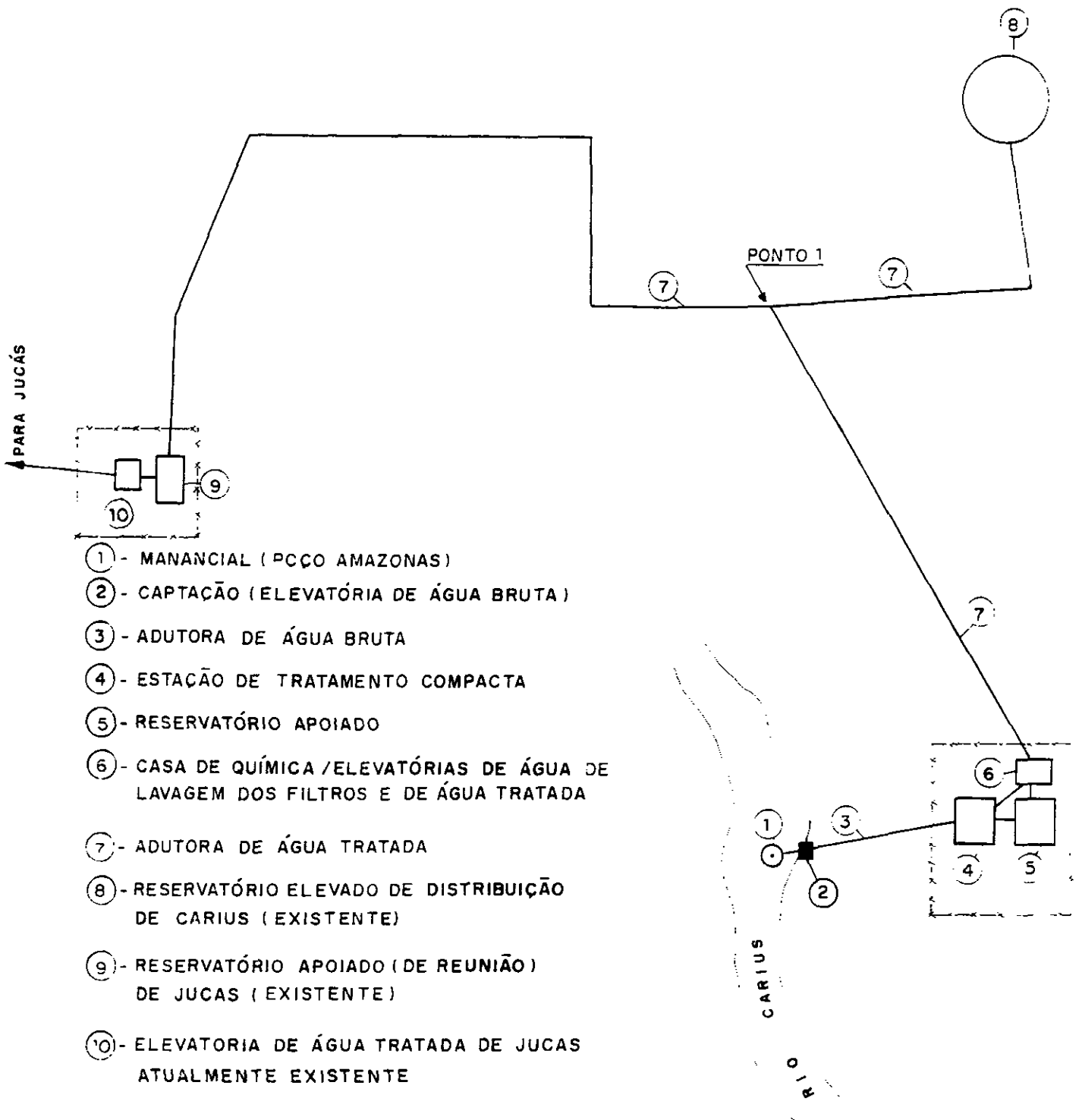


FIG 2 - ESQUEMA DO SISTEMA ADUTOR PROPOSTO DE CARIUS/JUCÁS

2 - MEMORIA DESCRITIVA

030016

2 - MEMÓRIA DESCRITIVA

2.1 - CAPTAÇÃO

A captação da água será feita em um poço Amazonas através de bomba centrífuga que fara o recalque para a ETA, que é a próxima unidade do sistema

Na margem direita do rio Canus deverá ser construída uma obra civil para instalação de duas bombas centrífugas de eixo horizontal as quais funcionarão em paralelo *o alimentado pelo Aç. Muquem*

As bombas captarão a água a uma cota mínima, no poço de sucção, igual a 239,45 m e a recalcará ate a ETA, através de uma adutora de 70 m de comprimento, na cota 247,59 m

Para uma vazão de 88,81 m³/h e altura manométrica de 23,49 m c a , considerou-se, para efeito de projeto, duas bombas centrífugas de eixo horizontal com as seguintes características

- Bomba KSB ou similar
- Modelo MEGANORM BLOC 50 - 125
- Rotação 3 500 r p m
- Rendimento 77,5%
- Potência do motor 15 cv

Tendo em vista que o poço estará sendo continuamente alimentado pelas vazões regularizadas do açude Muquem, foram consideradas as seguintes características técnicas para o poço Amazonas a ser explorado

- Diâmetro 3.0 m
- Profundidade 5.0 m
- Nivel estatico 1.5 m
- nivel dinâmico 2.0 m
- Vazão 177.62 m³/h
- Tempo de bombeamento 18 hs

030017

A casa de Bombas será do tipo poço seco, ou seja, as bombas serão instaladas no nível d'água e estarão protegidas contra cheias. A barragem Muquem evidentemente exercerá um papel de laminagem de cheias muito importante.

Junto a casa de bombas será construída uma subestação rebaixadora 13,8 kv/380-220 V para alimentação das bombas, onde também serão instalados os equipamentos de controle e proteção das elevatórias, constituídas de quadro elétrico de proteção e comando, válvulas, registros, etc.

2.2 - ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

A adutora de água bruta compreenderá um trecho enterrado de 70 m de extensão, em tubulação de PVC rígido vinilfer com diâmetro de 200 mm, conforme determinado nos estudos de concepção.

A água será recalçada, através dessa adutora, diretamente para a primeira unidade da ETA que é a Câmara de carga.

Todo o estudo de dimensionamento do sistema de captação/adutora de água bruta está inserido na parte correspondente à Memória de Cálculo.

2.3 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

O tratamento da água será feito em um sistema compacto denominado Clarifiber II da HEMFIBRA, sendo que quaisquer equipamentos similares que tenham especificações técnicas semelhantes poderão substituí-lo.

O sistema é constituído de filtro de fluxo ascendente, Kit's dosadores de produtos químicos, câmara de carga para assegurar a taxa de filtração adotada e aplicar os coagulantes, e equipamentos hidro-eleto-mecânicos.

Combinando as funções de clarificação e filtração numa única unidade, o filtro possui, na parte inferior, uma camada de pedregulho especialmente graduada, sobre a qual encontra-se disposta a camada de areia, com granulometria apropriada.

A água coagulada no mecanismo de neutralização de cargas entra na parte inferior do filtro, numa câmara central de onde através de difusores especiais é distribuída

uniformemente na camada de pedregulho na qual ocorrem as operações de floculação por contato e a sedimentação, resultando uma especie de manto de lodo. responsável pelo elevado desempenho do filtro. Na areia, o principio da filtração é mantido, já que a agua com maior quantidade de impurezas encontra inicialmente as subcamadas, com vazios intergranulares de tamanho maiores

Assim a agua vai melhorando de qualidade em seu escoamento ascendente pois, na parte superior, devido aos menores grãos de areia, os vazios intergranulares são muito pequenos e retêm impurezas microscopicas tais como microrganismos em geral e particulas coloidais

O resultado da filtração ascendente no filtro, e a produção econômica da água com características que, consistentemente, atendam ao Padrão Brasileiro de Potabilidade de 23 01 90

A lavagem dos filtros deverá ser realizada através de conjuntos motor-bomba que permitam uma velocidade de lavagem de 0,9 a 1.0 m/min, pressão de entrada da tubulação de 11 a 14 m c a . tempo de lavagem de 08 a 10 minutos

A dosagem de produtos químicos na água será feita mediante Kit's de preparação e dosagem. apos succionados dos tanques de preparo das respectivas soluções. Será adicionado a agua bruta, para coagulação, sulfato de alumínio. Na água filtrada será adicionado, para a desinfecção, o cloro. As dosagens corretas serão determinados por teste de jarro (Jartest) determinações de cor, turbidez, pH e cloro residual

Complementando as unidades da ETA deverá ser construída uma casa de química / casa de bomba que abrigara as elevatonas de agua de lavagem dos filtros e de agua tratada, armazenada em reservatono de reunião. Em uma das dependências da casa de química ficara a parte que sera responsavel pelo armazenamento e preparo das soluções dos produtos que serão utilizados no tratamento quimico da agua. Sera dotada, ainda, de um laboratorio no qual serão efetuadas as análises e controle de qualidade das aguas bruta e tratada

No capitulo referente a Memoria de Calculo consta o calculo do consumo dos produtos quimicos utilizados no tratamento

2.4 - RESERVATORIO DE REUNIÃO

O reservatório, que receberá água filtrada, servirá, além de poço de sucção para a elevatória de lavagem dos filtros, de caixa de passagem para a alimentação da adutora de água tratada. Será do tipo apoiado com 150 m³ de capacidade. Estará situado junto à ETA em cota que permitirá o fluxo gravitatório de água filtrada, conforme detalhado nos desenhos.

2.5 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA

Contígua ao Reservatório de Reunião estará a elevatória de água tratada que se utilizará do mesmo como poço de sucção.

A sala de bombas abrigará os conjuntos elevatórios e os equipamentos elétricos. Foi prevista a instalação de três conjuntos motor-bomba sendo um de reserva.

Para efeito de projeto, foram consideradas três bombas centrifugas de eixo horizontal, marca KSB modelo Meganorm 65-125, com capacidade para recalcar a vazão 23,92 l/s (86,11 m³/h) e altura manométrica de 33,29 m c.a. Acoplada a cada bomba ter-se-á um motor elétrico, trifásico com 20 CV de potência.

2.6 - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

Conforme definido nos estudos de concepção, a adutora de água tratada será operada totalmente pressurizada, partindo da Estação Elevatória até o reservatório de reunião (existente) de Jucás, numa extensão de 3.537 m. Em Canús, a 643 m da elevatória, no denominado ponto 1 da adutora, será efetuada uma sangria para alimentação do reservatório elevado (existente) de Canús. Do ponto 1 ao reservatório de distribuição de Canús são 148 m de extensão, devendo ser utilizados tubos de PVC rígido vinilifer DEFoFo junta elástica PN 1MPa, com diâmetro de 100 mm. No trecho entre a EE e o reservatório apoiado de Jucás também serão utilizados tubos de PVC rígido vinilifer DEFoFo, com diâmetro de 200 mm.

Para que se possa efetuar a limpeza periódica na adutora foi prevista a instalação nos pontos baixos do perfil de registros de descarga, e para eliminação de ar que possa se acumular nos pontos altos foram projetados ventosas. Para que se possa efetuar manobra

nos trechos de alimentação dos reservatórios de Canus e Jucas (ver anexos, tabelas) previstos registros de parada conforme pode ser verificado nos desenhos

2.7 - RESERVATÓRIO DE DISTRIBUIÇÃO

Em Cariús existe um reservatório elevado com capacidade de 227 m³, que é suficiente para atender a demanda máxima diária até o ano 2010. Dessa forma o reservatório hoje existente, cuja finalidade é armazenar as águas de sobra da rede de distribuição, deverá constituir a unidade de reservação e distribuição do sistema a ser implantado.

O volume mínimo de reservação no final do plano deverá ser

- Vazão máxima diária 793,80 m³/dia
- Reservação mínima (V)

$$V = \frac{793,80}{3} = 264,60 \text{ m}^3$$

Deverá ser construído um reservatório de 50 m³ de capacidade para complementar a demanda do sistema a partir do ano 2010.

O sistema existente de abastecimento de água de Jucas contempla dois reservatórios que integram o sistema de distribuição, sendo um elevado de 227 m³ com a finalidade de receber as sobras da rede e o outro apoiado de 50 m³ cuja função é a de alimentar a zona mais alta da cidade.

A capacidade de reservação atual é portanto de 227 m³, com condições de atender apenas 50% da demanda máxima diária, no final do plano.

Dessa forma deverá ser construído um reservatório com capacidade de 250 m³ com vistas a complementação da demanda do sistema.

2.8 - SISTEMA ELETRICO

Para suprir de energia adutora de Cariús e Jucás há necessidade da construção de uma rede de distribuição rural, que alimentará uma subestação aérea de 112,5 kva na Estação de Tratamento de Água (ETA)

Os motores terão partida através de chaves compensadoras automáticas, com proteção de falta de fase e curto circuito

A partida será manual, contudo haverá predisposição para futura automatização

É prevista a correção de fator de potência por meio de capacitores fixos. Haverá proteção contra descargas atmosféricas, com a instalação de pára-raios Franklin

Na estação de bombeamento e casa de química, haverá uma tomada de força para ligação de máquinas de solda ou outros equipamentos a serem usados na montagem e manutenção

Todos os quadros elétricos seguirão normas ABNT, COELCE e CAGECE

Haverá proteção adequada e os condutores dimensionados para atender com segurança as necessidades de fornecimento de energia

2.9 - CADASTRO

As adutoras de Cariús e Jucas foram locadas, em quase toda sua extensão, na faixa de domínio da rodovia CE 284 que liga Cariús a Jucas. O levantamento cadastral resumiu-se a identificação e locação em planta das propriedades que margeiam a citada rodovia. Foi identificada a necessidade de desapropriação apenas de uma faixa de terra, para assentamento da adutora, na propriedade do Sr. Leontino de Souza Rolim, compreendendo uma extensão de 220 m, situada entre as estacas 198 e 209 do levantamento topográfico da adutora.

3 - MEMORIAL DE CALCULO

000023

3 - MEMORIAL DE CÁLCULO

3.1 - CAPTAÇÃO / ADUÇÃO DE AGUA BRUTA

A captação será realizada em poço Amazonas através de duas bombas centrífugas de eixo horizontal as quais funcionarão em paralelo. O recalque será realizado diretamente para a ETA. Cada bomba será ligada a uma tubulação de PVC rígido vinilfer, de 200 mm de diâmetro, através de um bariete interno à casa de bombas. A vazão de dimensionamento é de 177,62 m³/h.

a) Dados

• Cota do nível dinâmico	229,45 m
• Cota do ponto de entrada da ETA	247,59 m
• Desnível geométrico (hg)	18,14 m
• Extensão da adutora	70,0 m
• Diâmetro da adutora conforme determinado no Estudo de Concepção	200 mm

b) Perda de Carga na Sucção (hs)

O diâmetro recomendado para a tubulação de sucção é de 200 mm e seu comprimento é de 30 m. Os comprimentos equivalentes (L_{eq}) para as peças especiais são:

Peças ($\varnothing = 200$ mm)

• 1 Válvula de pe com crivo	50,00 m
• 1 toco	0,70
• 1 registro de gaveta	1,60
• 1 curva de 90°	6,00
• 1 redução (200 x 100 mm)	1,20
• 1 Tê	13,00
• L_{eq}	72,50 m

Comprimento Total (L) = 30,00 + 73,40

L = 102,50 m

$$h_s = 10.64 * \left(\frac{Q}{100} \right)^{1.85} * D^{-4.87} * L, \text{ onde}$$

$$C = 100$$

$$D = 0.20 \text{ m}$$

$$L = 102.50 \text{ m}$$

$$Q = 0.04934 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tem-se $h_s = 2,11 \text{ m}$

c) Perda de Carga no Recalque (h_r)

O diâmetro da tubulação é de 200 mm e seu comprimento e de 70 m Os comprimentos equivalentes (L_{eq}) para as peças especiais são

• 1 ampliação (80 x 200 mm)	1,50
• 1 curva de 90°	6,00
• 1 válvula de retenção	20,00
• 1 registro de gaveta	1,60
• 1 Tê	13,00
• L_{eq}	42,10 m

Comprimento total da adutora (L) $70,00 + 42,10$

$$L = 112,10 \text{ m}$$

Perda de carga no recalque (h_r)

$$h_r = 10,64 * \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.85} * D^{-4.87} * L, \text{ onde}$$

$$C = 140$$

$$D = 0.20 \text{ m}$$

Então $h_r = 1,24 \text{ m}$

d) Perda de carga na entrada da ETA (dado do fabricante) = 2,0 m

e) Altura Manométrica Total (H_{mt})

$$H_{mt} = 2,11 + 1,24 + 18,14 + 2,0$$

$$H_{mt} = 23,49 \text{ m}$$

f) Escolha da bomba

Serão utilizadas duas bombas centrífugas de eixo horizontal, funcionando em paralelo, marca KSB, modelo MEGANORM BLOC, tamanho 50 - 125, de 3 500 r p m. A potência requerida (P_{req}) será

$$P_{req} = \frac{Q \cdot H_{man}}{75 \times \eta} \quad , \eta \text{ (rendimento)} = 77,5\%$$

$$P_{req} = 10 \text{ cv}$$

A potência instalada deverá ser de 30 cv

g) Curvas características do sistema e da bomba escolhida

A experiência mostra que as perdas de carga em uma tubulação variam praticamente com o quadrado da velocidade e, portanto, com o quadrado da descarga, quando não há alteração no encanamento

Poderemos então escrever

$$H = h_e + KQ^2, \text{ onde } h_e \text{ representa a altura estática}$$

Com os dados de perda de carga, calculados para a determinação da altura manométrica, obtivemos a expressão a seguir, que representa a curva característica da adutora

Assim temos

$$H = 18,14 + 2,238,71 Q^2, \text{ sendo } Q \text{ dado em } m^3/s$$

As Figuras 3 e 4 mostram as curvas características da adutora e da bomba escolhida

A Figura 5 mostra as curvas das duas bombas associadas em paralelo, a curva do sistema e o ponto de funcionamento, onde tem-se

- Vazão 0,04880 m³/s
- Altura manométrica 22.25 m

Como pode ser visto são valores muito próximos dos de projeto

h) Análise do Golpe de Anete

Neste caso será utilizado um processo simplificado cujo valor máximo da sobrepressão se verifica junto a bomba e é admitido como igual ao de subpressão h. Seu valor é dado por

$$h = \frac{C V_0}{g} \quad (\text{equação de Joukowsky}), \text{ onde } C \text{ é o valor da celeridade e } V_0 \text{ é a velocidade de escoamento antes do golpe}$$

Os valores que se encontram são superiores aos reais, de modo que, por esse processo, se está adotando maior margem de segurança

Calculo da Celeridade e Pressão Máxima Instantânea

A celeridade da onda de pressão, no caso de parada instantânea do bombeamento, calculada pela fórmula de Allievi, será

$$C = \frac{9\,900}{\sqrt{48,3 + k \cdot \frac{D_i}{l}}}$$

Onde K = 18 (tubo de PVC rígido)

D_i = 0,2042 m

l = 0,0089 m

Então C = 460,94 m/s

Assim, o valor máximo da sobrepressão junto a bomba será

$$h = \frac{C \cdot V_0}{g}$$

h = 70,95 m

000027

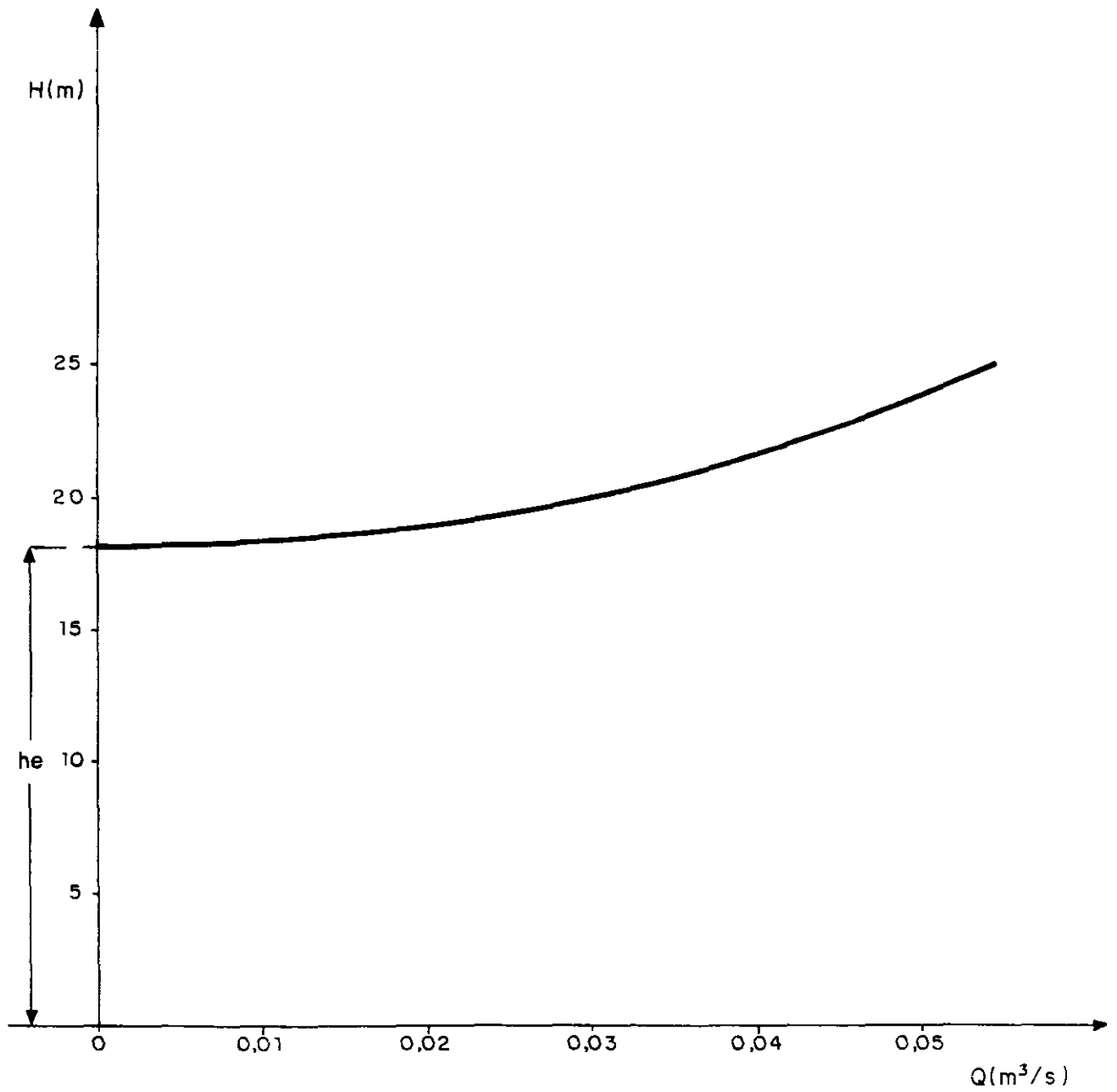


FIG 3-CURVA CARACTERÍSTICA DA ADUTORA

Bomba Tipo **KSB MEGANORM**
 Pump Type **KSB MEGANORM BLOC**
 Tipo de Bomba **KSB MEGACHEM**

Tamanho **50-125**
 Size **50-125**
 Tamanho



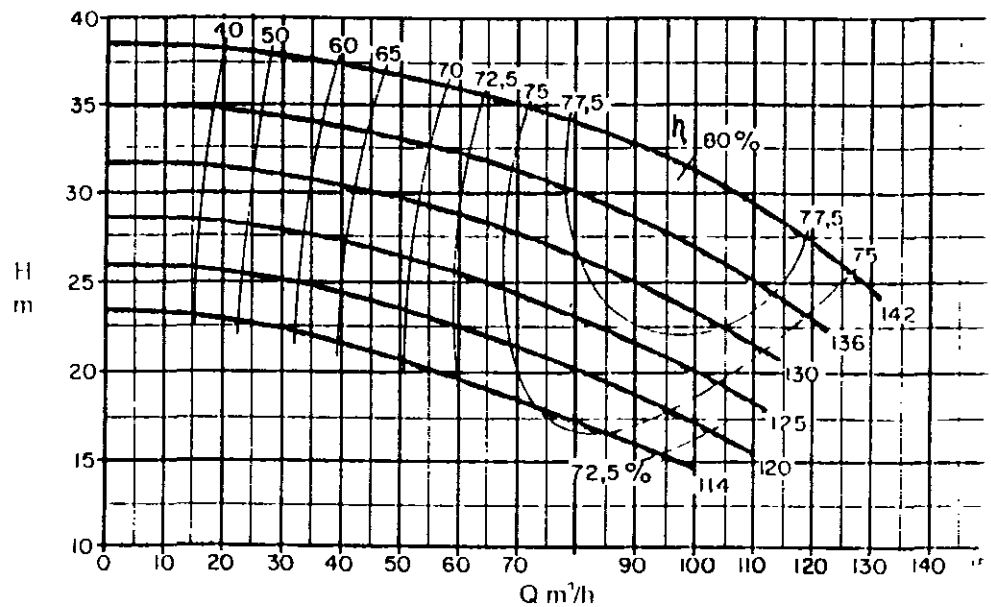
Oferta nº _____
 Project No _____
 Oferta nº _____

Item nº _____
 Item No _____
 Pos nº _____

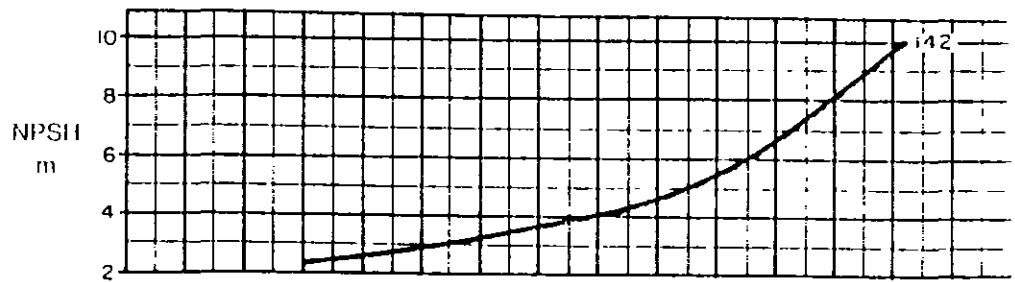
Velocidade Nominal **3500 rpm**
 Nom. Rotative Speed
 Velocidad Nominal

099029

Altura Manométrica
 Head
 Altura Manométrica



NPSH
 - disponível
 - available
 - instalacion



Potência Necessária
 Shaft Power
 Potencia Necesaria

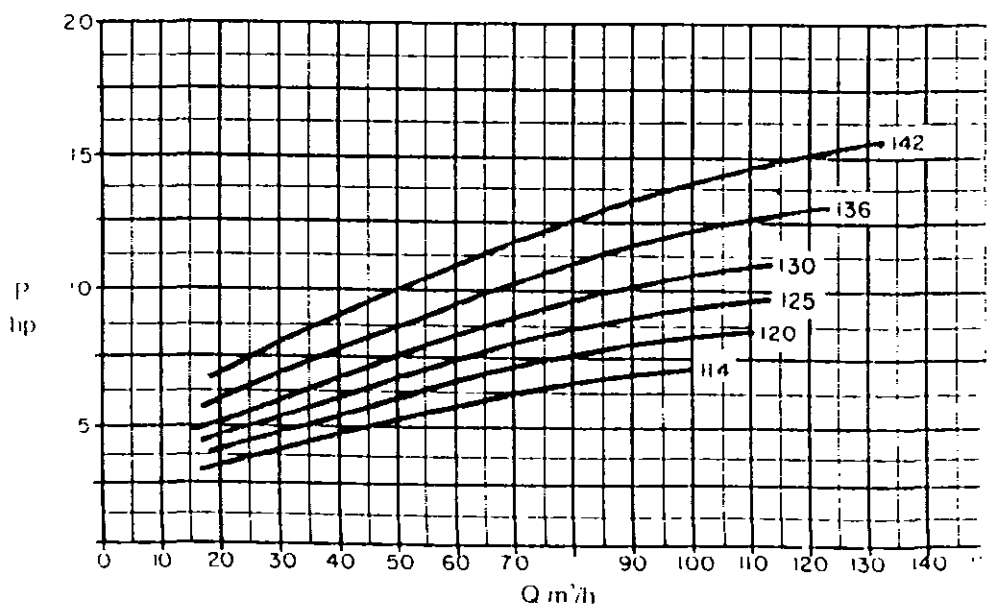


FIG 4 - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA ESCOLHIDA

Dados válidos para densidade de 1 Kg/dm³ e viscosidade cinemática até 20 mm²/s
 Data valid for a density of 1 Kg/dm³ and Kinematical viscosity up to 20 mm²/s
 Datos válidos para densidad 1 Kg/dm³ y viscosidad cinemática hasta 20 mm²/s

Garantia das características de funcionamento conforme ISO 9906 anexo D
 Operating data according to ISO 9906 attachment D
 Garantía de las características de funcionamiento según ISO 9906 suplemento

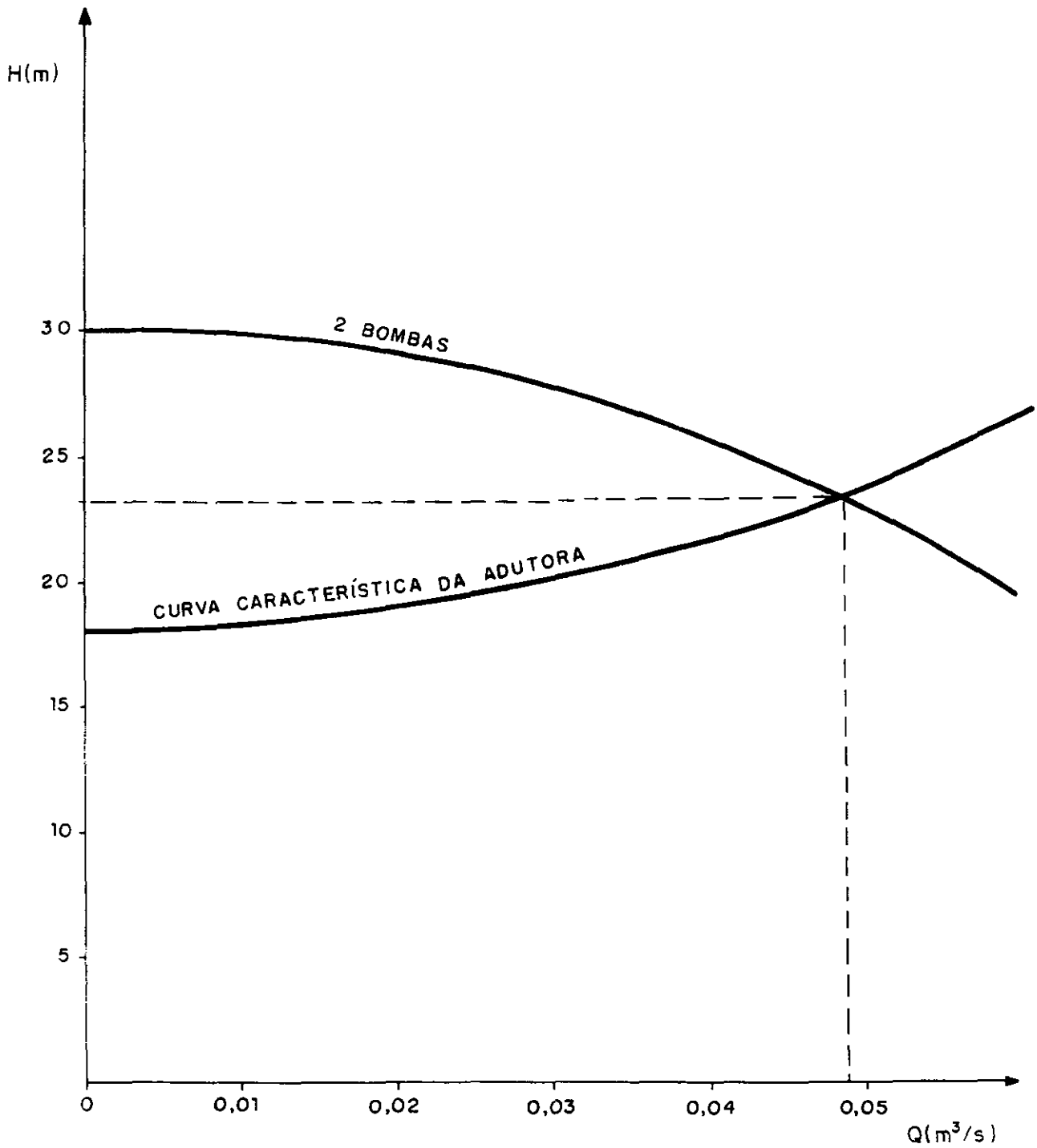


FIG 5 - CURVAS CARACTERÍSTICAS DE DUAS BOMBAS EM PARALELO E DA ADUTORA, E PONTO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

A pressão máxima instantânea considerando-se o desnível entre a captação e a ETA sera

$$70,95\text{m} + 18,14\text{ m} = 89,06\text{ m c a}$$

Portanto a tubulação que tem classe de pressão 1 MPa, suporta com segurança a pressão máxima instantânea provocada pelo golpe de ariete

3.2 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

A ETA projetada para o sistema de Canús e Jucás e do tipo denominado Clanfíber da HEMFIBRA

O dimensionamento de suas unidades é elaborado pelo fornecedor, em função dos dados de projeto constantes nas especificações e planilha de quantidades, anexas. Outros componentes do sistema são dimensionados a seguir

a) Dimensionamento do sistema de lavagem

A lavagem sera realizada em cada conjunto clarificador / filtro com uma velocidade ascensional (V_a) de 0,90 m/min, conforme a Norma e dado do fabricante

- Área de cada unidade filtrante (A) $A = 4,91\text{ m}^2$

- Vazão de lavagem do filtro (Q)

$$Q = A \cdot V_a. \quad Q = 4,91 \cdot 0,90/60 = 265,14\text{ m}^3/\text{h}$$

- Elevatória para lavagem dos filtros

Adotando-se uma altura manométrica de 12 m c a (dado do fabricante), serão utilizados dois conjuntos motor-bomba centrífuga, de eixo horizontal, com vazão de 133 m³/h, cada, motor elétrico trifásico 380/220 v, 10 cv de potência

b) Produtos Químicos

Vazão máxima diária

$$Q = 3\,099,96\text{ m}^3/\text{dia}$$

Substâncias utilizadas

- Sulfato de Alumínio
- Hipoclorito de sódio

I) Sulfato de Alumínio (coagulante)

- Dosagem 20 mg/l
- Consumo diário do produto
 $3\,099.96 * 0,02 = 62 \text{ kg/dia}$
- Concentração da solução 10%
- Volume diário da solução (v)

$$V = \frac{62}{0,10} = 620 \text{ l}$$

II) Hipoclorito de sódio (desinfecção)

- Dosagem 2 g/ m³
- Consumo diário do produto
 $3\,099.96 * 0,002 = 6,2 \text{ kg/dia}$

Serão utilizados Kit's de preparação armazenamento e dosagens de soluções de sulfato de alumínio e hipoclorito de sódio, de fabricação da HEMFIBRA, sendo Modelo KPDS - 500, com tanque com volume útil de 500 litros com misturador elétrico e bomba dosadora para as soluções de sulfato de alumínio, e Modelo KPDS - 250, com tanque com volume útil de 250 litros, misturador elétrico e bomba dosadora para as soluções de hipoclorito de sódio

3.3 - VOLUME DO RESERVATÓRIO DE REUNIÃO

- Vazão de alimentação (Q) 47,84 l/s
- Período de detenção (T) 30 min
- Volume necessário (V)
 $V = (Q * 60T) / 1000 = 86.11 \text{ m}^3$
- Volume necessário para a lavagem do conjunto clarificador /filtro
 - Vazão de lavagem (Q₁) 0.07389 m³/s
 - Tempo médio previsto (T₁) 10 min
 - Volume (V₁)
 $V_1 = Q * T * 60 = 44.33 \text{ m}^3$
Volume total (V + V₁) = 130.44 m³
Volume adotado 150 m³

3.4 - ADUTORA DE AGUA TRATADA

A adutora de água tratada será constituída toda ela por tubos de PVC rígido vinífer DEFoFo. Tera um comprimento de 4 180 m até o reservatório de reunião de Jucás, partindo da estação elevatória situada junto a ETA. No ponto 1 haverá uma sangria para alimentação do reservatório elevado de distribuição de Canús, com 227 m³ de capacidade.

Os diâmetros dos diversos trechos da adutora ficaram definidos durante a elaboração dos estudos de concepção. A escolha dos diâmetros foi feita com base na avaliação econômica das instalações e operação do sistema.

Na planilha de cálculos hidráulicos, mostrada no Quadro 4, procede-se a determinação das perdas de carga por atrito ao longo da adutora utilizando-se as fórmulas de COLEBROK e DARCY WEISSABACH. No cálculo é feita uma verificação complementar da determinação das perdas de carga, utilizando-se o critério em admitir uma velocidade que se situa entre 0,60 m/s e 2,4 m/s. O trecho ponto 1 / RA de Jucás por ser muito extenso foi reavaliado chegando-se à conclusão que o diâmetro de 200 mm ao invés de 150 mm, definido nos estudos de concepção, implicará na condição de menor custo, conforme se demonstra no estudo de diâmetro econômico mostrado a seguir.

- Estudo de Diâmetro Econômico

Para efeito comparativo foram cotejadas 03 (três) alternativas resultantes do emprego de diferentes diâmetros. Tais diâmetros foram selecionados de tal forma que conduzam velocidades que estejam compreendidas entre 0,60 m/s e 2,40 m/s.

No Quadro 3, a seguir, foram estimados os custos de investimentos e anuais do sistema para os diferentes diâmetros simulados.

Os custos de investimentos foram compostos da seguinte maneira:

- Custo total da adutora,
- Custo dos conjuntos elevatórios.
- Custo da obra civil (30% do valor dos conjuntos elevatórios),
- Custo dos equipamentos hidro-eletromecânicos (90% dos custos dos conjuntos elevatórios)

Os custos anuais foram estimados, levando-se em conta os gastos com energia custos de operação e manutenção e recuperação de capital. Os critérios e parâmetros utilizados na composição destes custos foram

- Para estimar os custos com energia levou-se em conta a demanda e o consumo. Foram considerados os seguintes valores unitários R\$0.07051 / kwh, para consumo, e R\$3,58 / kw, para demanda,
- Nº de horas de bombeamento diário 18 horas.
- Os custos de operação do sistema foram estimados levando-se em conta 02 (dois) funcionários ganhando 03 (três) salários mínimos, cada um, mais 95% de obrigações sociais,
- Os custos de manutenção foram 3% do investimento inicial para a tubulação e 10% dos equipamentos hidro-eleto-mecânicos.
- A recuperação de capital foi estimada tendo em vista os juros de 12% ao ano e as seguintes vidas úteis trinta anos para as obras civis e adutoras, vinte e cinco anos para equipamentos eletromecânicos. e quinze para equipamentos e materiais hidromecânicos

**QUADRO 3 - ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO
DA ADUTORA DE ÁGUA TRATADA**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TUBO DE PVC VINILFER - JE		
		150 mm	200 mm	250 mm
10	ESTAÇÃO ELEVATORIA			
11	Velocidade Média (m/s)	1,65	0,96	0,63
12	Perda de Carga Total (m)	56,00	14,50	5,50
13	Altura Manométrica (m)	59,85	18,35	9,35
14	Potência Consumida (CV)	36,00	11,00	6,00
15	Potência Consumida (Kw)	26,50	8,10	4,42
16	Potência Instalada (CV)	43,20	9,72	5,30
17	Potência Instalada (Kw)	31,80	7,15	3,90
20	CUSTOS DE INVESTIMENTOS (R\$)			
21	Custo da Adutora	77.867,10	113.568,10	170.062,76
22	Custos dos Conjuntos Elevatórios	21.600,00	4.860,00	3.180,00
23	Custo da Obra Civil (30% de 2.2)	6.480,00	1.458,00	954,00
24	Custo dos Equipamentos Hidro-elétrico-mecânicos (90% de 2.2)	19.440,00	4.374,00	1.862,00
INVESTIMENTO TOTAL (R\$)		125.387,10	124.260,10	177.058,76
30	CUSTOS ANUAIS (R\$)			
31	Custo Anual de Energia	13.642,27	4.059,50	2.215,11
32	Custo de Operação	5.616,00	5.616,00	5.616,00
34	Custo de Manutenção	3.648,38	3.236,84	4.501,34
35	Amortização Anual de Adutora e Obras Civis	10.471,16	14.279,34	21.230,02
36	Amortização Anual da EB	6.025,49	1.355,73	718,68
DESPESA TOTAL ANUAL (R\$)		39.403,30	28.547,41	34.281,04

060035

**QUADRO 4 PLANILHA DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS
DA ADUTORA DE ÁGUA TRATADA**

PONTOS	VAZÃO l/s	COMPRIMENTO DO TECHO (m)	DIÂMETRO mm	V m/s	hf	DN	PRESSÃO NECESSÁRIA (m.c.a.)	COTA DO TERRENO (m)	PONTOS
TRECHO DA ADUTORA EE - RA DE JUCÁS									
EE							31,15	241,59	EE
	47,64	643	200	1,46	5,81	5,02			
1							30,36	236,57	1
	31,51	1657	200	0,96	6,8	-5,88			
2							17,68	242,45	2
	31,51	700	200	0,96	2,87	-0,45			
3							14,36	242,9	3
	31,51	600	200	0,96	2,46	2,80			
4							14,70	240,1	4
	31,51	480	200	0,96	1,97	0,68			
RA (*)							13,41	239,42	RA (*)
TRECHO DA ADUTORA PONTO 1 RE (CARIUS)									
1							30,36	236,57	1
	16,33	148	100	1,77	4,18	-4,48			
RE **							21,70	241,05	RE (**)

RA (*) RESERVATÓRIO APOIADO DE JUCÁS

RE (**) RESERVATORIO ELEVADO DE CARIUS

- determinação da altura manométrica total (H_{mt})

a) Perda de carga na Sucção (h_s)

O diâmetro recomendado para a tubulação de sucção é de 200 mm e seu comprimento é de 5,0 m. Os comprimentos equivalentes (L_{eq}) para as peças especiais são

Peças ($D = 200$ mm)

• 1 válvula de pé com crivo	50,00 m
• 1 toco	0,70 m
• 1 registro de gaveta	1,60 m
• 1 curva de 90°	6,00 m
• 1 Tê	1,20 m
• 1 redução (200 x 125 mm)	1,00 m
• L_{eq}	<u>60,50 m</u>

Comprimento total (L) = 5,00 + 60,50

$L = 65,50$ m

$$h_s = 10,64 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85} * D^{-4,87} * L, \text{ onde}$$

$C = 100$

$D = 0,20$ m

$L = 65,50$ m

$Q = 0,04784$ m³/s

Portanto $h_s = 1,27$ m

b) Perda de Carga no Recalque até o início da adutora (Δh_r)

Será calculada desde a saída da bomba até a junção no início da adutora de 200 mm

Peças especiais

L_{eq}

• 1 ampliação (100 x 200 mm)	1,50 m
• 2 curvas de 90°	12,00 m
• 1 toco	1,20 m
• 1 valvula de retenção	20,00 m
• 1 registro de gaveta	1,60
• 1 junção	7,50
• L_{eq}	44,80 m

$$\Delta h_r = 10.64 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.85} * D^{-4.87} * L_{eq}, \text{ onde}$$

$$C = 100$$

$$Q = 0,04784 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = 0,20 \text{ m}$$

$$L_{eq} = 44,80 \text{ m}$$

Portanto $\Delta h_r = 0,87 \text{ m}$

c) Pressão necessária no início da adutora 31.15 m

Portanto

$$H_{mt} = 1,27 + 0,87 + 31,15$$

$$H_{mt} = 33,29 \text{ m c a}$$

d) Potência Requerida

$$P_{req} = \frac{33,29 \times 23,92}{75 * \eta} \cdot \eta = 78\%$$

$$P_{req} = 14 \text{ cv}$$

Para efeito de projeto adotou-se 3 (três) bombas, sendo uma de reserva, marca KSB ou similar modelo MEGANORM 50 - 160 3 500 r p m , para a vazão de 23,92 l/s e altura manométrica de 33,29 m c a. motor trifasico 220/380, de 20 cv

e) Curvas características do sistema e da bomba escolhida

A expressão $H = h_e + KQ^2$ representa a curva característica do sistema sendo h_e a altura estática e KQ^2 a soma das perdas de carga, que variam com o quadrado da descarga

Com os dados de perda de carga, calculados para a determinação da altura manométrica, encontra-se a expressão que representa a curva característica da adutora

Assim têm-se

$$H = 19,46 + 6\,020,98Q^2$$

As Figuras 6 e 7 apresentam as curvas características da adutora e da bomba escolhida. A Figura 8 mostra as curvas de duas bombas associadas em paralelo, a curva do sistema, e o ponto de funcionamento

Como pode ser visto na Figura 8, no ponto de funcionamento do sistema tem-se

Vazão	47,60 l/s
Altura manométrica	33,24 m

A vazão está apenas um pouco abaixo do valor de projeto. A altura manométrica está praticamente igual ao valor de projeto.

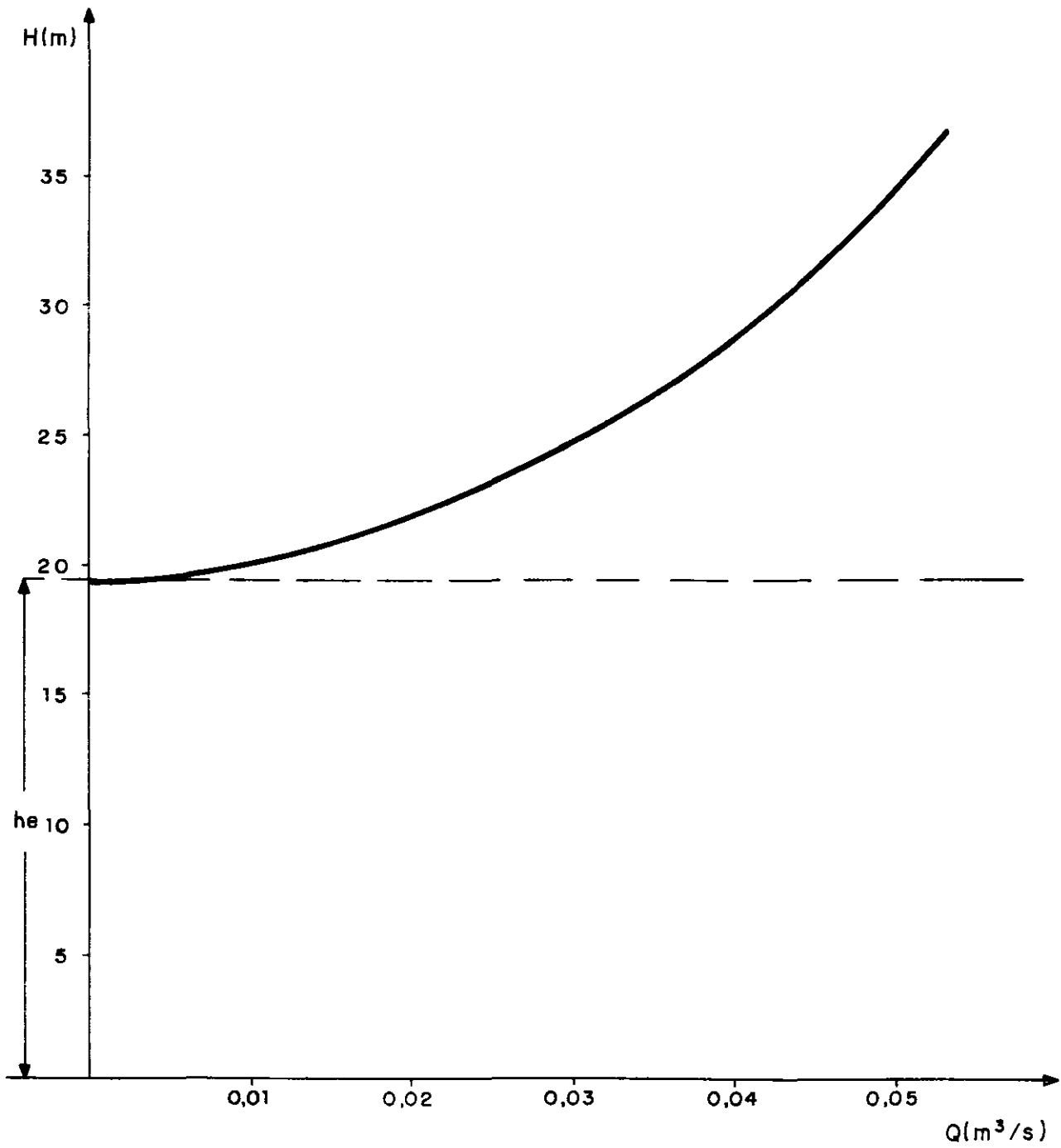


FIG 6 - CURVA CARACTERÍSTICA DA ADUTORA

Bomba Tipo **KSB MEGANORM**
 Pump Type **KSB MEGANORM BLOC**
 Tipo de Bomba **KSB MEGACHEM**

Tamanho **50-160**
 Size **50-160**
 Tamaño



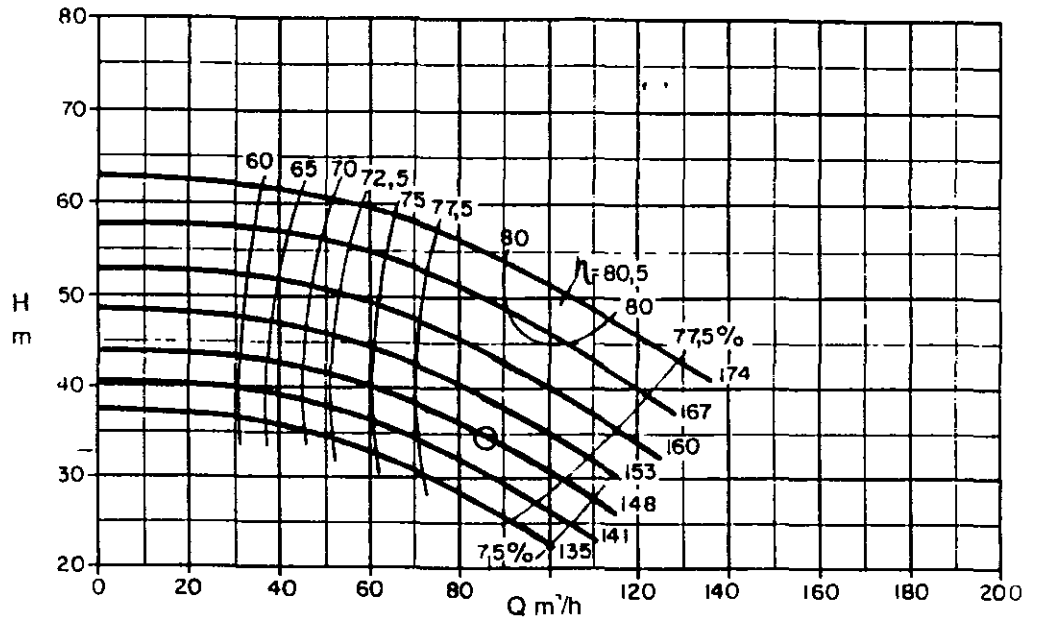
Oferta nº _____
 Project No _____
 Oferta nº _____

Item nº _____
 Item No _____
 Pos nº _____

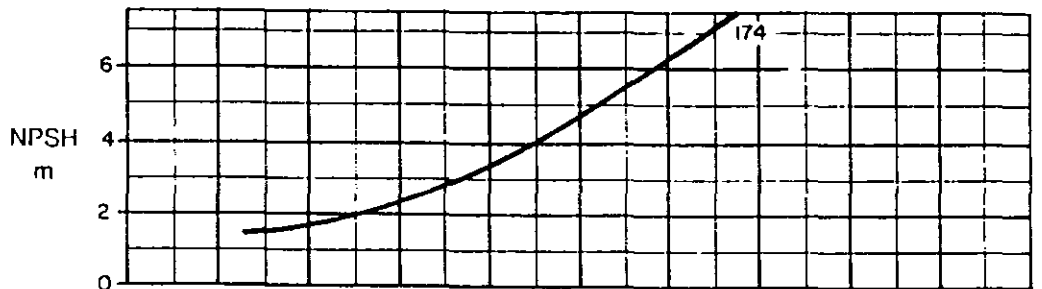
Velocidade Nominal **3500 rpm**
 Nom Rotative Speed **3500 rpm**
 Velocidad Nominal

090041

Altura Manométrica
 Head
 Altura Manométrica



NPSH
 - disponível
 - available
 - instalacion



Potência Necessária
 Shaft Power
 Potencia Necesaria

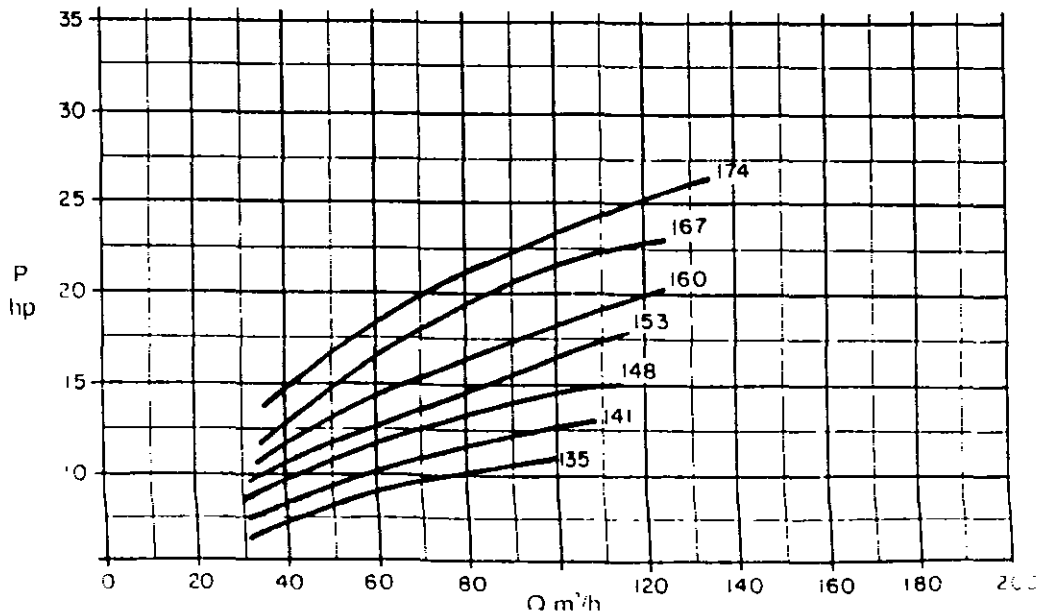


FIG 7 - CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA ESCOLHIDA

Dados válidos para densidade de 1 Kg/dm³ e viscosidade cinemática até 20 mm²/s
 Data applies for a density of 1 Kg/dm³ and kinematic viscosity up to 20 mm²/s
 Datos válidos para densidad 1 Kg/dm³ y viscosidad cinemática hasta 20 mm²/s

Garantia das características de funcionamento conforme ISO 9906 anexo D
 Operating data according to ISO 9906 attachment D
 Garantía de las características de funcionamiento según ISO 9906 suplemento D

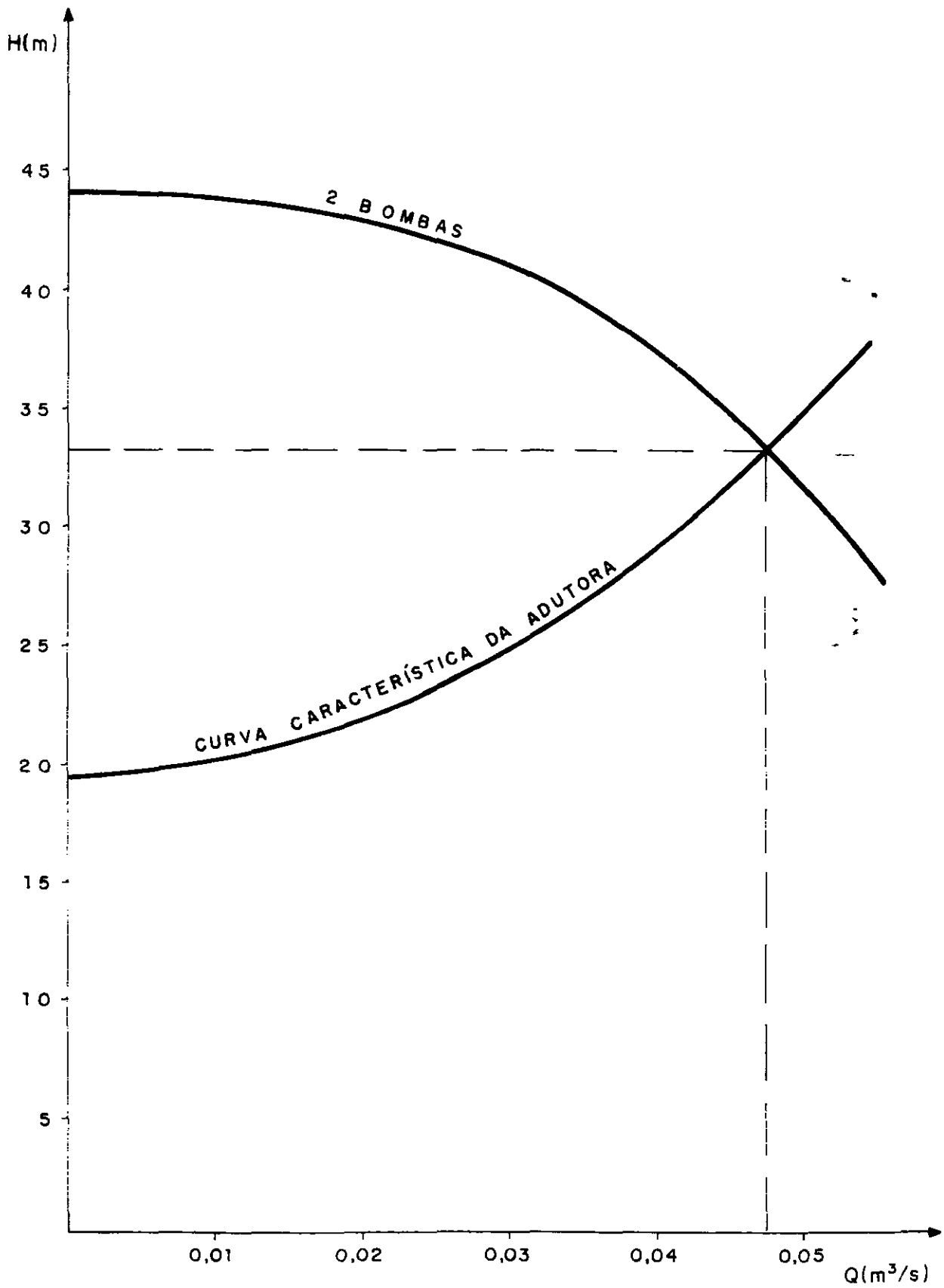


FIG 8 - CURVA CARACTERÍSTICA DE DUAS BOMBAS EM PARALELO, DA ADUTORA, E PONTO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

- Análise do Golpe de Aríete

Será utilizado um dos métodos propostos por Parmakian combinado com os gráficos de Ben Donsky

1 - Dados

• Comprimento da linha de recalque	L = 643 m
• Diâmetro do tubo	D = 0 2042 m
• Espessura do tubo	e = 0,0089 m
• Descarga na linha no momento do desligamento, para duas bombas em funcionamento	Q = 0,04784 m ³ /s
• Velocidade de escoamento	v = 1,46 m/s
• Altura estática de elevação	he = 19,46 m
• Altura manométrica	H = 33,29 m
• Potência de cada motor	P = 20 cv
• Rotações por minuto	n = 3 500 rpm
• Rendimento	η = 0,78

2 - Determinação da celeridade (a)

$$a = \frac{\sqrt{\frac{k}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{k D^3 C}{E e}}} \text{ onde}$$

$$k = 2.10 \times 10^8 \text{ Kgf / m}^2$$

$$P = 102 \text{ Kgf m}^{-4} \text{ s}^2$$

$$C = 0.91$$

$$E = 0.18 \times 10^{10} \text{ Kgf / m}^2$$

$$\text{Então } a = 774.10 \text{ m/s}$$

3 - Tempo crítico ou período do encanamento (T)

$$T = \frac{2L}{a} \cdot T = \frac{2 \cdot 643}{774.10} = 1.66 \text{ s}$$

4 - Constante da linha (2ρ)

$$2\rho = \frac{av}{gh}, \quad 2\rho = \frac{774,10 * 1,46}{9,81 * 33,29}$$

$$2\rho = 3,46$$

5 - Módulo volumétrico do líquido (considerando duas bombas) - K_1

$$K_1 = \frac{896\,000 * h_e * Q}{WR^2 * \eta * \eta^2} \quad \text{onde}$$

WR^2 = é o momento das massas girantes (bomba + motor)

$$WR^2 = 0,00138 * p^{1,4} * f^{0,95}, \quad \text{onde}$$

$$p = 14,72 \text{ kw}$$

$$f = 2 \text{ polos}$$

$$WR^2 = 0,12 \text{ kgf m}^2$$

$$\text{Então } K_1 = \frac{446\,625 * 19,46 * 0,04784}{2 * 0,12 * 0,78 * (3\,500)^2} = 0,18$$

$$6 - \quad K_1 \frac{2L}{a} = 0,18 * 1,66 = 0,30$$

Com os valores de $K_1 \frac{2L}{a} = 0,30$ e $2\rho = 3,46$ nos gráficos de Ben Donsky, a seguir.

obtemos

a) Subpressão na bomba

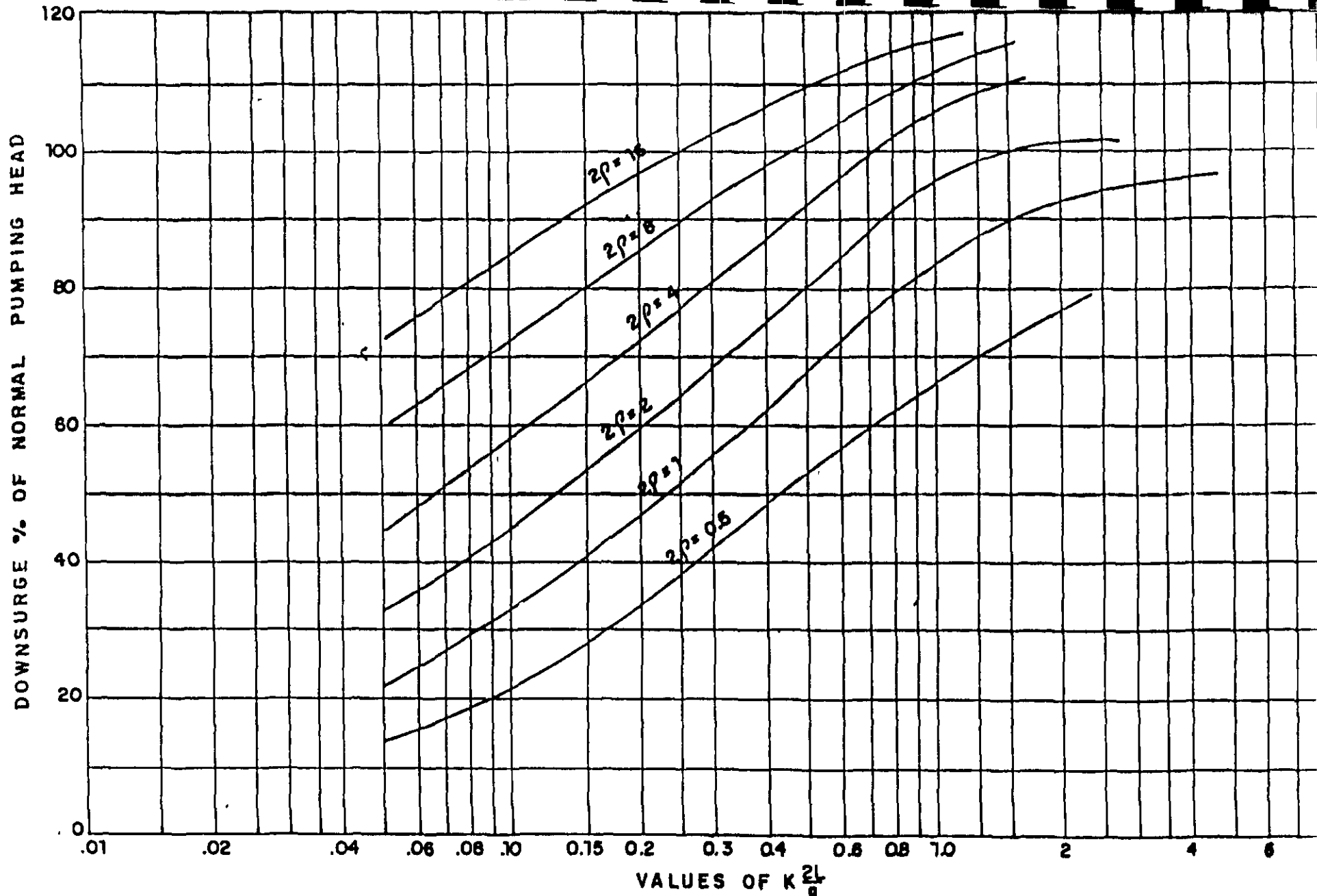
$$0,78 * 19,46 \text{ m} = 15,18 \text{ m}$$

$$\text{Pressão resultante } 19,46 - 15,18 = 4,28 \text{ m}$$

b) Subpressão no ponto médio da linha

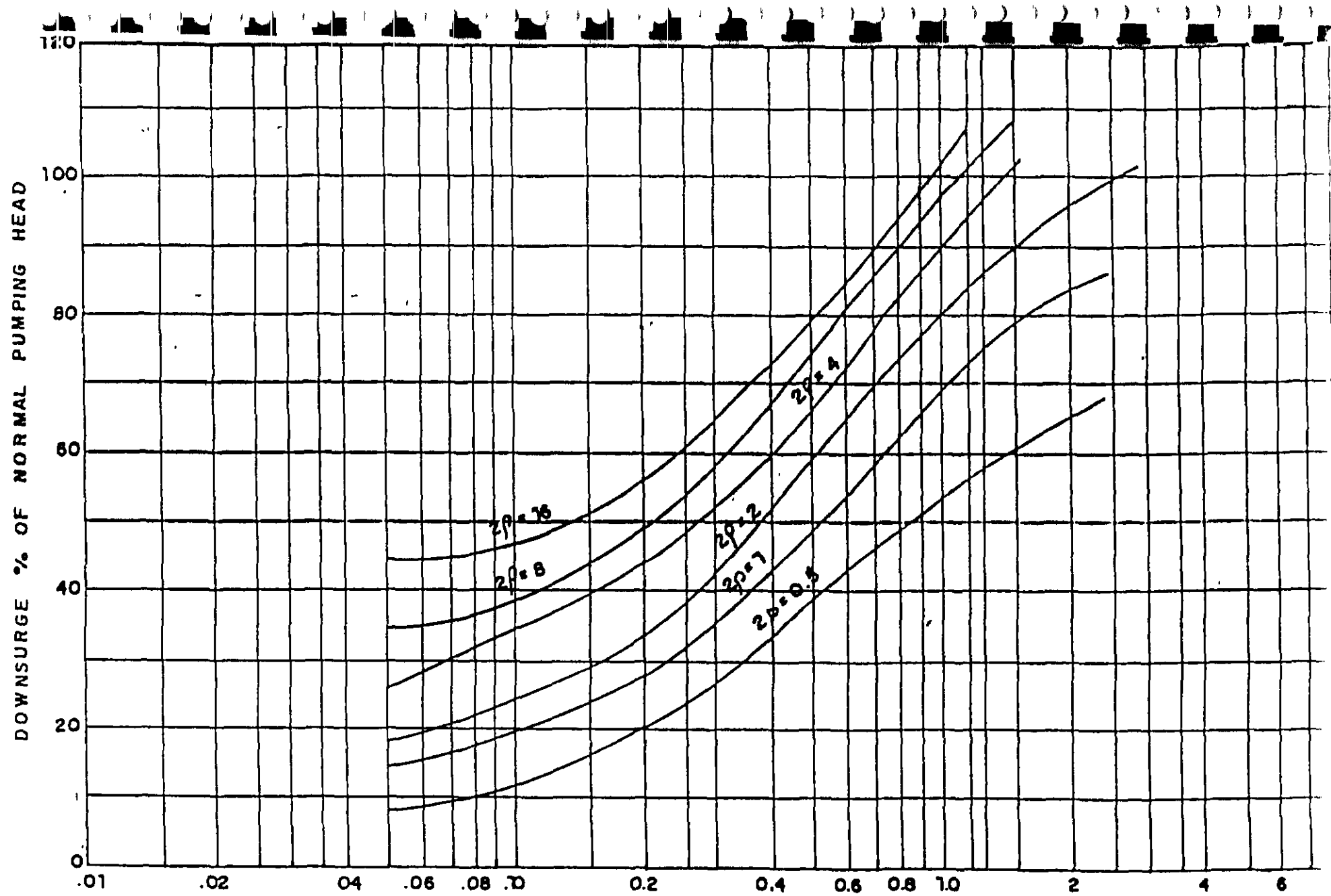
$$0,50 * 19,46 \text{ m} = 9,73 \text{ m}$$

$$\text{Pressão resultante } 19,46 - 9,73 = 9,73 \text{ m}$$



MAXIMUM DOWNSURGE AT THE PUMP
FOLLOWING POWER FAILURE

000945



VALUES OF $K \frac{L}{D}$
 MAXIMUM DOWNSURGE AT MIDLENGTH
 FOLLOWING POWER FAILURE

000046

Como haverá válvula de retenção que devera fechar no momento da sobrepressão na válvula tera o mesmo valor absoluto que a depressão calculada no momento da onda de retorno, isto é, 15,18 m. de modo que a válvula será submetida à pressão total de

$$H_t = 19,46 + 15,18 = 36,64 \text{ m}$$

O que demonstra que não haverá nenhum problema provocado pela sobrepressão uma vez que o tubo de PVC será da classe 1Mpa

Quanto a subpressão, igualmente não provocará nenhum problema uma vez que as pressões negativas são aceitáveis. Uma regra prática indica que o esmagamento não se produzirá devido a subpressão se a espessura do tubo, expressa em milímetros, for muito superior (mais de 8 vezes) o diâmetro do tubo expresso em metros, como afirma Macintyre na 2ª Edição de Bombas e Instalações de Bombeamento, à pg 719

- Obra Civil

1 - Desmatamento leve e limpeza de faixa de 2 m de largura

$$L = (4\,180 + 155,50) - (74,90 + 1\,011,45) = 3\,249,15 \text{ m}$$

$$A = 3\,249,15 \text{ m} \times 2,00 \text{ m} = 6\,498,30 \text{ m}^2$$

2 - Locação, nivelamento e marcação das alturas de escavação

$$L = 4\,260,60 \text{ m}$$

3 - Escavação mecânica de vala em material de 1ª Categoria

Calculo do volume total

- Estaca 0 a 79 - $79 \times 20,0 \text{ m} = 1\,580 - 74,90 = 1\,505,10 \text{ m}$
- Estaca 100 a 209 - $109 \times 20,0 \text{ m} = 2\,180,00 \text{ m}$
- Estaca 0 - Ba 7 - $B + 8 + 7,50 - 155,50 \text{ m}$

Classificação

- 65% 1ª Categoria
- 35% 2ª Categoria

000047

- Estaca 79 a 100 - 21 x 20.0 m = 420,00

Classificação

- 20% 1ª Categoria
- 20% 2ª Categoria
- 60% 3ª Categoria

Volume do Item = 3 840,60 x 0,65 + 420,0 x 0,20

Volume do item = 2 580,39 x 1,10 = 2 838,43 m³

4 - Escavação mecânica de valas em material de 2ª Categoria

Volume = 3 840,60 x 0,35 + 4,20 x 0,20

Volume = 1 428,21 x 1,10 = 1 571,03 m³

5 - Escavação de valas em rocha com utilização de explosivos

Volume = 420,0 x 0,60 = 252,0 x 1,10 = 277,20 m³

6 - Berço de areia

Volume = (4 260,60 x 0,60 x 0,10) x 1,10 = 281,20 m³

7 - Reaterro de valas com material de empréstimo e compactação manual

Volume = 1 571,03 + 277,20 = 1 848,23 m³

8 - Reaterro compactado com aproveitamento de material escavado

- Reaterro = Escavação total - (tubulação + Berço de areia)
- Tubulação = $4 260,60 \times \pi r^2 = 133,78 \text{ m}^3$
- Berço de areia = 281,20 m³
- Reaterro = 4 686,66 - (133,78 + 281,20) = 4 271,68
- Reaterro com material reaproveitado = 2 423,45 m³

9 - Bota - fora DMT = 1,00 km

$$V = 4\,686,66 - 2\,423,45 = 2\,263,21 \text{ m}^3$$

10 - Demolição de pavimentação em pedra tosca e/ou paralelepípedo

$$\text{Estaca } 11 + 1,30 \text{ a Est } 53 + 17,85 = 855,95 \text{ m}$$

$$\text{Estaca } 37 - A + 3 = O B \text{ a Est } 7 - B + 8 + 7,50 = \frac{155,50 \text{ m}}{1\,011,45 \text{ m}}$$

$$A = 1\,011,45 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} = 2\,022,90 \text{ m}^2$$

11 - Recuperação de pavimentação em pedra tosca e/ou paralelepípedo

$$A = 2\,022,90 \text{ m}^2$$

12 - Assentamento e montagem da tubulação, incluindo conexões, peças, acessórios e testes hidrostáticos

$$\varnothing = 200 \text{ mm} - L = 4\,180,00 \text{ m}$$

$$\varnothing = 100 \text{ mm} - L = 155,50 \text{ m}$$

13 - Blocos de ancoragem em concreto - 150 kg/m³

$$V = 2,81 \text{ m}^3 \times 1,10 = 3,09 \text{ m}^3$$

14 - Caixa de ventosas**14 1 - Locação da obra com gabarito de madeira**

$$A = 1,21 \times 4 = 4,84 \text{ m}^2$$

14 2 - Escavação manual em material de 1ª Categoria

$$V = 4,62 \times 4 = 18,48 \text{ m}^3 \quad - \quad 1^\text{a} \text{ Categoria} - 60\%$$

$$- \quad 2^\text{a} \text{ Categoria} - 40\%$$

$$V = 18,48 \times 0,60 = 11,09 \text{ m}^3$$

14 3 - Escavação manual em material de 2ª Categoria

$$V = 18,48 - 11,09 = 7,39 \text{ m}^3$$

14 4 - Reaterro compactado em camadas de 30 cm

$$V = 2,69 \times 4 = 10,76 \text{ m}^3$$

14 5 - Concreto simples fck = 10,0 MPa

$$V = 0,33 \times 4 = 1,32 \text{ m}^3$$

14 6 - Concreto estrutural fck = 15,0 MPa. inclusive forma e armação em aço CA 50B

$$V = 0,11 \times 4 = 0,44 \text{ m}^3$$

14 7 - Alvenaria de elevação em tijolos cerâmicos furados, espessura 10 cm (1/2 vez)

$$A = 5,32 \times 4 = 21,28 \text{ m}^2$$

14 8 - Revestimento em chapisco (1 3)

$$A = 10,64 \times 4 = 42,56 \text{ m}^2$$

14 9 - Reboco (1 3)

$$A = 5,32 \times 4 = 21,28 \quad 2 = 10,64 \text{ m}^2$$

14 10 - Emboço com impermeabilizante

$$A = 21,28 \quad 2 = 10,64 \text{ m}^2$$

15 - Caixa de Registros

15 1 - Locação da Obra com gabarito de madeira

$$A = 2,28 \times 6 = 13,68 \text{ m}^2$$

15 2 - Escavação manual em material de 1ª Categoria

$$V = 10,57 \times 6 = 63,42 \text{ m}^3 \rightarrow 60\% \quad - \quad 1^{\text{a}} \text{ Categoria}$$
$$40\% \quad - \quad 2^{\text{a}} \text{ Categoria}$$

$$V = 63,42 \times 0,60 = 38,05 \text{ m}^3$$

15 3 - Escavação manual em material de 2ª Categoria

$$V = 63,42 - 38,05 = 25,37 \text{ m}^3$$

15 4 - Reaterro compactado em camadas de 30 cm

$$V = 5,03 \times 6 = 30,18 \text{ m}^3$$

15 5 - Concreto simples fck = 10,0 MPa

$$V = 0,46 \times 6 = 2,76 \text{ m}^3$$

15 6 - Concreto estrutural fck = 15,0 MPa, inclusive forma e armação em aço CA 50B

$$V = 0,17 \times 6 = 1,02 \text{ m}^3$$

15 7 - Alvenaria de elevação em tijolos cerâmicos furados, espessura = 10 cm (1/2 vez)

$$A = 9,37 \times 6 = 56,22 \text{ m}^2$$

15 8 - Revestimento em Chapisco (1 3)

$$A = 18,74 \times 6 = 112,44 \text{ m}^2$$

15 9 - Revestimento em reboco (1 3)

$$A = 9,37 \times 6 = 56,22 \text{ m}^2$$

15 10 - Emboço com impermeabilizante

$$a = 56,22 \text{ m}^2$$

3 5 SISTEMA ELÉTRICO

3 5 1 INTRODUÇÃO

A presente memória de cálculo tem por objetivo o dimensionamento dos dispositivos de proteção e controle, bem como os alimentadores das unidades que compõem o Projeto Elétrico das Adutoras de Cariús e Jucás

Para tanto consideraremos

3 5 1 1- Corrente presumida de curto-circuito

3 5 1 2- Corrente em regime contínuo

3 5 1 3- Dimensionamento dos alimentadores

3 5 1 3 1- Aspecto corrente em regime contínuo

3 5 1 3 2- Aspecto corrente de curto-circuito

3 5 1 3 3- Aspecto queda de tensão em regime contínuo

3 5 1 3 3- Aspecto queda de tensão em regime de partida

3 5 1 4- Dimensionamento dos dispositivos de proteção

3 5 1 4 1- Aspecto corrente nominal

3 5 1 4 2- Aspecto curto-circuito

3 5 1 4 3- Aspecto sobrecarga

3 5 1 5- Dimensionamento do Padrão de Energia.

3 5 2 DESENVOLVIMENTO

3 5 2 1 CAPTAÇÃO

Para efeitos práticos, consideraremos o nível de curto-circuito na rede de energia elétrica da COELCE como sendo $icc = 5\ 000\text{KA}$

3 5 2 1 1 CORRENTE EM REGIME NOMINAL

3 5 2 1 1 1- Ramal dos motores M1 e M2

Os motores de 15cv serão alimentados por rede trifásica em 380V
Conforme catálogo do fabricante de motores, temos

$$I_n = 23,5\text{A} \quad FS = 1,15 \quad \text{Logo, } IN = I_n \times FS, \text{ onde } IN = 27,02\text{A}$$

3 5 2 1 1 2- Alimentador geral em 380V

Tendo a DMP calculada no projeto, temos $DMP = 15,21\ \text{KVA}$

A corrente nominal do alimentador geral, portanto será

$$I_n = \frac{15,21}{1,73 \times 0,22} \quad I_n = 40\text{A}$$

3 5 2 1 2 DIMENSIONAMENTO DOS ALIMENTADORES

3 5 2 1 2 1- Ramal dos motores M1 e M2

3 5 2 1 2 1 1- Aspecto corrente em regime contínuo

De acordo com a NBR - 5410, para 30°C de temperatura ambiente e 70°C de temperatura no alimentador, utilizando-se condutores com isolamento de PVC 70°C (1KV) instalados em eletrodutos no piso, com 1 condutor por fase, temos

$I_{al} = 1,25 \times I_N$ $I_{al} = 33,77$ Conforme catálogo do fabricante de condutores PIRELLI, temos

- Condutor fase 1 x seção nominal 4mm^2
- Condutor de proteção 1 x seção nominal 4mm^2
- Condutor com isolamento para 1KV tipo PVC - 70°C

3 5 2 1 2 1 2- Aspecto corrente de curto-circuito

Tendo em vista a utilização de condutores com isolamento de PVC para 1KV 70°C e considerando-se as temperaturas em regime constante e em curto-circuito como sendo respectivamente 70°C e 160°C , para os condutores adotados no item 2 1 2 1 1 o tempo admissível de curto-circuito será

$$T_s = 115\,679 \times \frac{(\text{seção } \text{mm}^2)^2}{I_{cc}^2} \times \text{Log } 10 \frac{(t_f + 234)}{t_o + 234} \quad \text{onde}$$

- t_f = temperatura final do condutor no curto-circuito
- t_o = temperatura inicial do condutor no curto-circuito
- I_{cc} = corrente de curto-circuito simétrico

$$t_s = 115\,679 \times \frac{(4)^2}{(5\,000)^2} \times \text{Log } 10 \frac{(160 + 234)}{70 + 234}$$

$$t_s = 8 \text{ ms}$$

Obs Como o tempo de atuação da proteção dos motores é de aproximadamente 1ms, o alimentador em questão é plenamente satisfatório

3 5 2 1 2 1 3- Aspecto queda de tensão em regime contínuo

A distância máxima do QCM aos conjuntos elevatórios é muito pequena (cerca de 4,0m), logo este cálculo é irrelevante

3 5 2 1 2 1 4- Aspecto queda de tensão em regime de partida

A partida dos motores será feita através da utilização de Chave Compensadora. Nestas condições, a corrente de partida do motor pode ser calculada pela fórmula abaixo

$$I_p = I_p/I_n \times (0,65)^2 \times I_n$$

onde I_p = corrente de partida do motor
 I_n = corrente nominal do motor
 I_p/I_n = fator rotor bloqueado (fabricante)

$$I_p = 7,0 \times (0,65)^2 \times 23,5 \qquad I_p = 69,50A$$

$$DV = 9,20 \times 69,50 \times 0,004 \qquad DV = 2,55 \qquad DV\% = DV \times 100/380$$

$$DV\% = 0,67\%$$

Tendo em vista os cálculos dos itens anteriores (2 1 2 1 1 a 2 1 2 1 4), adotaremos o seguinte alimentador

- Condutor fase 1 x seção nominal 4mm²
- Condutor de proteção 1 x seção nominal 4mm²
- Condutores com isolamento para 1KV tipo PVC - 70°C

3 5 2 1 2 2- Alimentador Geral

Conforme recomendação da norma de distribuição da COELCE, adotaremos o seguinte alimentador geral

- Condutor fase 1 x seção nominal 16mm²
- Condutor de proteção 1 x seção nominal 16mm²
- Condutores com isolamento para 1KV tipo PVC - 70°C

3 5 2 1 3 DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

MOTORES M1 e M2

$P = 15cv$	$V_n = 380V - 60Hz$
$n = 0,83$	$I_n = 23,5A$
$FS = 1,15$	$I_p/I_n = 7,0$ (Rotor bloqueado)
$FP = 0,82$	$t_{rb} = 6s$ (Rotor bloqueado)

Rpm = 3600 ta = 4s (Aceleração - estimado)

Obs Dados referentes ao catálogo do fabricante de motores WEG

3 5 2 1 3 1- Contatores tripolares de força

Será adotado o seguinte critério, no dimensionamento dos contatores

K1 = 1,25 x IN Obs: Os parâmetros são válidos para chave compensadora

K2 = 0,44 x 1,25 x IN com tap de tensão para 65%

K3 = 0,33 x 1,25 x IN

K1 = 1,25 x 27,02 K1 = 34A Contador adotado 3TB47 SIEMENS

K2 = 0,44 x 1,25 x 27,02 K2 = 15A Contador adotado 3TB44 SIEMENS

K3 = 0,33 x 1,25 x 27,02 K3 = 12A Contador adotado 3TB44 SIEMENS

3 5 2.1 3 2- Relés de sobrecarga

Relé adotado deverá ser adotado um relé de sobrecarga cuja faixa de operação contenha o valor 17A Adotaremos, portanto, o relé de sobrecarga tipo 3UA42 00-7AK com faixa de ajuste de 25-40A

3 5 2.1 3 3 - Dimensionamento dos fusíveis

Na determinação dos fusíveis para proteção dos motores, levaremos em consideração os seguintes parâmetros

Irb = I_p In = 7,0 x 23,50 Irb = 164,50A trb = 6s ta = 4s Icc = 5KA
 (estimado)

In

Conforme catálogo do fabricante de fusíveis SIEMENS, o elo fusível recomendado é do tipo NH-50A

Tendo em vista os parâmetros acima, verificamos o fusível em questão

OCORRENCIAS	ATUAÇÃO DO FUSÍVEL	
	TEMPO ESPERADO	TEMPO REAL
- Corrente nominal = 23,5A	nop	nop
- Corrente de partida = 69,43A	t > 4s	10min
- Rotor bloqueado = 164,5A	t < 6s	1s (*)
- Curto-circuito = 5KA	0	1ms

Conforme se pode constatar em questão é ideal, principalmente pelo mesmo "enxergar" a corrente de rotor bloqueado. o que o torna uma proteção de retaguarda para o relé de sobrecarga

3 5 2 1 3 4- Dimensionamento do seccionador geral

Adotaremos o seguinte critério no cálculo do seccionador geral

$$ICSG = 1,5 \times IG \quad \text{onde } ICSG = \text{Corrente do seccionador geral}$$

$$IG = \text{Soma das correntes dos motores}$$

$$IG = 23,5A \quad ICSG = 1,15 \times 23,5 \quad ICSG = 27,02A$$

Seccionador adotado 3KU 1 125 com acionamento sob-carga da SIEMENS

3 5 2 1 4 DIMENSIONAMENTO DO PADRÃO DE ENERGIA

Tendo em vista a demanda máxima provável calculada na relação geral de cargas do projeto elétrico. adotaremos o padrão de energia com as seguintes características

Como proteção geral foi previsto um disjuntor termo-magnético tripolar em caixa moldada com as seguintes características

- Corrente nominal 70A
 - Capacidade de interrupção mínima. 20KA
 - Elemento térmico fixo em 70A
 - Tensão de isolamento 660VCA
 - Frequência 60Hz
-
- Os condutores exigidos pela norma da COELCE serão
 - Condutores fase Bitola 25mm² com isolamento para 1KV 70°C
 - Condutor neutro Bitola 25mm² com isolamento para 1KV 70°C

3 5 2 2 ESTAÇÃO TRATAMENTO (ETA) E ELEVATÓRIA

Para efeitos práticos, consideraremos o nível de curto-circuito na rede de energia elétrica da COELCE como sendo $i_{cc} = 5\ 000\text{KA}$

3 5 2 2 1 CORRENTE EM REGIME NOMINAL

3 5 2 2 1 1- Ramal dos motores M1 a M3

Os motores de 30cv serão alimentados trifasicamente em 380V Conforme catálogo do fabricante de motores WEG, temos

$$I_n = 40,5\text{A} \quad FS = 1,15 \quad \text{Logo, } I_N = I_n \times FS, \text{ onde } I_N = 46,57\text{A}$$

3 5 2 2 1 2 - Alimentador geral em 380V

Tendo a DMP calculada no projeto, temos $DMP = 101,50\ \text{KVA}$

A corrente nominal do alimentador geral, portanto será

$$I_n = \frac{101,50}{1,73 \times 0,380} \quad I_n = 154,39A$$

3 5 2 2 2 DIMENSIONAMENTO DOS ALIMENTADORES

3 5 2 2 2 1- Ramal dos motores M1 a M3

3 5 2 2 2 1 1- Aspecto corrente em regime contínuo

De acordo com a NBR - 5410, para 30°C de temperatura ambiente e 70°C de temperatura no alimentador, utilizando-se condutores com isolamento de PVC 70°C (1KV) instalados em eletrodutos no piso, com 1 condutor por fase, temos

$I_{al} = 1,25 \times I_N \quad I_{al} = 58,21A$ Conforme catálogo do fabricante de condutores PIRELLI, temos

- Condutor fase: 1 x seção nominal 10mm²
- Condutor de proteção 1 x seção nominal 10mm²
- Condutor com isolamento para 1KV tipo PVC - 70°C

3 5 2.2 2 1 2- Aspecto corrente de curto-circuito

Tendo em vista a utilização de condutores com isolamento de PVC para 1KV 70°C e, considerando-se as temperaturas em regime constante e em curto-circuito como sendo respectivamente 70°C e 160°C, para os condutores adotados no item 2 2 2 1 1 o tempo admissível de curto-circuito será

$$T_s = 115\,679 \times \frac{(\text{seção mm}^2)^2}{I_{cc}^2} \times \text{Log } 10 \frac{(t_f + 234)}{t_o + 234} \quad \text{onde}$$

t_f = temperatura final do condutor no curto-circuito
 t_o = temperatura inicial do condutor no curto-circuito
 I_{cc} = corrente de curto-circuito simétrico

$$t_s = 115\,679 \times \frac{(16)^2}{(10\,000)^2} \times \text{Log } 10 \frac{(160 + 234)}{70 + 234}$$

$t_s = 5,2\text{ms}$

Obs Como o tempo de atuação da proteção dos motores é de aproximadamente 1ms, o alimentador em questão é plenamente satisfatório

3 5 2 2 2 1 3- Aspecto queda de tensão em regime contínuo

A distância máxima do QCM aos conjuntos elevatórios é muito pequena (cerca de 4,0m), logo este cálculo é irrelevante

3 5 2 2 2 1.4- Aspecto queda de tensão em regime de partida

A partida dos motores será feita através da utilização de Chave Magnética Nestas condições, a corrente de partida do motor pode ser calculada pela fórmula abaixo

$I_p = I_p/I_n \times I_n$ onde I_p = corrente de partida do motor
 I_n = corrente nominal do motor
 I_p/I_n = fator rotor bloqueado (fabricante)

$I_p = 6,3 \times 40,50$ $I_p = 255,15\text{A}$

Tendo em vista os cálculos dos itens anteriores (2 2 2 1 1 a 2 2 2 1 4), adotaremos o seguinte alimentador

- Condutor fase 1 x seção nominal 25mm^2
- Condutor de proteção 1 x seção nominal 25mm^2
- Condutores com isolamento para 1KV tipo PVC - 70°C

3 5 2.2.2 2- Alimentador Geral

Conforme recomendação da norma de distribuição da COELCE, adotaremos o seguinte alimentador geral

- Condutor fase 1 x seção nominal 70mm^2
- Condutor de proteção 1 x seção nominal 35mm^2

- Condutores com isolamento para 1KV tipo PVC - 70°C

3 5 2 2 3 DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

MOTORES M1 a M3

P = 30cv Vn = 380V - 60Hz
n = 0,89 In = 40,5A
FS = 1,15 Ip/In = 6,3 (Rotor bloqueado)

FP = 0,88 trb = 6s (Rotor bloqueado)
Rpm = 3600 ta = 4s (Aceleração - estimado)

Obs Dados referentes ao catálogo do fabricante de motores WEG

3 5 2.2 3 1- Contatores tripolares de força

Será adotado o seguinte critério, no dimensionamento dos contatores

K1 = 1,25 x IN Obs: Os parâmetros são válidos para chave compensadora
com tap de 65%

K1 = 1,25 x 46,57 K1 = 58,21A Contador adotado 3TB48 SIEMENS
K2 = 0,44 x 1,25 x 46,57 K2 = 25,61A Contador adotado 3TB46 SIEMENS
K3 = 0,33 x 1,25 x 46,57 K3 = 19,20A Contador adotado 3TB46 SIEMENS

3.5 2.2 3 2- Relés de sobrecarga

Relé adotado deverá ser adotado um relé de sobrecarga cuja faixa de operação contenha o valor 40,5A Adotaremos, portanto, o relé de sobrecarga tipo 3UA42 007AN com faixa de ajuste de 40-63AA

3 5 2 2 3.3- Dimensionamento dos fusíveis

Na determinação dos fusíveis para proteção dos motores, levaremos em consideração os seguintes parâmetros

$I_{rb} = I_p \cdot I_n = 6,3 \times 40,50 \quad I_{rb} = 255,15A \quad t_{rb} = 6s \quad t_a = 4s \quad I_{cc} = 5,000KA$
 (estimado)

I_n

Conforme catálogo do fabricante de fusíveis SIEMENS, o elo fusível recomendado é do tipo NH-63A

Tendo em vista os parâmetros acima, verificamos o fusível em questão

OCORRENCIAS	ATUAÇÃO DO FUSÍVEL	
	TEMPO ESPERADO	TEMPO REAL
- Corrente nominal = 40,50A	nop	nop
- Corrente de partida = 107,80A	$t > 4s$	10min
- Rotor bloqueado = 255,15A	$t < 6s$	10s
- Curto-circuito = 10,000KA	0	1ms

Conforme se pode constatar o fusível em questão atende aos requisitos

3 5.2 2 3 4 - Dimensionamento do seccionador geral

Adotaremos o seguinte critério no cálculo do seccionador geral

$ICSG = 1,5 \times IG$ onde $ICSG =$ Corrente do seccionador geral
 $IG =$ Soma das correntes dos motores

$IG = 81A$ $ICSG = 1,5 \times 81$ $ICSG = 121,5A$

3 5 2.2.4 DIMENSIONAMENTO DO PADRÃO DE ENERGIA

Tendo em vista a demanda máxima provável calculada na relação geral de cargas do projeto elétrico, adotaremos o padrão de energia com as seguintes características

Como proteção geral foi previsto um disjuntor termo-magnético tripolar em caixa moldada com as seguintes características

- Corrente nominal 100A
- Capacidade de interrupção mínima 5KA
- Elemento térmico fixo em 100A
- Tensão de isolamento. 660VCA
- Frequência 60Hz

- Os condutores exigidos pela norma da COELCE serão
 - Condutores fase. Bitola 35mm² com isolamento para 1KV 70°C
 - Condutor neutro. Bitola 35mm² com isolamento para 1KV 70°C

A corrente nominal do alimentador geral, portanto será

$$I_n = \frac{101,50}{1,73 \times 0,22} \quad I_n = 267,10A$$

3 5 3 1 2 DIMENSIONAMENTO DOS ALIMENTADORES

3 5 3 1 2 1- Ramal dos motores M4 e M5

3 5 3 1 2 1 1- Aspecto corrente em regime contínuo

De acordo com a NBR - 5410, para 30°C de temperatura ambiente e 70°C de temperatura no alimentador, utilizando-se condutores com isolamento de PVC 70°C (1KV) instalados em eletrodutos no piso, com 1 condutor por fase, temos

$I_{al} = 1,25 \times I_N$ $I_{al} = 51,02$ Conforme catálogo do fabricante de condutores PIRELLI, temos

- Condutor fase 1 x seção nominal 6mm²
- Condutor de proteção. 1 x seção nominal 6mm²
- Condutor com isolamento para 1KV tipo PVC - 70°C

3 5 3 1 2 1 2- Aspecto corrente de curto-circuito

Tendo em vista a utilização de condutores com isolamento de PVC para 1KV 70°C e, considerando-se as temperaturas em regime constante e em curto-circuito como sendo respectivamente 70°C e 160°C, para os condutores adotados no item 2 1 2 1 1 o tempo admissível de curto-circuito será

$$T_s = 115\,679 \times \frac{(\text{seção mm}^2)^2 \times \text{Log } 10 \left(\frac{t_f + 234}{t_o + 234} \right)}{I_{cc}^2} \quad \text{onde}$$

t_f = temperatura final do condutor no curto-circuito

t_o = temperatura inicial do condutor no curto-circuito

I_{cc} = corrente de curto-circuito simétrico

$$ts = 115\,679 \times \frac{(6)^2}{(5\,000)^2} \times \text{Log}_{10} \frac{(160 + 234)}{70 + 234}$$

$$ts = 3,2 \text{ ms}$$

Obs Como o tempo de atuação da proteção dos motores é de aproximadamente 1ms, o alimentador em questão é plenamente satisfatório

3 5 3 1.2.1.3- Aspecto queda de tensão em regime contínuo

A distância máxima do QCM aos conjuntos elevatórios é muito pequena (cerca de 4,0m), logo este cálculo é irrelevante

3 5 3 1 2.1 4- Aspecto queda de tensão em regime de partida

A partida dos motores será feita através da utilização de Chave Compensadora Nestas condições, a corrente de partida do motor pode ser calculada pela fórmula abaixo

$$I_p = I_p/I_n \times (0,65)^2 \times I_n$$

onde I_p = corrente de partida do motor

I_n = corrente nominal do motor

I_p/I_n = fator rotor bloqueado (fabricante)

$$I_p = 6,8 \times (0,65)^2 \times 35,5$$

$$I_p = 101,99A$$

$$DV = 9,20 \times 101,99 \times 0,004$$

$$0,98\%$$

$$DV = 3,75$$

$$DV\% = DV \times 100/380$$

$$DV\% =$$

Tendo em vista os cálculos dos itens anteriores (2 1 2 1 1 a 2 1 2 1 4), adotaremos o seguinte alimentador

- Condutor fase 1 x seção nominal 6mm²
- Condutor de proteção 1 x seção nominal 6mm²
- Condutores com isolamento para 1KV tipo PVC - 70°C

3 5 3 1 2 2- Alimentador Geral

Conforme recomendação da norma de distribuição da COELCE, adotaremos o seguinte alimentador geral

- Condutor fase 1 x seção nominal 16mm²
- Condutor de proteção 1 x seção nominal 16mm²
- Condutores com isolamento para 1KV tipo PVC - 70°C

3 5 3 1 3 DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

MOTORES M4 e M5

P = 20cv	Vn = 380V - 60Hz
n = 0,83	In = 35,5A
FS = 1,15	Ip/In = 6,8 (Rotor bloqueado)
FP = 0,73	trb = 6s (Rotor bloqueado)
Rpm = 3600	ta = 4s (Aceleração - estimado)

Obs Dados referentes ao catálogo do fabricante de motores WEG

3 5 3 1 3 1- Contatores tripolares de força

Será adotado o seguinte critério, no dimensionamento dos contatores

K1 = 1,25 x IN Obs Os parâmetros são válidos para chave compensadora
K2 = 0,44 x 1,25 x IN com tap de tensão para 65%
K3 = 0,33 x 1,25 x IN

K1 = 1,25 x 35.5 K1 = 44,37A Contador adotado 3TB48 SIEMENS

$K2 = 0,44 \times 1,25 \times 35,5$ $K2 = 19,52A$ Contador adotado 3TB46 SIEMENS
 $K3 = 0,33 \times 1,25 \times 35,5$ $K3 = 14,64A$ Contador adotado 3TB44 SIEMENS

3 5 3 1 3 2- Relés de sobrecarga

Relé adotado deverá ser adotado um relé de sobrecarga cuja faixa de operação contenha o valor 17A Adotaremos, portanto, o relé de sobrecarga tipo 3UA42 00-7AV com faixa de ajuste de 25-40A

3 5 3 1 3.3 - Dimensionamento dos fusíveis

Na determinação dos fusíveis para proteção dos motores, levaremos em consideração os seguintes parâmetros

$I_{rb} = I_p \cdot I_n = 6,8 \times 35,50$ $I_{rb} = 241,40A$ $t_{rb} = 6s$ $t_a = 4s$ $I_{cc} = 5KA$ (estimado)
 I_n

Conforme catálogo do fabricante de fusíveis SIEMENS, o elo fusível recomendado é do tipo NH-50A

Tendo em vista os parâmetros acima, verificamos o fusível em questão

OCORRENCIAS	ATUAÇÃO DO FUSÍVEL	
	TEMPO ESPERADO	TEMPO REAL
- Corrente nominal = 35,5A	nop	nop
- Corrente de partida = 101,99A	$t > 4s$	10min
- Rotor bloqueado = 241,40A	$t < 6s$	1s (*)
- Curto-circuito = 5KA	0	1ms

Conforme se pode constatar em questão é ideal, principalmente pelo mesmo “enxergar” a corrente de rotor bloqueado, o que o torna uma proteção de retaguarda para o relé de sobrecarga

3 5 3 1 3 4- Dimensionamento do seccionador geral

Adotaremos o seguinte critério no cálculo do seccionador geral

$ICSG = 1,5 \times IG$ onde $ICSG =$ Corrente do seccionador geral
 $IG =$ Soma das correntes dos motores

$IG = 71A$ $ICSG = 1,15 \times 71$ $ICSG = 106,5A$

Seccionador adotado 3KU 9 227 com acionamento sob-carga da SIEMENS

3 5 3 1 4 DIMENSIONAMENTO DO PADRÃO DE ENERGIA

Tendo em vista a demanda máxima provável calculada na relação geral de cargas do projeto elétrico, adotaremos o padrão de energia com as seguintes características

Como proteção geral foi previsto um disjuntor termo-magnético tripolar em caixa moldada com as seguintes características

- Corrente nominal 80A
- Capacidade de interrupção mínima 20KA
- Elemento térmico fixo em 80A
- Tensão de isolamento: 660VCA
- Frequência 60Hz

- Os condutores exigidos pela norma da COELCE serão
 - Condutores fase Bitola 25mm² com isolamento para 1KV 70°C
 - Condutor neutro Bitola 25mm² com isolamento para 1KV 70°C