

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

**COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO
GRANDE DO NORTE - CAERN**

**ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO
(SISTEMA ADUTOR AGRESTE/TRAIRI/POTENGI)**

**ESTUDO DO REFORÇO HÍDRICO,
PELA INCORPORAÇÃO DE NOVOS MANANCIAS,
DA ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO**



FEVEREIRO/2004

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	3
2.	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ADUTOR A SER AMPLIADO.....	4
3.	ESTUDOS ANTECEDENTES.....	7
4.	PLANEJAMENTO DA AMPLIAÇÃO DA OFERTA HÍDRICA.....	8
4.1	SITUAÇÃO ATUAL	8
4.2	AMPLIAÇÃO DA OFERTA HÍDRICA	8
4.2.1	Descrição das Alternativas Propostas	9
4.2.2	Conclusões dos Estudos Realizados.....	11
5.	PLANEJAMENTO DA AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE DE ADUÇÃO DO SISTEMA ADUTOR	17
5.1	CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES.....	17
5.2	ANÁLISES EFETUADAS	17
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	38
6.1	CONCLUSÕES.....	38
6.2	RECOMENDAÇÕES.....	39

TABELAS

Tabela 2.1 - Extensão e Diâmetros dos Trechos Componentes da Adutora Monsenhor Expedito.....	5
Tabela 2.2 - Características do Sistema Elétrico das Estações de Bombeamento da Adutora Monsenhor Expedito.....	6
Tabela 4.1 - Análise Financeira das Alternativas - Custos de Investimentos	11
Tabela 4.2 - Estimativa de Custos para Implantação do Sistema Canjoão	16
Tabela 5.1 - Parâmetros Resultantes da Associação de Bombas	36
Tabela 5.2 - Parâmetros Operacionais das EB's: 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13 e 14	37
Tabela 6.1 - Avaliação dos Diâmetros dos Trechos Assentados Paralelamente ($q = 120/100/30$)	40
Tabela 6.2 - Avaliação dos Diâmetros dos Trechos Assentados Paralelamente ($q = 150/100/30$)	41

FIGURAS

Figura 4.1 - Esquema Hidráulico da Captação nos Poços Canjoão	14
Figura 4.2 - Esquema Hidráulico da Captação nos Poços Boacica	15
Figura 5.1 - Adutora Monsenhor Expedito - Esquema das Obras da 1ª Etapa	18

GRÁFICOS

Gráfico 5.1 - EB-01 - Rotor Máximo 504mm	19
Gráfico 5.2 - EB-02 - Rotor Máximo 504mm	20
Gráfico 5.3 - EB-03 - Rotor Máximo 320mm	21
Gráfico 5.4 - EB-04 - Rotor Máximo 265mm	22
Gráfico 5.5 - EB-05 - Rotor Máximo 265mm	23
Gráfico 5.6 - EB-06 - Rotor Máximo 265mm	24
Gráfico 5.7 - EB-15 - Rotor Máximo 320mm	25
Gráfico 5.8 - EB-16 - Rotor Máximo 320mm	26
Gráfico 5.9 - EB-01 - Bomba KSB CPK 250-500 - 1.750rpm	27
Gráfico 5.10 - EB-02 - Bomba KSB CPK 250-500 - 1.750rpm	28
Gráfico 5.11 - EB-03 - Bomba KSB WKL-123/4 - 1.750rpm	29
Gráfico 5.12 - EB-04 - Bomba KSB WKL-100/6 - 1.750rpm	30
Gráfico 5.13 - EB-05 - Bomba KSB WKL-100/6 - 1.750rpm	31
Gráfico 5.14 - EB-06 - Bomba KSB WKL-100/5 - 1.750rpm	32
Gráfico 5.15 - EB-15 - Bomba KSB WKL-125/5 - 1.750rpm	33
Gráfico 5.16 - EB-16 - Bomba KSB WKL-125/3 - 1.750rpm	34
Gráfico 6.1 - Adutora Monsenhor Expedito - Planejamento de Aumento da Oferta Hídrica em Função da Demanda	42

ANEXOS

Anexo 1 - Simulações Indicando as Máximas Demandas nos Vários Trechos entre EB's para os Coeficientes de Demanda de 120/100/30 e 150/100/30 para os anos 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014 e 2016
Anexo 2 - Populações no Anos 2004 das Cidades e Comunidades Atendidas pela Adutora Monsenhor Expedito
Anexo 3 - Fichas Cadastrais das Bombas das EB's 01, 02, 03, 04, 05, 06, 15 e 16
Anexo 4 - Dados Fornecidos pelo Fabricante das Bombas
Anexo 5 - Memória de Cálculo - Cálculo dos Diâmetros das Tubulações a Serem Instaladas Paralelamente aos Trechos EB-01/EB-02

DESENHOS

Desenho 01 - Esquema Horizontal das Cidades, Chafarizes e Derivações
Desenho 02 - Arranjo Geral das Obras

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório tem o objetivo de submeter à apreciação da CAERN o Estudo do Reforço Hídrico, pela Incorporação de Novos Mananciais, da Adutora Monsenhor Expedito, bem como do aumento da sua capacidade de adução.

Esse estudo baseou-se nos resultados obtidos das várias análises técnicas efetuadas sobre o comportamento dos mananciais que ora suprem a captação do sistema adutor e também nos estudos antecedentes relativos a Concepção da Ampliação do Sistema Adutor e de Identificação, Avaliação de Alternativas de Captação das Águas da Adutora Monsenhor Expedito.

O presente relatório é composto de 7 (sete) Capítulos, incluindo este, a saber:

- Capítulo 2: Apresenta a descrição das características principais do sistema adutor alvo do estudo;
- Capítulo 3: Cita os principais estudos antecedentes relativos ao sistema adutor, que serviram de base à elaboração do presente relatório;
- Capítulo 4: Apresenta as diretrizes a serem seguidas, com vistas a ampliação da oferta hídrica do sistema adutor;
- Capítulo 5: Mostra, a nível de planejamento, as etapas a serem seguidas, para o aumento da capacidade de adução do sistema adutor;
- Capítulo 6: Apresenta as conclusões auferidas dos estudos e as recomendações pertinentes;
- Capítulo 7: Apresenta, sob forma de anexos, os dados básicos relativos às características operacionais/físicas das obras do sistema adutor, simulações efetuadas sobre a operação do sistema e demonstrativos de cálculos efetuados.

2. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ADUTOR A SER AMPLIADO

A Adutora Monsenhor Expedito (Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi) encontra-se totalmente implantada, conforme Projeto Executivo elaborado pela TECHNE Engenheiros Consultores S/C Ltda., concluído em 1997.

Encontra-se em operação pela CAERN, possuindo as seguintes características principais:

- Captação: Lagoa do Bonfim + Sete Poços Subterrâneos;
- Tipo de Tratamento: Cloração;
- Extensão Total: 316.000 m;
- Vazão Máxima de Projeto: 452,32 l/s;
- Período de Funcionamento: 20 horas/dia;

O Desenho 01, apresentado no final deste relatório, mostra as características do Sistema Adutor como originalmente projetado, as comunidades rurais não previstas no projeto, que atualmente se encontram ligadas à adutora, e também as três novas subadutoras previstas para o abastecimento das cidades de Japi, Serra de São Bento, Monte das Gameleiras, São Bento do Trairi, Coronel Ezequiel, Campo Redondo e Jaçanã.

As principais características dos 25 (vinte e cinco) trechos considerados no projeto da Adutora Monsenhor Expedito, que ora se encontra em operação, são mostradas na Tabela 2.1.

A Tabela 2.2, apresenta as características do abastecimento elétrico das 16 (dezesesseis) Estações de Bombeamento integrantes do Sistema Adutor, considerados no Projeto Executivo Original.

Tabela 2.1 - Extensão e Diâmetros dos Trechos Componentes da Adutora Monsenhor Expedito

Trecho	EB-01/EB-02	EB-02/Derivação para EB-07	EB-03/Derivação para EB-09	Derivação para EB-09/EB-09	Derivação para EB-09/EB-04	EB-04/EB-15	EB-15/EB-16
Extensão (m)	20.946	24.580	16.748	9.974	3.020	12.535	20.859
Diâmetro (mm)	600	600	450	300	400	350	350

Trecho	EB-16/Santa Cruz	EB-09/EB-10	EB-10/Derivação para EB-11	EB-11/EB-12	EB-12/Sítio Novo	EB-11/Derivação para EB-14	EB-14/EB-13
Extensão (m)	6.850	8.728	14.401	8.096	7.199	8.184	2.083
Diâmetro (mm)	300	250	250	100	100	250	150

Trecho	EB-13/Ruy Barbosa	EB-14/São Tomé	EB-05/EB-06	EB-06/Der. Passa e Fica-Lagoa d'Ánta	EB-06/São José do Campestre	Der. P. e Fica-Lagoa d'Ánta/P. e Fica
Extensão (m)	9.153	18.002	27.657	8.600	487	8.395
Diâmetro (mm)	100	200	300	200	200	150

Trecho	Der. P. e Fica-Lagoa d'Ánta/L. d'Ánta	EB-07/EB-08	EB-08/São Pedro	São Pedro/Ielmo Marinho	São Pedro/São Paulo do Potengi
Extensão (m)	7.980	18.066/5.139	7.594	15.514	16.667
Diâmetro (mm)	150	300/250	250	100	250

**Tabela 2.2 - Características do Sistema Elétrico das Estações de Bombeamento da
Adutora Monsenhor Expedito**

3. ESTUDOS ANTECEDENTES

Os principais estudos antecedentes que serviram de base para a elaboração do presente Relatório são listados a seguir:

- ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO (SISTEMA ADUTOR AGRESTE/TRAIRI/POTENGI) - ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS E EQUIPAMENTOS DA 1ª ETAPA/ABRIL 1997 - Elaborado pela TECHNE Engenheiros Consultores S/C Ltda., para a Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte - SERHID;
- ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO (SISTEMA ADUTOR AGRESTE/TRAIRI/POTENGI) - ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS E EQUIPAMENTOS DA 2ª ETAPA/JULHO 1997 - Elaborado pela TECHNE Engenheiros Consultores S/C Ltda., para a Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte - SERHID;
- PESQUISA HIDROGEOLÓGICA DO COMPLEXO LAGUNAR DO BONFIM/AGOSTO 1998 - Elaborado pela Fundação Norteriograndense de Pesquisas e Cultura - FUNPEC, de autoria dos hidrogeólogos José Geraldo de Melo e Edilton Carneiro Feitosa;
- ESTUDO DE IDENTIFICAÇÃO, AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO E ELABORAÇÃO DE PROJETO BÁSICO PARA A CAPTAÇÃO DAS ÁGUAS DA ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO/FEVEREIRO 2002 - Elaborado pela TC/BR - Tecnologia e Consultoria Brasileira S.A., para a Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte - SERHID;
- ANÁLISE OPERACIONAL DA ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO/JANEIRO 2002 - Elaborado pela TECHNE Engenheiros Consultores S/C Ltda., para a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte - CAERN;
- ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO (SISTEMA ADUTOR AGRESTE/TRAIRI/POTENGI) - AMPLIAÇÃO DO SISTEMA ADUTOR - ESTUDO DE CONCEPÇÃO/NOVEMBRO 2003 - Elaborado pela TECHNE Engenheiros Consultores S/C Ltda., para a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte - CAERN;
- ADUTORA MONSENHOR EXPEDITO (SISTEMA ADUTOR AGRESTE/TRAIRI/POTENGI) - AMPLIAÇÃO DO SISTEMA ADUTOR - NOTA TÉCNICA - ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA SUPRIMENTO DE CAMPO REDONDO/JANEIRO 2004 - Elaborado pela TECHNE Engenheiros Consultores S/C Ltda., para a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte - CAERN.

4. PLANEJAMENTO DA AMPLIAÇÃO DA OFERTA HÍDRICA

4.1 SITUAÇÃO ATUAL

A Adutora Monsenhor Expedito (Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi) possui como manancial o Sistema Lacustre do Bonfim, por meio de uma captação superficial (Lagoa do Bonfim) e da exploração de 7 (sete) poços situados nas proximidades da estação elevatória principal existente (EB-01).

As águas brutas são reunidas em um único ponto, na estação elevatória EB-01, onde recebem desinfecção (cloração), sendo, posteriormente, recalçadas por essa e outras 15 (quinze) estações elevatórias, que compõem a Adutora Monsenhor Expedito (Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi), para distribuição de diversas cidades e localidades.

Na captação da Lagoa do Bonfim encontram-se instaladas 3 (três) bombas submersas, montadas em flutuantes, cuja capacidade individual de recalque é de, aproximadamente, 410,0 m³/h, ou 113,89 l/s. Considerando o funcionamento paralelo de duas unidades e uma de reserva, observa-se que a capacidade de recalque de águas da Lagoa do Bonfim é de 227,78 l/s. No mês de janeiro de 2002 o sistema de captação existente recalcou 349.336,53 m³, correspondendo a 11.268,92 m³/dia (130,42 l/s), ou seja, 57,3% da capacidade instalada.

Os poços tubulares profundos existentes, em um total de 7 (sete) unidades, apresentam uma capacidade de operação de 763,05 m³/h para um período total de 24 horas/dia. Considerando uma exploração máxima de 20 horas/dia essa capacidade passa para 635,87 m³/h, correspondendo a 176,63 l/s. No mês de janeiro de 2002 o sistema de captação por poços existente recalcou 390.622,63 m³, correspondendo a 12.600,73 m³/dia (145,84 l/s), ou seja, 82,6% da capacidade instalada.

Os estudos denominados de “Identificação, Avaliação de Alternativas de Captação das Águas da Adutora Monsenhor Expedito”, elaborados pela TC/BR - Tecnologia e Consultoria Brasileira S.A., tiveram como objetivo avaliar a disponibilidade hídrica de todo o Sistema Lacustre do Bonfim, que situa-se na chamada Região dos vales Úmidos do Estado do Rio Grande do Norte, que é representada por uma faixa costeira leste, que se estende desde a bacia do Boqueirão, no município de Touros, até a fronteira com o Estado da Paraíba, com largura média da ordem de 30 km.

Esta foi a área de abrangência desse estudo que identificou novas fontes de abastecimento para a Adutora Monsenhor Expedito e propôs um elenco de 5 (cinco) alternativas de suprimento.

4.2 AMPLIAÇÃO DA OFERTA HÍDRICA

A SERHID vem monitorando o sistema hídrico, constituído de 7 (sete) poços existentes e a Lagoa do Bonfim, que abastece a adutora ora em operação, com o intuito de diagnosticar o seu comportamento, diante da possibilidade de crescimento das demandas, quando da Ampliação do Sistema Adutor.

Os estudos hidrológicos e hidrogeológicos que foram realizados, paralelamente ao monitoramento, mostraram que o sistema composto dos 7 (sete) poços existentes em associação com a Lagoa do Bonfim possui capacidade cumulativa máxima da ordem de 250 l/s.

Com o apoio de trabalhos de campo na área de geofísica, topografia, perfuração de poços, testes de bombeamento e medições de vazão em rios e riachos da região, a TC/BR identificou novas fontes de suprimento hídrico e propôs um elenco de alternativas objetivando o atendimento das demandas que ultrapassem a capacidade cumulativa máxima do sistema de captação atual, de 250 l/s.

Quando a demanda superar a capacidade atual de produção de 250 l/s, o estudo acima referido sugere 5 (cinco) alternativas com as seguintes denominações:

- Alternativa 1: “Sistema Existente” - “Poços Boacica”;
- Alternativa 2: “Sistema Existente” - “Poços Canjoão”;
- Alternativa 3: “Sistema Existente” - “Poços Alcaçus”;
- Alternativa 4: “Sistema Existente” - “Riacho Boacica”;
- Alternativa 5: “Sistema Existente” - “Riacho Pium”.

Todos os sistemas complementares do “Sistema Existente”, possuem capacidade de vazão de 250 l/s.

4.2.1 Descrição das Alternativas Propostas

As fontes complementares para a expansão da oferta hídrica para a Adutora Monsenhor Expedito (Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi) englobaram dois grupos principais, formados por três alternativas de mananciais subterrâneos e duas opções por mananciais superficiais, porém sempre com a capacidade mínima de oferta de 250 l/s. Nesse sentido, as alternativas levantadas foram: (1) a utilização do manancial subterrâneo por meio da implantação de poços tubulares no sítio denominado B2 ou “Poços Boacica”; (2) o uso do manancial subterrâneo por meio da implantação de poços tubulares na área denominada B1 ou “Poços Canjoão”; (3) a utilização do manancial subterrâneo por meio da implantação de poços tubulares na área denominada Alcaçus; (4) o uso do manancial superficial por meio de derivação no riacho Boacica e (5) a utilização do manancial superficial por meio de derivação no riacho Pium.

a) Poços Boacica

Os resultados das sondagens exploratórias no sítio B2 (Poços Boacica) indicaram a possibilidade de construção de 08 (oito) poços com profundidade aproximada de 95 m, diâmetro de 14”, revestidos com tubos e filtros de PVC geomecânico de 10”, sendo os filtros com ranhuras de 1 mm e extensão de 30 m. Foi estimada a quantidade de oito poços tubulares, com uma extensão total de perfuração estimada para essa alternativa de 760 metros.

b) Poços Canjoão

Os furos exploratórios no sítio B1 possibilitaram inferir sobre a possibilidade da implantação de 12 (doze) poços tubulares, com profundidades da ordem de 80 m, revestidos com tubos e filtros de PVC geomecânicos de 10". Os filtros devem possuir ranhuras de 1 mm e extensão de 20 m. A extensão total de perfuração estimada para essa alternativa é de 960 metros.

c) Poços Alcaçus

Os estudos geofísicos realizados na área denominada Alcaçus indicaram-no como um dos sítios mais favoráveis para a construção de poços tubulares, pois ali foram detectadas as maiores transmissividades.

As inferências geofísicas possibilitaram prever 8 (oito) poços tubulares, com profundidade média de 95 metros. A extensão total de perfuração estimada para essa alternativa é de 800 metros.

d) Riacho Boacica

Os estudos realizados indicaram que a captação superficial no riacho Boacica deve se situar a montante da confluência desse curso d'água com o riacho Timbó, pois o aproveitamento do remanso provocado pelo bueiro da rodovia estadual RN-063 dispensaria uma obra de elevação de nível d'água, além de proporcionar a captação das águas dos dois mananciais. Nesse caso, a obra de captação consistiria de um canal de derivação, caixa de areia, poço de sucção, estação elevatória, linha de recalque e estação de tratamento convencional, em virtude da variação da qualidade das águas ao longo do ano e das informações colhidas junto a população local, quando da visita técnica realizada na área de projeto por técnicos que realizaram os estudos.

e) Riacho Pium

Nessa alternativa, a captação superficial no riacho Pium deve situar-se as margens do pequeno açude existente na parte média desse curso d'água. As unidades constituintes seriam, nesse caso: canal de derivação, caixa de areia, poço de sucção, estação elevatória, linha de recalque e estação de tratamento convencional, em virtude da variação da qualidade das águas ao longo do ano.

A empresa TC/BR elaborou um estudo enfocando cada uma das 5 (cinco) Alternativas de aumento da oferta hídrica, envolvendo:

- Avaliação da Viabilidade Ambiental;
- Avaliação da Viabilidade Técnica;
- Avaliação da Viabilidade Econômica e Financeira.

Os custos de implantação das Alternativas, apresentadas nos estudos de Análise Econômico-Financeira, são mostrados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Análise Financeira das Alternativas - Custos de Investimentos

ALTERNATIVA	DENOMINAÇÃO	CUSTO (R\$)
1	POÇOS BOACICA	10.635.157
2	POÇOS CANJOÃO	11.143.343
3	POÇOS ALÇAÇUS	12.109.116
4	RIACHO BOACICA	9.954.635
5	RIACHO PIUM	14.486.051

4.2.2 Conclusões dos Estudos Realizados

Realizados os estudos de avaliação das viabilidades ambiental, técnica e econômica, a conclusão a que se chegou é que todas as cinco alternativas apresentadas são viáveis.

A primeira das alternativas apresentadas, objetivando atender a demanda limite de 250 l/s, coincide integralmente com o atual sistema atualmente operante, ou seja, constituído pelos sete poços existentes e pela captação superficial de água da Lagoa do Bonfim.

A partir do instante em que a demanda supere os 250 l/s, uma nova fonte de suprimento deverá entrar em funcionamento para compor, junto com o sistema existente, uma nova possibilidade de atendimento desta nova demanda.

No que se refere à Avaliação Ambiental das alternativas, é importante observar que foram colocados na Matriz de Impacto Ambiental Simplificada apenas os impactos negativos das fontes, o que proporciona uma idéia global dos resultados obtidos nesta análise. Por ela, e pelo texto da avaliação, vê-se claramente que nenhuma das fontes apresentou índices que indicassem sua inviabilidade ambiental. Mais do que isso, ficou patenteado que as captações subterrâneas a partir dos sítios Canjoão e Boacica apresentaram a melhor performance na avaliação. A captação superficial a partir do Boacica apresenta vantagens sobre as demais, no que se refere ao traçado da adutora. A captação subterrânea, a partir do sítio Alçaçus, apresenta um grande empecilho legal, dado o fato de que a fonte encontra-se inserida em área de vegetação de restinga, como definido no Mapa de Uso e Ocupação do Solo, além de apresentar forte potencial ecológico. Sérios conflitos sobre o uso da água poderão ocorrer, no caso de se optar pela fonte superficial do Riacho Pium, uma vez que a sua área já apresenta uma considerável ocupação, além de apresentar um barramento a montante da BR-101, que poderá criar dificuldades para a operação de um sistema de captação como o pretendido. Outras conclusões e recomendações mais específicas encontram-se detalhadas no Estudo de Avaliação Ambiental do estudo da TC/BR.

Os estudos de Avaliação Técnica, demonstraram, de forma clara, a viabilidade de todas as alternativas consideradas, tendo em vista que todas são perfeitamente passíveis de implantação. Reduzidas a custos de investimentos, apenas a captação superficial, a partir do Riacho Pium, se distancia das demais, mostrando ser, neste aspecto e de longe, a opção mais desfavorável. As demais praticamente se equivalem, mas a captação subterrânea no

sítio Alcaçus é a mais desfavorável das quatro. Conclusões adicionais mais específicas podem ser vistas no Capítulo da Avaliação Técnica do referido estudo.

Os resultados da Avaliação Econômica demonstraram, igualmente, que todas as alternativas apresentadas são financeira e economicamente viáveis. Do ponto de vista da análise econômica, a captação superficial a partir do Riacho Boacica demonstrou ser a opção mais vantajosa, por ter apresentado a maior Taxa Interna de Retorno e o maior Valor Presente Líquido.

No que se refere à análise financeira, esta mesma opção também aparece como a favorita tendo em vista o conjunto de indicadores examinados. As demais podem ser facilmente classificadas, através do conjunto de indicadores utilizadas, aparecendo como menos interessantes, nessa ordem, o aproveitamento superficial a partir do Riacho Pium e a captação subterrânea através do sítio Alcaçus. Todo o detalhamento dessas conclusões resumidas encontra-se no Capítulo da Avaliação Econômica do referido estudo.

Do ponto de vista estritamente técnico, vale lembrar que obras de captação a partir de poços profundos em geral são obras mais complexas do que de captação superficial a fio d'água, do tipo das que estão sendo consideradas. No entanto, as primeiras sempre apresentam possibilidades maiores de obtenção de água, em relação às captações superficiais.

A grande flexibilidade que as novas alternativas, caso sejam implantadas, trarão ao atual sistema de abastecimento da Adutora Monsenhor Expedito, tendo em vista que qualquer uma delas pode prover uma oferta adicional de 250 l/s, implantada em uma só etapa com sua capacidade máxima ou construída por etapas, proporcionará um grande número de combinações para atendimento das demandas futuras, no caso da ampliação da oferta hídrica.

Atualmente, o sistema tem operado com a adução de um volume mensal médio de 600.000 m³, ou, aproximadamente, 230 l/s, com funcionamento diário ao longo de 20 horas. Contudo, como restrição, existe um nível d'água mínimo de exploração na lagoa, estabelecido juridicamente na cota 39,0 m.

Os resultados dos estudos de balanço hídrico e de simulação com modelo matemático aplicado à Lagoa do Bonfim indicaram que para uma exploração de 250 l/s tem-se a condição de equilíbrio com o nível potenciométrico nas lagoas do Bonfim, Urubu, Redonda e Boa Água na cota aproximada de 39,1 m.

Entretanto, eventos recentes de estiagem obrigaram o estabelecimento de racionamento de água no sistema, a fim de não comprometer a cota mínima de 39,0 m na Lagoa do Bonfim.

Assim sendo, apesar dos estudos realizados indicarem uma exploração máxima da captação superficial na Lagoa do Bonfim acrescida dos poços existentes em 250 l/s, adotou-se a média histórica da operação do sistema, ou seja, a adução de 230 l/s, como garantia absoluta da cota mínima na lagoa de 39,0 m.

De acordo com os resultados dos estudos referidos e do monitoramento da operação do sistema atual de oferta hídrica, efetuados pela SERHID, fica claro que deverá ser providenciada a implantação imediata da alternativa considerada mais favorável, nos

estudos da TC/BR - Alternativa 2 - Poços Canjoão, que juntamente com o sistema, ora em operação, conferirá ao sistema adutor uma oferta hídrica segura e compatível com a demanda que ocorrerá no ano 2004, de acordo com a simulação efetuada (ver Anexo), considerando-se os coeficientes de consumo adotados no projeto do sistema adutor e a configuração de consumidores que ora são ligados à adutora e aqueles planejados pela CAERN nos estudos de ampliação da adutora, elaborados pela TECHNE em Novembro de 2003.

O Sistema Poços Canjoão já possui o Projeto Básico inteiramente concluído, estando portanto habilitado à realização da Licitação para implantação das suas obras.

Nas Figuras 4.1 e 4.2, apresentadas a seguir, são mostrados os arranjos das obras para as duas alternativas mais indicadas para incrementar a oferta hídrica da Adutora Monsenhor Expedito (Poços Canjoão e Poços Boacica). No Desenho 02, apresentado no final deste Relatório, mostra-se o arranjo das obras, de acordo com a concepção do Projeto Básico da Alternativa Poços Canjoão, indicada nesse estudo para implantação imediata.

A Tabela 4.2 mostra a estimativa de custos de investimentos para implantação do Sistema Canjoão, obtido a nível de Projeto Básico.

No Capítulo 6 são apresentadas as recomendações relativas ao planejamento do aumento da oferta hídrica para a adutora de forma compatível com a ampliação de sua capacidade de adução.

Figura 4.1 - Esquema Hidráulico da Captação nos Poços Canjoão

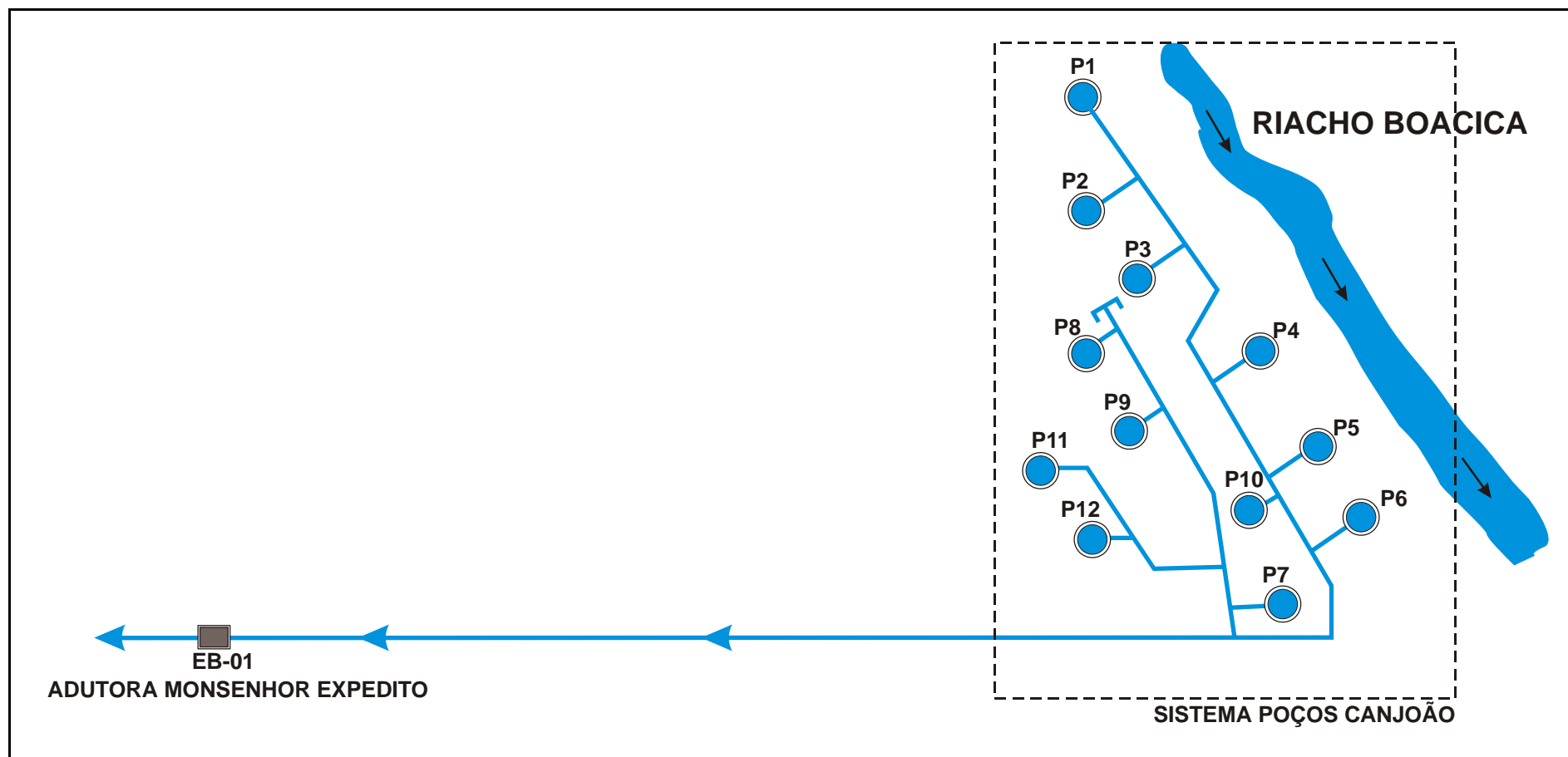


Figura 4.2 - Esquema Hidráulico da Captação nos Poços Boacica

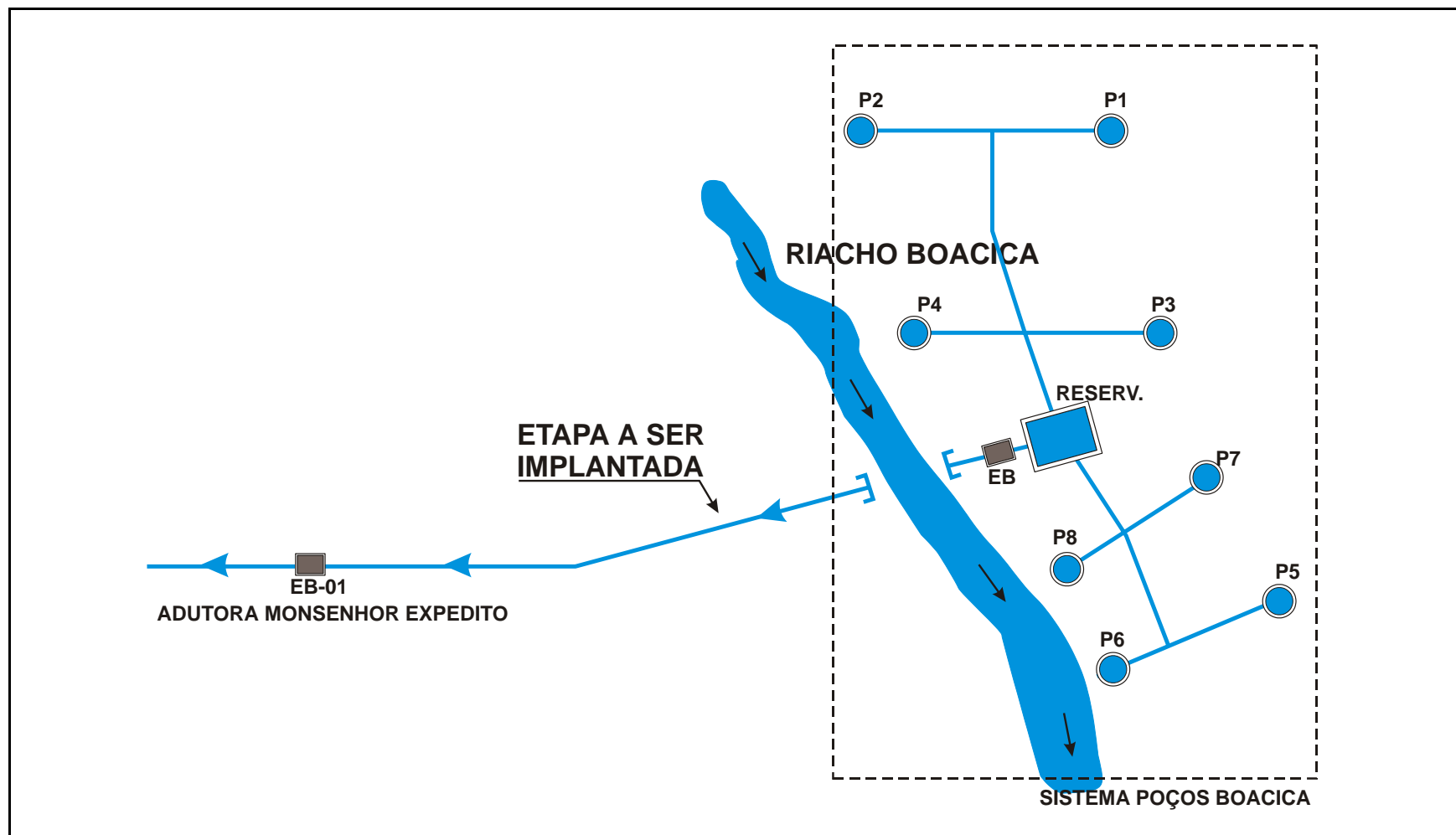


Tabela 4.2 - Estimativa de Custos para Implantação do Sistema Canjoão

Item	Investimentos	Custos (R%)				
		Materiais	Serviços	Equipamentos	Elétricos	Total
1	SERVIÇOS PRELIMINARES		11.995,67			11.995,67
2	POÇOS TUBULARES PROFUNDOS - 12 POÇOS	61.556,64	843.987,84	145.500,00	120.000,00	1.171.044,48
3	SUBADUTORA I - POÇOS P1 A P6 E P10	197.156,48	140.388,93			337.545,41
4	SUBADUTORA II - POÇOS P7 A P9 E P11 E P12	153.474,46	130.310,53			283.784,99
5	RESERVATÓRIO APOIADO - 1.000M³	62.264,05	251.379,72			313.643,77
6	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA	88.417,56	44.567,64	70.500,00	80.000,00	283.485,20
7	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	3.955.485,47	454.603,24			4.410.088,71
	TOTAL	4.518.354,66	1.877.233,57	216.000,00	200.000,00	6.811.588,23

5. PLANEJAMENTO DA AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE DE ADUÇÃO DO SISTEMA ADUTOR

5.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A Adutora Monsenhor Expedito (Sistema Adutor Agreste/Trairi/Potengi) tem como Estações de Bombeamento principais as EB-01, EB-02 e EB-03/05, que foram implantadas na 1ª Etapa.

A partir das EBs 03 e 05, cujos conjuntos moto-bombas estão instalados em uma mesma casa de bombas, ocorre a 1ª bifurcação, com a EB-03 suprimindo simultaneamente a EB-04 e o município de Eloy de Souza e a EB-05 a EB-06 que foi também incluída na 1ª Etapa. A Figura 5.1 apresentada a seguir ilustra este esquema.

As análises que doravante apresenta-se, visando definir as diretrizes a serem seguidas para promover a Ampliação da Capacidade de Produção do Sistema Adutor, enfocam as Estações de Bombeamento EB-01, EB-02, EB-03/05, EB-06 e os trechos adutores compreendidos entre elas.

Também são analisadas as EBs 15 e 16 que são responsáveis, juntamente com a EB-06, pelas vazões de suprimento das subadutoras previstas pela CAERN para Ampliação da Adutora Monsenhor Expedito, respectivamente, as subadutoras: (1) Japi; (2) São Bento do Trairi, Coronel Ezequiel, Campo Redondo e Jaçanã; e (3) Serra de São Bento e Monte das Gameleiras.

5.2 ANÁLISES EFETUADAS

As análises realizadas com vistas à definição das diretrizes para a Ampliação do Sistema Adutor, obedeceram as seguintes premissas:

1. Utilização da capacidade máxima de produção dos equipamentos hidroelétricos existentes e que ora se encontram em operação;
2. Troca de equipamentos e/ou ampliação das instalações existentes.

Com base nas curvas dos sistemas hidráulicos e das bombas centrífugas instaladas, fez-se uma avaliação das capacidades máximas de bombeamento das bombas associadas das Estações de Bombeamento EB-01, EB-02, EB-03, EB-04, EB-05, EB-06, EB-15 e EB-16 dotadas de “rotores máximos” (Gráficos 5.1 a 5.8).

Foram também verificadas as velocidades máximas que ocorrem nos trechos adutores por recalque quando do acréscimo das vazões produzidas e comparadas com as velocidades limites permitidas.

A mesma análise foi efetuada para o caso de troca de bombas nas EBs 01 e 02 e funcionamento com rotor máximo e acréscimo de mais um estágio de rotores das demais EBs e funcionamento com rotor máximo.

Os pontos de operação, resultado das associações em paralelo das bombas, nessas circunstâncias são apresentadas nos Gráficos 5.9 a 5.16.

Figura 5.1 - Adutora Monsenhor Expedito - Esquema das Obras da 1ª Etapa

Gráfico 5.1 - EB-01 - Rotor Máximo 504mm

Gráfico 5.2 - EB-02 - Rotor Máximo 504mm

Gráfico 5.3 - EB-03 - Rotor Máximo 320mm

Gráfico 5.4 - EB-04 - Rotor Máximo 265mm

Gráfico 5.5 - EB-05 - Rotor Máximo 265mm

Gráfico 5.6 - EB-06 - Rotor Máximo 265mm

Gráfico 5.7 - EB-15 - Rotor Máximo 320mm

Gráfico 5.8 - EB-16 - Rotor Máximo 320mm

Gráfico 5.9 - EB-01 - Bomba KSB CPK 250-500 - 1.750rpm

Gráfico 5.10 - EB-02 - Bomba KSB CPK 250-500 - 1.750rpm

Gráfico 5.11 - EB-03 - Bomba KSB WKL-123/4 - 1.750rpm

Gráfico 5.12 - EB-04 - Bomba KSB WKL-100/6 - 1.750rpm

Gráfico 5.13 - EB-05 - Bomba KSB WKL-100/6 - 1.750rpm

Gráfico 5.14 - EB-06 - Bomba KSB WKL-100/5 - 1.750rpm

Gráfico 5.15 - EB-15 - Bomba KSB WKL-125/5 - 1.750rpm

Gráfico 5.16 - EB-16 - Bomba KSB WKL-125/3 - 1.750rpm

A Tabela 5.1 apresenta os resultados da análise operacional das bombas das EBs 01, 02, 03, 04, 05, 06, 15 e 16.

Quanto as demais Estações de Bombeamento, EB-07, EB-08, EB-09, EB-10, EB-11, EB-12, EB-13 e EB-14, a Tabela 5.2 apresenta suas configurações atuais e indica as modificações necessárias para o atendimento das demandas até o ano 2016, considerando-se os coeficientes de demanda de até 150 l/hab.dia, 100 l/hab.dia e 30 l/hab.dia, para cidades, comunidades com rede e comunidades com chafariz, respectivamente.

Tabela 5.1 - Parâmetros Resultantes da Associação de Bombas

Tabela 5.2 - Parâmetros Operacionais das EB's: 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13 e 14

EB	Nº de Bombas Efetivas	Q _{produz} (l/s)	H _{man} (m)	Diâmetro do Recalque (mm)	Área de Vazão (m²)	Velocidade (m/s)	Velocidade Limite (m/s)	Potência Instalada (cv)	Demanda (*) em 2011 (l/s)	Bombas Consideradas
07	2	90,58	159,56	300	0,0710	1,28	2,25	300	88,59	KSB MULTIESTÁGIO WKL - 100/6 - 1.750RPM
08 (**)	2	70,00	132,00	250	0,0490	1,43	2,15	150	54,22	KSB MULTIESTÁGIO WKL - 100/4 - 1.750RPM
09 (**)	1	65,00	138,00	250	0,0490	1,33	2,15	150	47,30	KSB MULTIESTÁGIO WKL - 125/3 - 1.750RPM
10	1	56,32	74,49	250	0,0490	0,15	2,15	100	46,16	KSB MULTIESTÁGIO WKL - 100/3 - 1.750RPM
11	1	8,05	149,79	100	0,0079	1,02	1,80	25	8,31	KSB MULTIESTÁGIO WK - 40/5 - 3.500RPM
12	1	8,05	160,58	100	0,0079	1,02	1,80	30	8,17	KSB MULTIESTÁGIO WK - 40/6 - 3.500RPM
13	1	6,54	151,54	100	0,0079	0,83	1,80	25	4,53	KSB MULTIESTÁGIO WK - 40/4 - 3.500RPM
14	1	26,83	135,59	200	0,0310	0,87	2,05	60	20,36	KSB MULTIESTÁGIO WKL - 100/3 - 1.750RPM

(*) Valores obtidos das simulações efetuadas para os per capita de 120/100/30, dos trechos denominados pelas EBs respectivas.

(**) Deve ser instalado o rotor máximo.

Obs.: As bombas consideradas nos estudos foram aquelas ofertadas pela KSB através da proposta KSB 07/CWO/1197, na ocasião da elaboração do Projeto Executivo, pela TECHNE Engenheiros Consultores S/C Ltda.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 CONCLUSÕES

- Deverá ser implantado, para efeito de aumento da oferta hídrica, o Sistema de “Poços Canjoão”, para possibilitar o atendimento pleno à ampliação das demandas da Adutora Monsenhor Expedito (todas as cidades e comunidades contempladas no Estudo de Concepção da ampliação do Sistema Adutor - Elaborado pela TECHNE em Novembro/2003, cuja listagem é apresentada no Anexo 2). Esse sistema considera os coeficientes de consumo de 120 l/hab.dia para cidades, 100 l/hab.dia para comunidades com rede e 30 l/hab.dia para comunidades com chafariz. Adota-se a premissa de que a capacidade máxima da oferta hídrica proporcionada pelo sistema atual é de 230 l/s. A oferta hídrica após a implantação do Sistema de Poços Canjoão será:

- Lagoa do Bonfim + 7 (sete) poços \Rightarrow 230 l/s
- Poços Canjoão \Rightarrow 250 l/s
- **Total \Rightarrow 480 l/s**

O Sistema Canjoão tem Projeto Básico concluído, estando plenamente apto à licitação para execução de suas obras;

- Deverá ser implantada a unidade eletrobomba complementar das EBs 01, 02, 03 e 04, conforme indicado no Projeto Executivo;
- Deverá ser efetivada a troca de rotores, para o rotor máximo, nas eletrobombas das estações de bombeamento EBs 01, 02, 03, 04, 05, 06, 08, 09 e 15; a EB-16 deverá ter os rotores de dois estágios de suas eletrobombas trocados para um valor inferior ao máximo; as EBs 07, 10, 11, 12, 13 e 14 não necessitam ter seus rotores trocados;
- Estas condições indicadas anteriormente garantem, de 2004 até o ano 2010, o suprimento das demandas, com os coeficientes de demanda de 120 l/hab.dia, 100 l/hab.dia e 30 l/hab.dia para atendimento de todas as cidades e comunidades contempladas no Estudo de Concepção para Ampliação da Adutora Monsenhor Expedito, elaborado pela TECHNE para a CAERN em Novembro/2003;
- No ano 2010 deverá ser implementada uma 1ª Etapa do Sistema “Poços Boacica”, de forma a aumentar a oferta hídrica de 480 l/s para 531 l/s, ou seja, acréscimo de 51 l/s, que será efetivada com a implementação de 2 (dois) poços e todo sistema adutor de água bruta até a EB-01 (Desenho 02);

- Para o atendimento das demandas, até o ano 2016(alcance do projeto original da Adutora Monsenhor Expedito), com os coeficientes de 120, 100 e 30 l/hab.dia, será necessária a implantação de linhas adutoras paralelas, entre as EBs, com os diâmetros indicados na Tabela 6.1;
- Para o atendimento das demandas, até o ano 2016, das cidades e comunidades com os coeficientes de demanda de 150, 100 e 30 l/hab.dia, valores adotados no Projeto Executivo, deverão ser tomadas as seguintes providências:
 - Implementação do sistema Poços Boacica (parcial) para aumento da oferta hídrica de 480 para 630 l/s, ou seja, acréscimo de 150 l/s;
 - Modificação do sistema de adução, com a instalação de linhas paralelas entre as Estações de Bombeamento, com os diâmetros indicados na Tabela 6.2;
- Ressalta-se que a ampliação da capacidade de produção da Adutora Monsenhor Expedito, conforme foi demonstrado ao longo do presente estudo, tem uma limitação imposta pelas dimensões do sistema hidráulico já implantado; a curva do sistema para vazões superiores a 483 l/s, vazão máxima de projeto, praticamente independe da ampliação da quantidade de unidades de bombeamento, uma vez que o ponto de operação resultante da associação em paralelo das bombas fica limitado pela curva do sistema hidráulico, caracterizado pelos trechos adutores e alturas geométricas à vencer; em outras palavras, o aumento de vazão resultante do eventual acréscimo de unidades de bombeamento é insignificante e, por esse motivo, não é aqui cogitado como uma opção factível;
- Ao se analisar a Tabela 5.1, do capítulo anterior, verifica-se que o benefício obtido com uma eventual troca de bombas das EBs 01 e 02 é um incremento de vazão de 14 l/s na EB-01 (3%) e 7 l/s na EB-02 (1,5%). Com estes incrementos amplia-se em apenas 1 (um) ano o alcance do projeto (2010 para 2011) para atendimento das cidades e comunidades contempladas pelo Estudo de Concepção da Ampliação, elaborado pela TECHNE em Novembro de 2003, com os coeficientes de demanda de 120/100/30 l/hab.dia; conclui-se, desse modo, que não compensa o investimento para a aquisição de “Novas Bombas”, para este pequeno acréscimo de vazão;
- O Gráfico 6.1, mostrado ao final deste item, apresenta as etapas de planejamento dos incrementos de oferta hídrica em função das demandas previstas.

6.2 RECOMENDAÇÕES

- Cabe a recomendação da implantação de uma eficaz gestão operacional da adutora, como a conscientização e participação da população para que os consumos “per capita” se mantenham dentro dos padrões de projeto.

Tabela 6.1 - Avaliação dos Diâmetros dos Trechos Assentados Paralelamente ($q = 120/100/30$)

Trecho	Extensão (m)	Diâmetro da Adutora Existente (mm)	Q _{demandada} no Trecho no Ano 2016 (m³/s)	Altura Manométrica (m)	Altura Geométrica Hg (m)	hf (m)	Deg (mm)	Q _{prod.} com Rotor Máximo (l/s)	Diâmetro do Trecho Paralelo (mm)
EB-01 / EB-02	20.946	600	530,96	129,17	47,47	91,70	637	469,00	300
EB-02 / EB-03/05	27.736	600	491,06	130,00	46,53	83,50	665	445,00	400
EB-03 / EB-04	19.768	450	271,33	134,41	39,00	95,40	483	258,00	250
EB-04 / EB-15	12.535	350	177,33	158,00	26,68	131,30	354	130,00	100
EB-06 / S.J.CAMPESTRE	487	200	28,60	142,40	6,01	136,40	-	33,00	-
EB-07 / EB-08	18.065	300	97,93	159,56	13,21	146,40	320	90,58	150
EB-08 / SÃO PEDRO	7.594	250	58,76	112,71	-4,30	117,00	-	70,00	-
EB-09 / EB-10	8.728	250	53,20	125,48	66,59	59,00	-	65,00	-
EB-10 / DER. EB-11	14.401	250	52,00	74,49	-52,74	127,20	-	56,32	-
EB-11 / EB-12	8.096	100	9,29	149,79	25,68	124,10	107,5	8,05	100
EB-12 / SÍTIO NOVO	7.199	100	9,14	160,58	47,12	113,50	106	8,05	100
EB-13 / RUY BARBOSA	9.153	100	4,90	151,54	50,15	101,40	-	6,54	-
EB-14 / EB-13	2.083	200	12,08	135,59	48,97	86,60	-	26,83	-
EB-15 / EB-16	20.859	350	148,70	163,00	72,89	90,10	-	0,224	-
EB-16 / SANTA CRUZ	6.850	300	138,80	67,66	0,68	67,00	-	0,224	-

Tabela 6.2 - Avaliação dos Diâmetros dos Trechos Assentados Paralelamente (q = 150/100/30)

Trecho	Extensão (m)	Diâmetro da Adutora Existente (mm)	Q _{demandada} no Trecho no Ano 2016 (m³/s)	Altura Manométrica (m)	Altura Geométrica Hg (m)	hf (m)	Deg (mm)	Q _{prod.} com Rotor Máximo (l/s)	Diâmetro do Trecho Paralelo (mm)
EB-01 / EB-02	20.946	600	629,89	129,17	47,47	91,70	680	469,00	450
EB-02 / EB-03/05	27.736	600	582,96	130,00	46,53	83,50	711	445,00	500
EB-03 / EB-04	19.768	450	330,40	134,41	39,00	95,40	521	258,00	350
EB-04 / EB-15	12.535	350	218,84	158,00	26,68	131,30	383	130,00	250
EB-06 / S.J.CAMPESTRE	487	200	28,60	142,40	6,01	136,40	-	33,00	-
EB-07 / EB-08	18.065	300	115,86	159,56	13,21	146,40	317	90,58	150
EB-08 / SÃO PEDRO	7.594	250	70,42	112,71	-4,30	117,00	-	70,00	-
EB-09 / EB-10	8.728	250	63,47	125,48	66,59	59,00	-	65,00	-
EB-10 / DER. EB-11	14.401	250	62,27	74,49	-52,74	127,20	260	56,32	100
EB-11 / EB-12	8.096	100	10,96	149,79	25,68	124,10	114,5	8,05	100
EB-12 / SÍTIO NOVO	7.199	100	10,81	160,58	47,12	113,50	113,5	8,05	100
EB-13 / RUY BARBOSA	9.153	100	5,89	151,54	50,15	101,40	-	6,54	-
EB-14 / EB-13	2.083	200	27,71	135,59	48,97	86,60	210	26,83	100
EB-15 / EB-16	20.859	350	183,59	163,00	72,89	90,10	-	0,224	-
EB-16 / SANTA CRUZ	6.850	300	171,41	67,66	0,68	67,00	-	0,224	-

Gráfico 6.1 - Adutora Monsenhor Expedito - Planejamento de Aumento da Oferta Hídrica em Função da Demanda

ANEXOS

Anexo 1 - Simulações Indicando as Máximas Demandas nos Vários Trechos entre EB's para os Coeficientes de Demanda de 120/100/30 e 150/100/30 para os anos 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014 e 2016

Anexo 2 - Populações no Anos 2004 das Cidades e Comunidades Atendidas pela Adutora Monsenhor Expedito

**Anexo 3 - Fichas Cadastrais das Bombas das EB's 01, 02, 03, 04, 05,
06, 15 e 16**

CADASTRAMENTO DE EQUIPAMENTOS		Componente do Sistema:	
BOMBAS		Localização:	
BUCHAS		GAXETAS	
Dim (Comp/Esp/Tolerância)	Material(Metal)	Arranjo	Material
CARCAÇA		BOCAL	
Tipo	Material / Referência	Sucção	Descarga
COLUNA		EJETOR	
DN x Comp.	Material	Submergência	Referência
ACOPLAMENTO MOTOR - BOMBA			
Tipo	Referência	Acessórios	
Normex	E-240		
LUBRIFICANTE			
Quantidade	Referência		
01	Óleo		
Observações:			
Três grupos moto-bombas iguais			

Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte				
Localidade / Sistema: EB2 - Monte Alegre				
Gerência: das Grandes Adutoras				
CAERN				
DADOS GERAIS				
ANO DE FABRICAÇÃO:	1998			
FORNECEDOR:	KSB			
DATA DE INSTALAÇÃO:				
CATÁLOGO E / OU INSTALAÇÃO:				
IDENTIFICAÇÃO DA BOMBA				
FABRICANTE:	KSB			
CAPACIDADE (m³/h):	513			
VELOCIDADE ESPECÍFICA (RPM):	1.750			
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.a.):	121.39			
ALTURA MANOMÉTRICA DE SUÇÃO (m.c.a.):				
POSICÃO DE SERVIÇO:	Horizontal			
TIPO:	Centrífuga			
MODELO OU GRUPO:	CPK - 200-500			
SÉRIE:				
RENDIMENTO:				
POTÊNCIA REQUERIDA - BHP (HP):				
NPSH REQUERIDO (m.c.a.):				
CARACTERÍSTICA TÉCNICAS				
ROTOR				
Tipo	Quant.	Diâmetro	Material / Referência	DEFLETOR
fechado	01	492mm	bronze	Referência
EIXO		MANCAIS		
Dim (Comp/Esp/Tel)	Material (Metal)	Tipo	Referência	Acessórios

CADASTRAMENTO DE EQUIPAMENTOS		Componentes do Sistema:	
BOMBAS		Localização:	
CAERN			
Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte			
Localidade / Sistema: EB3 - Boa Saúde			
Gerência: das Grandes Adutoras			
DADOS GERAIS		GAXETAS	
ANO DE FABRICAÇÃO:	1998	Dim (Comp/Esp/Tolerância)	Material (Metal)
FORNECEDOR:	KSB	Arranjo	Seção
DATA DE INSTALAÇÃO:			1/2
CATÁLOGO E / OU INSTALAÇÃO:			
IDENTIFICAÇÃO DA BOMBA		BOCAL	
FABRICANTE:	KSB	Tipo	Material / Referência
CAPACIDADE (m³/h):	283		Sucção
VELOCIDADE ESPECÍFICA (RPM):	1.750		Descarga
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.a):	123		T. Junção
ALTURA MANOMÉTRICA DE SUÇÃO (m.c.a):			
POSICÃO DE SERVIÇO:	Horizontal	COLUNA	
TIPO:	Centrífuga	DN x Comp.	Material
MODELO OU GRUPO:	WKL - 123/3		Subsurgência
SÉRIE:	469635		Referência
RENDIMENTO:		EJETOR	
POTÊNCIA REQUERIDA - BHP (HP):			
NPSH REQUERIDO (m.c.a):			
3 CARACTERÍSTICA TÉCNICAS		ACOPLAMENTO MOTOR-BOMBA	
ROTOR		Tipo	Referência
Tipo	Quant.	Material / Referência	Accessórios
DEFLETOR			
EIXO		LUBRIFICANTE	
Dim (Comp/Esp/Tol)	Material (Metal)	Quantidade	Referência
		01	Graxa
MANCAIS			
Dim (Comp/Esp/Tol)	Material (Metal)	Tipo	Accessórios
Observações: São três conjuntos iguais			

CADASTRAMENTO DE EQUIPAMENTOS		Componente do Sistema:	
BOMBAS		Localização:	
BUCHAS		GAXETAS	
Dim (Comp/Esp/Tolerância)	Material(Metal)	Arranjo	Seção
2 1/2 x 1 3/4	INOX		
CARCAÇA		BOCAL	
Tipo	Material / Referência	Sucção	Descarga
COLUNA		EJETOR	
DN x Comp.	Material	Subsurgência	Referência
ACOPLAMENTO MOTOR-BOMBA			
Tipo	Referência	Acessórios	
Normex	E-168		
LUBRIFICANTE			
Quantidade	Referência		
03	Graxa		
Observações:			
São três conjuntos iguais			

Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte				
Localidade / Sistema: EB4 - Serra Calada				
Gerência: das Grandes Adutoras				
CAERN				
DADOS GERAIS				
ANO DE FABRICAÇÃO:	1998			
FORNECEDOR:	KSB			
DATA DE INSTALAÇÃO:				
CATÁLOGO E / OU INSTALAÇÃO:				
IDENTIFICAÇÃO DA BOMBA				
FABRICANTE:	KSB			
CAPACIDADE (m³/h):	161			
VELOCIDADE ESPECÍFICA (RPM):	1.750			
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.a):	166			
ALTURA MANOMÉTRICA DE SUÇÃO (m.c.a):				
POSICÃO DE SERVIÇO:	Horizontal			
TIPO:	Centrífuga			
MODELO OU GRUPO:	WKL - 100/5			
SÉRIE:	469640			
RENDIMENTO:				
POTÊNCIA REQUERIDA - BHP (HP):				
NPSH REQUERIDO (m.c.a):				
CARACTERÍSTICA TÉCNICAS				
ROTOR				
Tipo	QuantL	Diâmetro	Material / Referência	DEFLETOR
				Referência
EIXO				
Dim (Comp/Esp/Tol)		Material (Metal)	Tipo	Referência
MANCAIS				
Dim (Comp/Esp/Tol)		Material (Metal)	Tipo	Referência
Acessórios				

CAERN		Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte		Componente do Sistema:	
Localidade / Sistema: EBS - Bos Saúde		Gerência: das Grandes Adutoras		Localização:	
1		DADOS GERAIS		BUCHAS	
ANO DE FABRICAÇÃO:		1998		Dim (Comp/Exp/Tolerância)	
FORNECEDOR:		KSB		Material(Metal)	
DATA DE INSTALAÇÃO:				Arranjo	
CATÁLOGO E / OU INSTALAÇÃO:				Seção	
2		IDENTIFICAÇÃO DA BOMBA		GAXETAS	
FABRICANTE:		KSB		Material	
CAPACIDADE (m³/h):		176		Bocal	
VELOCIDADE ESPECÍFICA (RPM):		1.760		Tipo	
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.a.):		118		Material / Referência	
ALTURA MANOMÉTRICA DE SUÇÃO (m.c.a.):				Sucção	
POSIÇÃO DE SERVIÇO:		Horizontal		Descarga	
TIPO:		Cavidade		T. Junção	
MODELO OU GRUPO:		WKL - 100/5		DN x Comp.	
SÉRIE:		OP 469636		Material	
RENDIMENTO:				Submersão	
POTÊNCIA REQUERIDA - BHP (HP):				Referência	
NPSH REQUERIDO (m.c.a.):				Referência	
3		CARACTERÍSTICA TÉCNICAS		ACOPLAMENTO MOTOR-BOMBA	
Tipo		Quant.		Tipo	
Defletor		Material / Referência		Referência	
Referência		Referência		Acessórios	
Lubrificação		Lubrificação		Normex	
Quantidade		01		E-168	
Referência		Referência		Referência	
Graxa		Graxa		Graxa	
Observações:		Três bombas iguais		Observações:	

Documento assinado digitalmente. Para verificar as assinaturas, acesse <https://ecodevasf.codevasf.gov.br?a=autenticidade> e informe o e-DOC

Anexo 4 - Dados Fornecidos pelo Fabricante das Bombas

TELEFAX

A: TECHNE Eng. Consultores Ltda.	De: KSB
Fax: (081) 465 4144	Fax: (011) 480 1030
Nome: Sergio Luis Pontes	Nome: Rodolfo Botteri Surjus
Dept:	Dept: CEW
Tel.: (081) 465 4144	Tel: (011) 480 1101 R 379
Data: 21/07/97	Total Páginas: 04
Ref.: Projeto Trairi	Nº PROPOSTA KSB 707/CWO/1197

Em resposta a sua consulta, estamos enviando preços e condições comerciais para o fornecimento de conjunto moto-bomba conforme fax.

Item 01 - EB07

1ª ETAPA
Q = 60,39 l/s
H = 80,21 mca

16

2ª ETAPA
Q = 90,58 l/s
H = 135,63 mca
159,56

Preço Unitário do Conjunto Moto-bomba: R\$ 18.500,00

O conjunto moto-bomba deverá ser fornecido inicialmente com 2 estágios cegos para atender à 1ª etapa. Para a 2ª etapa deverão ser adquiridos 5 novos rotores, para substituir os 3 antigos, devido à diferença de diâmetro entre os rotores das duas etapas. O motor selecionado atende às duas condições.

Qt.03

Conjunto horizontal para água
KSB MULTISTÁGIO WKL 100/3
Corpo com 5 estágios, sendo 2 estágios cegos

Conjunto horizontal para água
KSB MULTISTÁGIO WKL 100/4 6
Motor Weg 125 cv, 60 Hz, 1750 rpm
150cv

Item 02 - EB08

1ª ETAPA
Q = 42,61 l/s
H = 55,66 mca

16

2ª ETAPA
Q = 63,91 l/s
H = 114,89 mca
112,71

Preço Unitário do Conjunto Moto-bomba: R\$ 14.600,00

O conjunto moto-bomba deverá ser fornecido inicialmente com 2 estágios cegos para atender à 1ª etapa. Para a 2ª etapa deverão ser adquiridos 4 novos rotores, para substituir os 2 antigos, devido à diferença de diâmetro entre os rotores das duas etapas. O motor selecionado atende às duas condições.

Qt.03

Conjunto horizontal para água
KSB MULTISTÁGIO WKL 100/2
Corpo com 4 estágios, sendo 2 estágios cegos

Conjunto horizontal para água
KSB MULTISTÁGIO WKL 100/4 ✓
Motor Weg 75 cv, 60 Hz, 1750 rpm

**Item 03 - EB09****1ª ETAPA**

Q = 37,55 l/s

H = 99,10 mca

Qt.02

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WKL 125/2

Corpo com 3 estágios, sendo 1 estágio cego

2ª ETAPA

Q = 56,32 l/s

H = 125,48 mca

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WKL 125/3

Motor Weg 150 cv, 60 Hz, 1750 rpm

Preço Unitário do Conjunto Moto-bomba: R\$ 20.200,00

O conjunto moto-bomba deverá ser fornecido inicialmente com 1 estágio cego para atender à 1ª etapa. Para a 2ª etapa deverão ser adquiridos 3 novos rotores, para substituir os 2 antigos, devido à diferença de diâmetro entre os rotores das duas etapas. O motor selecionado atende às duas condições.

Item 04 - EB10**1ª ETAPA**

Q = 37,55 l/s

H = 25,00 mca

Qt.02

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WKL 100/1

Corpo com 3 estágios, sendo 2 estágios cegos

2ª ETAPA

Q = 56,32 l/s

H = ~~72,06~~ mca

74,49

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WKL 100/3

Motor Weg 100 cv, 60 Hz, 1750 rpm

Preço Unitário do Conjunto Moto-bomba: R\$ 13.750,00

O conjunto moto-bomba deverá ser fornecido inicialmente com 2 estágios cegos para atender à 1ª etapa. Para a 2ª etapa deverão ser adquiridos 3 novos rotores, para substituir o antigo, devido à diferença de diâmetro entre os rotores das duas etapas. O motor selecionado atende às duas condições.

Item 05 - EB11**1ª ETAPA**

Q = 5,37 l/s

H = 78,74 mca

Qt.02

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WK 40/2

Corpo com 4 estágios, sendo 2 estágios cegos

2ª ETAPA

Q = 8,05 l/s

H = ~~123,07~~ mca

149,79

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WK 40/4 5

Motor Weg 25 cv, 60 Hz, 3500 rpm

Preço Unitário do Conjunto Moto-bomba: R\$ 6.450,00

O conjunto moto-bomba deverá ser fornecido inicialmente com 2 estágios cegos para atender à 1ª etapa. Para a 2ª etapa deverão ser adquiridos 4 novos rotores, para substituir os 2 antigos, devido à diferença de diâmetro entre os rotores das duas etapas. O motor selecionado atende às duas condições.

**Item 06 - EB12****1ª ETAPA**

Q = 5,37 l/s

H = 96,94 mca

2ª ETAPA

Q = 8,05 l/s

H = 144,38 mca

160,58

Preço Unitário do Conjunto Moto-bomba: R\$ 6.900,00

O conjunto moto-bomba deverá ser fornecido inicialmente com 2 estágios cegos para atender à 1ª etapa. Para a 2ª etapa deverão ser adquiridos 5 novos rotores, para substituir os 3 antigos, devido à diferença de diâmetro entre os rotores das duas etapas. O motor selecionado atende às duas condições.

Qt.02

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WK 40/3

Corpo com 5 estágios, sendo 2 estágios cegos

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WK 40/3

Motor Weg 30 cv, 60 Hz, 3500 rpm

Item 07 - EB13**1ª ETAPA**

Q = 4,36 l/s

H = 103,12 mca

2ª ETAPA

Q = 6,54 l/s

H = 151,54 mca

Preço Unitário do Conjunto Moto-bomba: R\$ 6.500,00

O conjunto moto-bomba deverá ser fornecido inicialmente com 1 estágio cego para atender à 1ª etapa. Para a 2ª etapa deverão ser adquiridos 4 novos rotores, para substituir os 3 antigos, devido à diferença de diâmetro entre os rotores das duas etapas. O motor selecionado atende às duas condições.

Qt.02

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WK 40/3

Corpo com 4 estágios, sendo 1 estágio cego

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WK 40/4

Motor Weg 25 cv, 60 Hz, 3500 rpm

Item 08 - EB14**1ª ETAPA**

Q = 17,89 l/s

H = 62,17 mca

2ª ETAPA

Q = 26,83 l/s

H = 101,33 mca

135,59

Preço Unitário do Conjunto Moto-bomba: R\$ 13.000,00

O conjunto moto-bomba deverá ser fornecido inicialmente com 1 estágio cego para atender à 1ª etapa. Para a 2ª etapa deverão ser adquiridos 3 novos rotores, para substituir os 2 antigos, devido à diferença de diâmetro entre os rotores das duas etapas. O motor selecionado atende às duas condições.

Qt.02

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WKL 100/2

Corpo com 3 estágios, sendo 1 estágio cego

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WKL 100/3

Motor Weg 60 cv, 60 Hz, 1750 rpm



Item 09 - EB15

1ª ETAPA

Q = 75,57 l/s

H = 121,94 mca

Q1.03

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WK1. 150/2

Corpo com 3 estágios, sendo 1 estágio cego

2ª ETAPA

Q = 113,35 l/s

H = 167,33 mca

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WK1. 150/3 125/4

Motor Weg 200 cv, 60 Hz, 1750 rpm

Preço Unitário do Conjunto Moto-bomba: R\$ 29.900,00

O conjunto moto-bomba deverá ser fornecido inicialmente com 1 estágio cego para atender à 1ª etapa. Para a 2ª etapa deverão ser adquiridos 3 novos rotores, para substituir os 2 antigos, devido à diferença de diâmetro entre os rotores das duas etapas. O motor selecionado atende às duas condições.

Item 10 - EB16

1ª ETAPA

Q = 75,57 l/s

H = 36,75 mca

Q1.03

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WK1. 125/1

Corpo com 2 estágios, sendo 1 estágio cego

2ª ETAPA

Q = 113,35 l/s

H = 69,03 mca

Conjunto horizontal para água

KSB MULTISTÁGIO WK1. 125/2

Motor Weg 100 cv, 60 Hz, 1750 rpm

Preço Unitário do Conjunto Moto-bomba: R\$ 16.050,00

O conjunto moto-bomba deverá ser fornecido inicialmente com 1 estágio cego para atender à 1ª etapa. Para a 2ª etapa deverão ser adquiridos 2 novos rotores, para substituir o antigo, devido à diferença de diâmetro entre os rotores das duas etapas. O motor selecionado atende às duas condições.

CONDIÇÕES COMERCIAIS:

Posto: Várzea Paulista - SP

Pagamento: 100% a vista ou 30 d.d.l. + 3,5%

Prazo de entrega: 60 dias

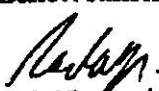
ICMS - Incluso na alíquota atual.

IPI - Isento

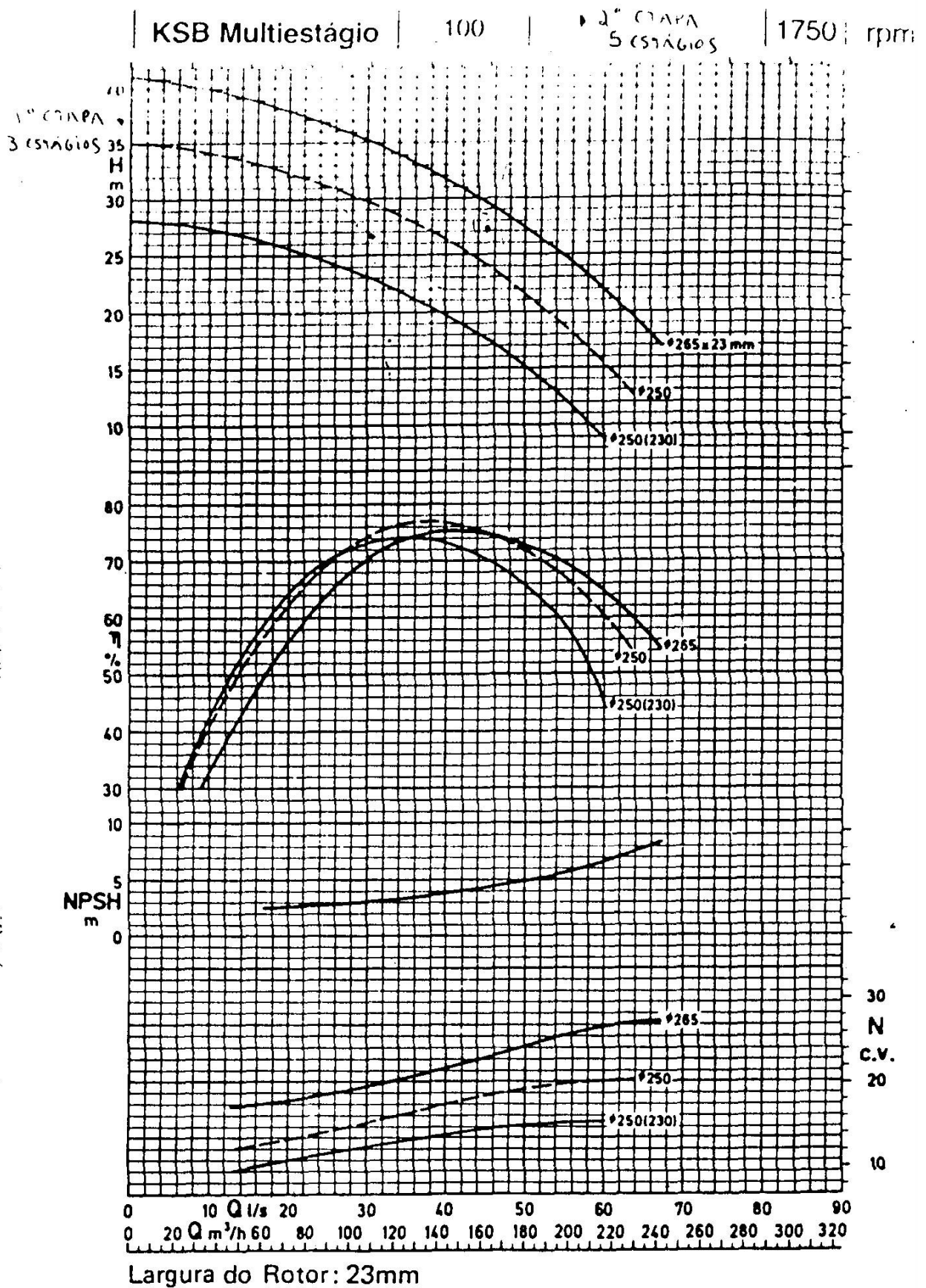
Validade da Proposta: 30 dias

Sem mais;

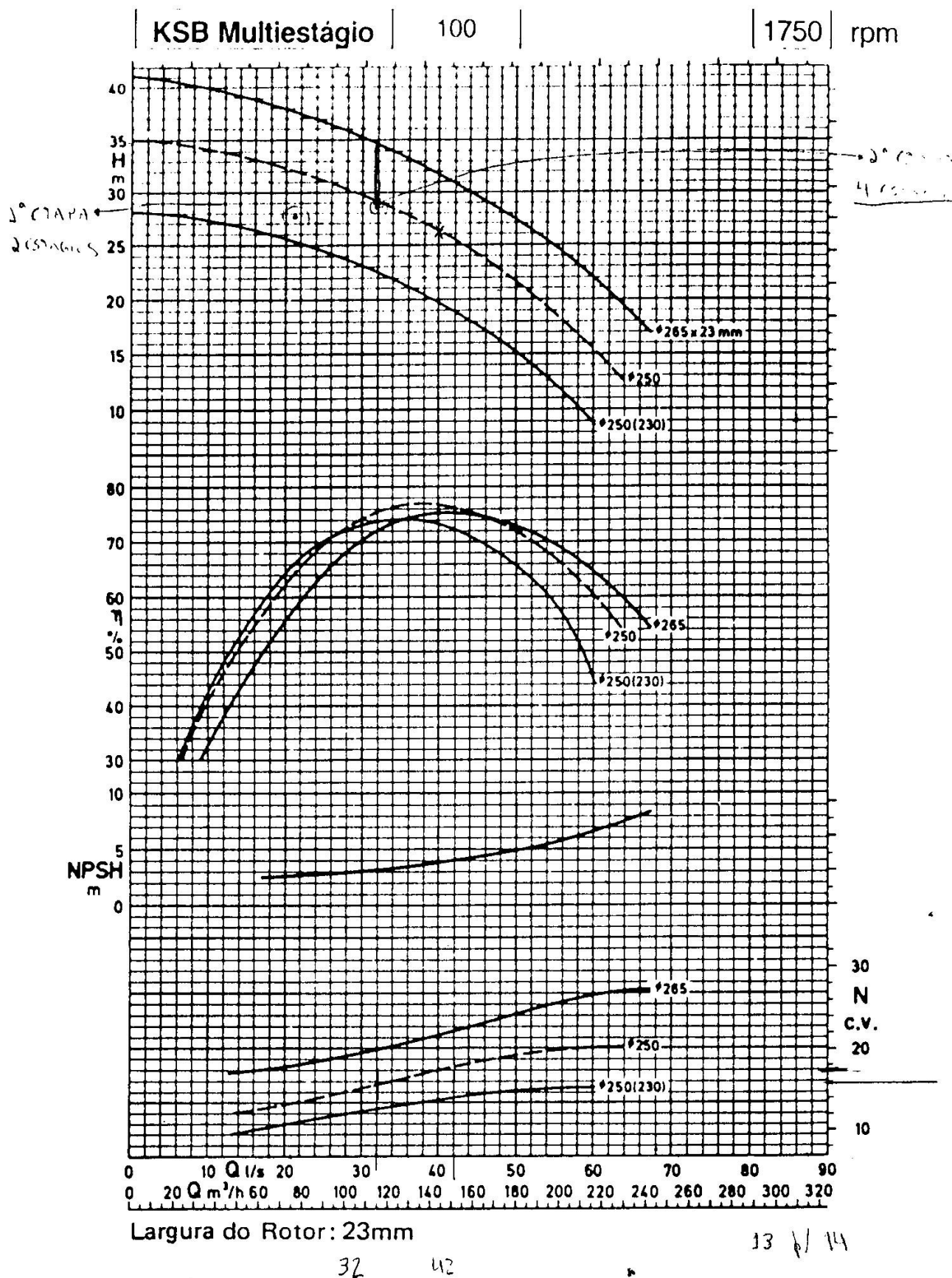
Atenciosamente;


Rodolfo Surjus / Alexandra Luengo
Depto. Vendas - CEW

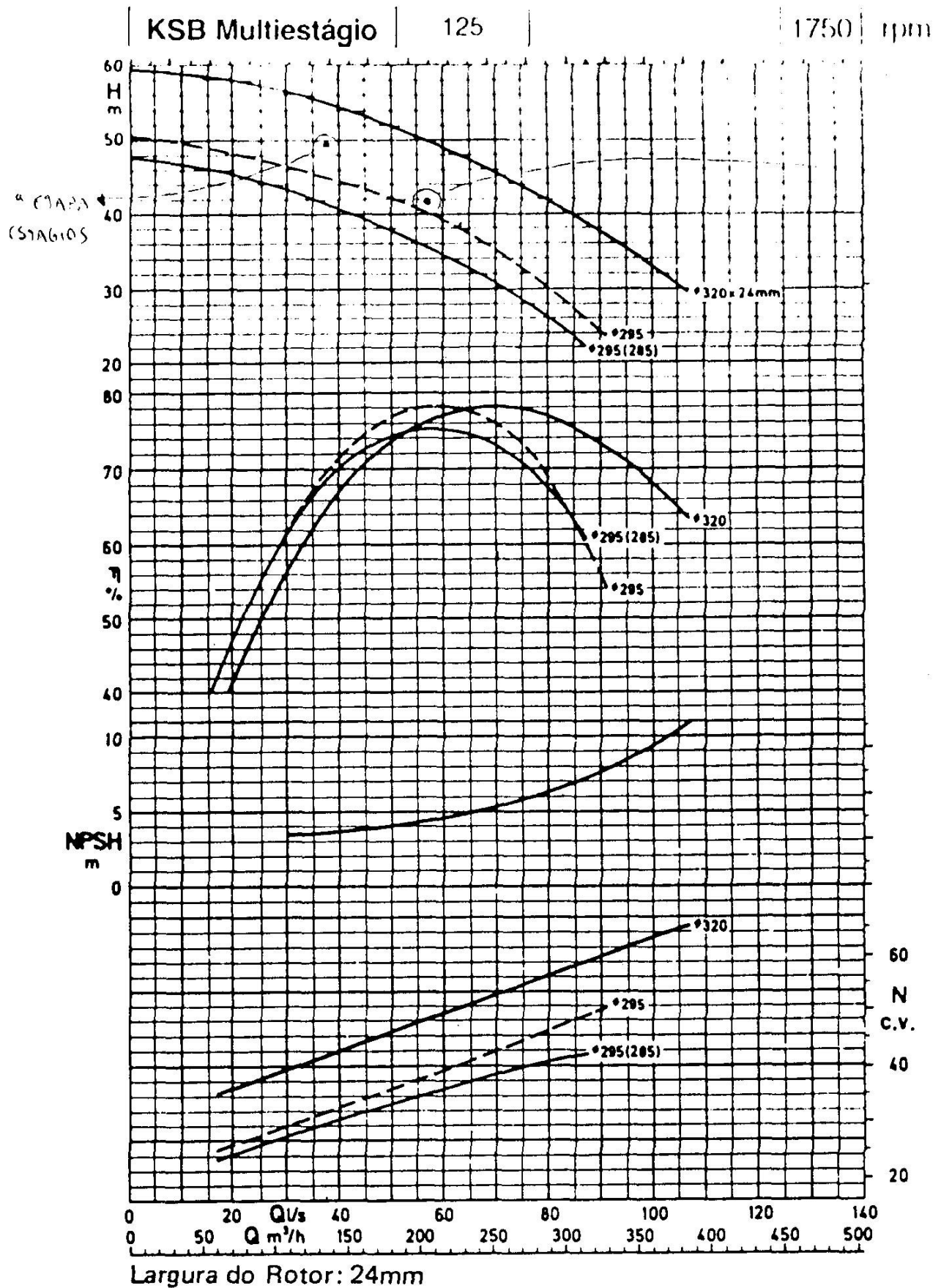
CB 07 - ITEM 01



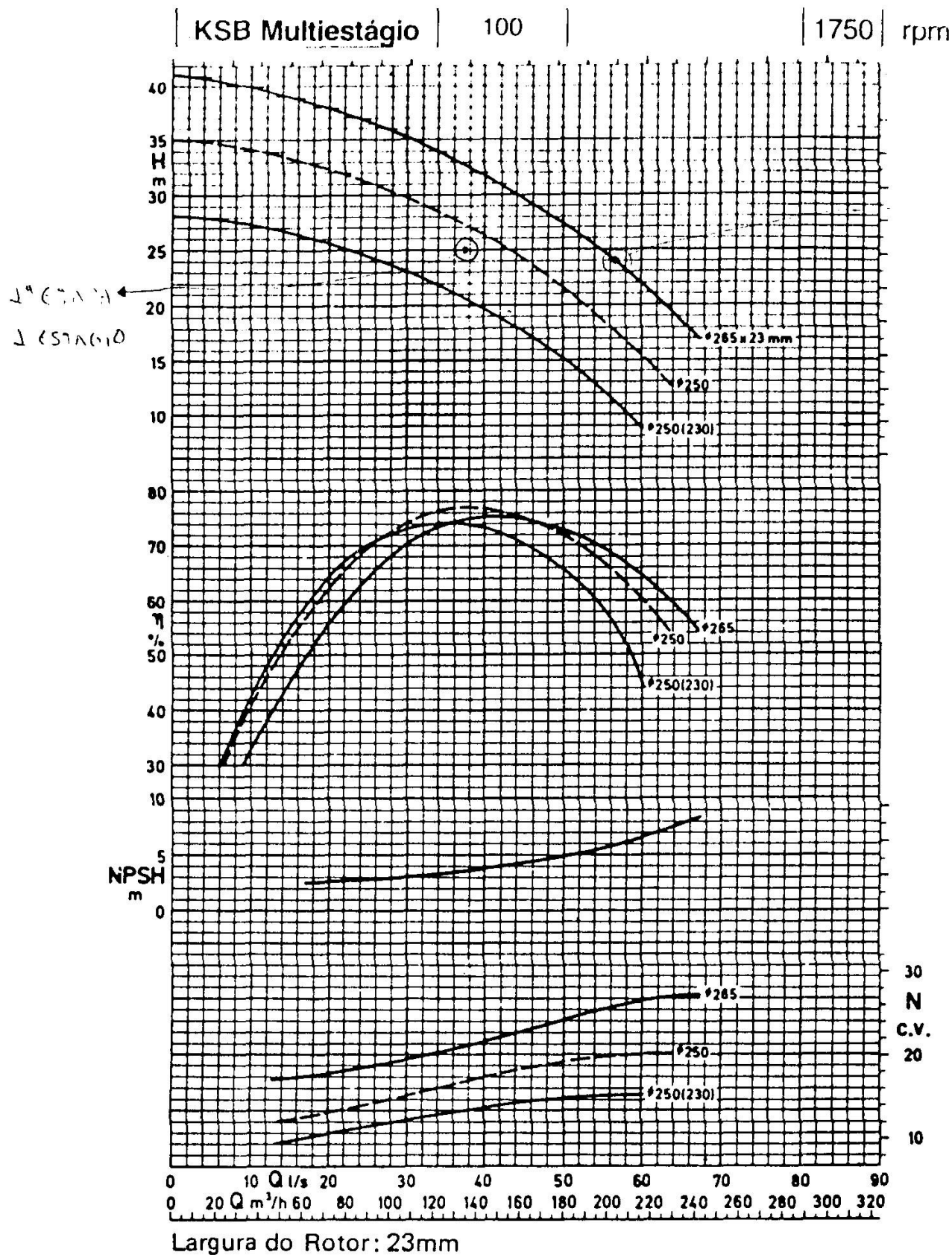
EB08 - ITEM 02



EB09 - ITEM 03



EB 10 - ITEM 04

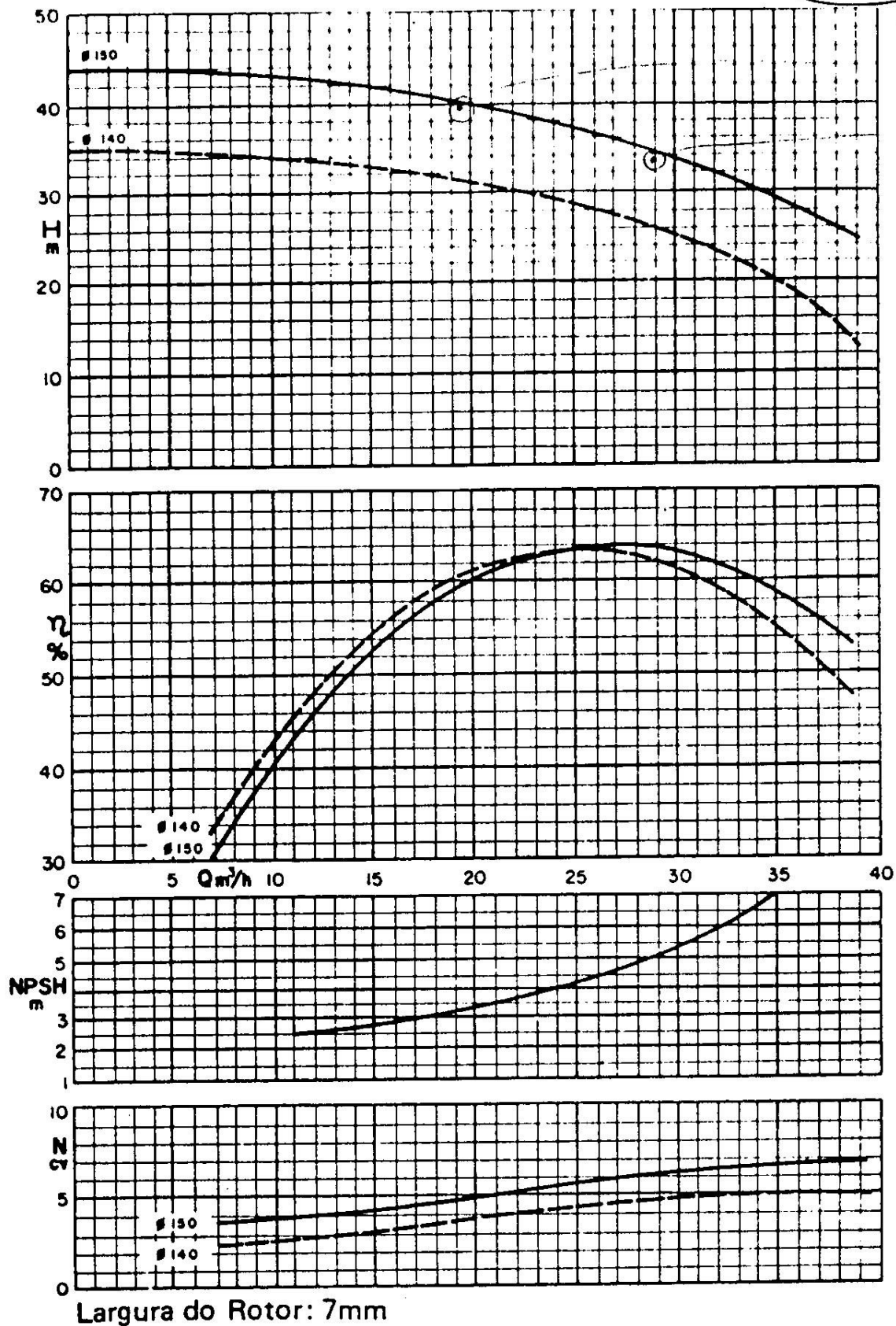


EB 11 - ITEM 05

KSB Multiestágio

40

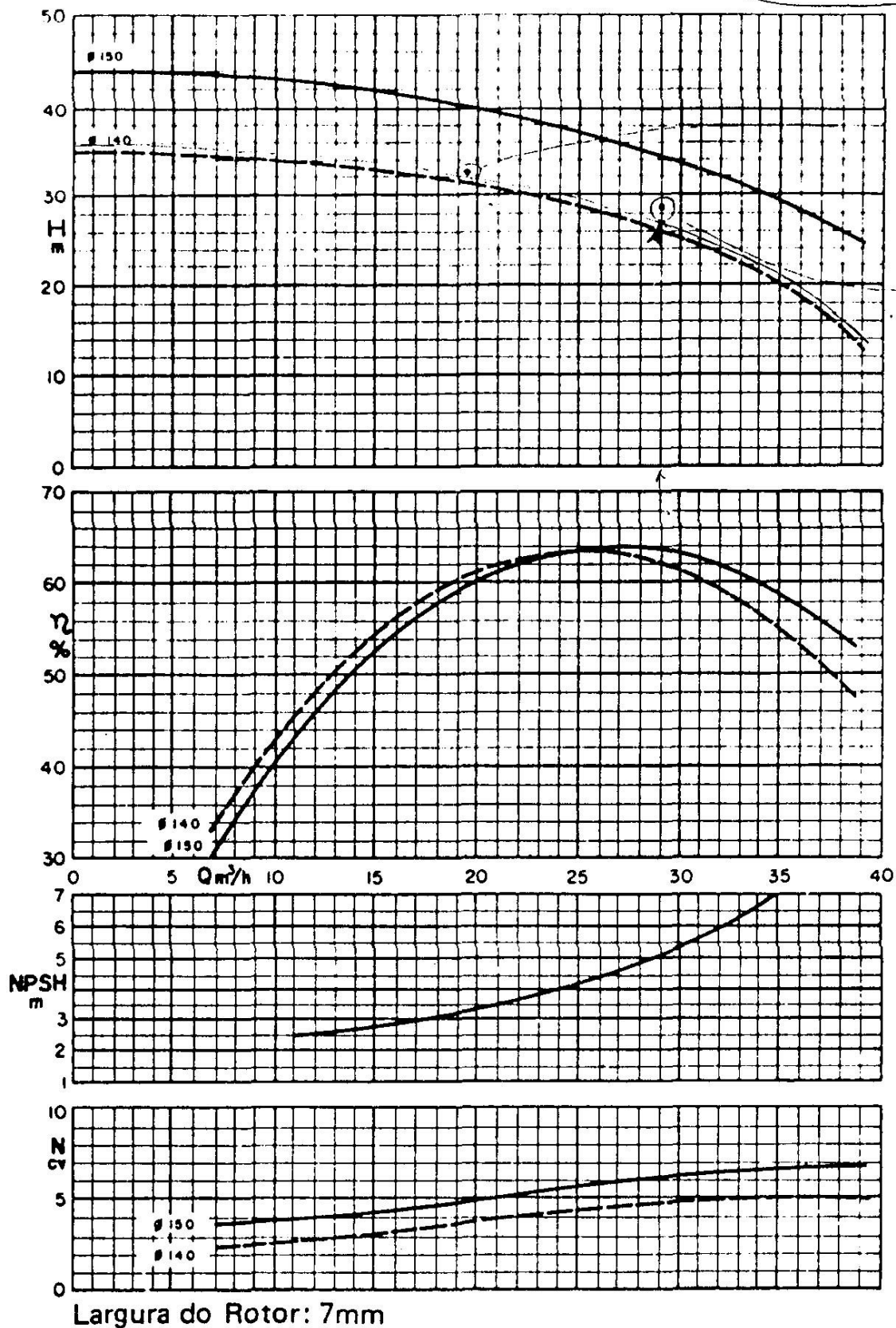
3500 rpm



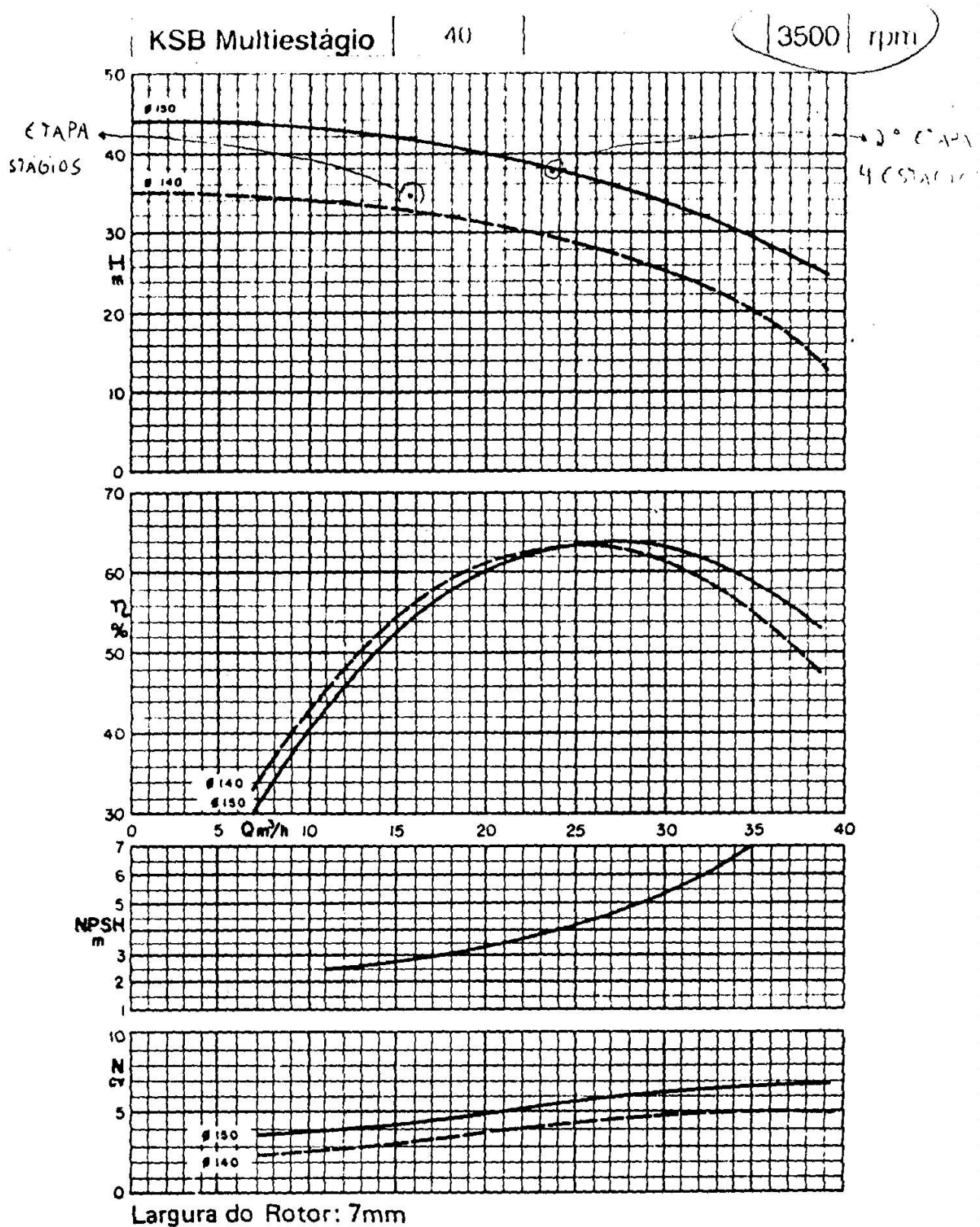
EB - J2 - Item 06

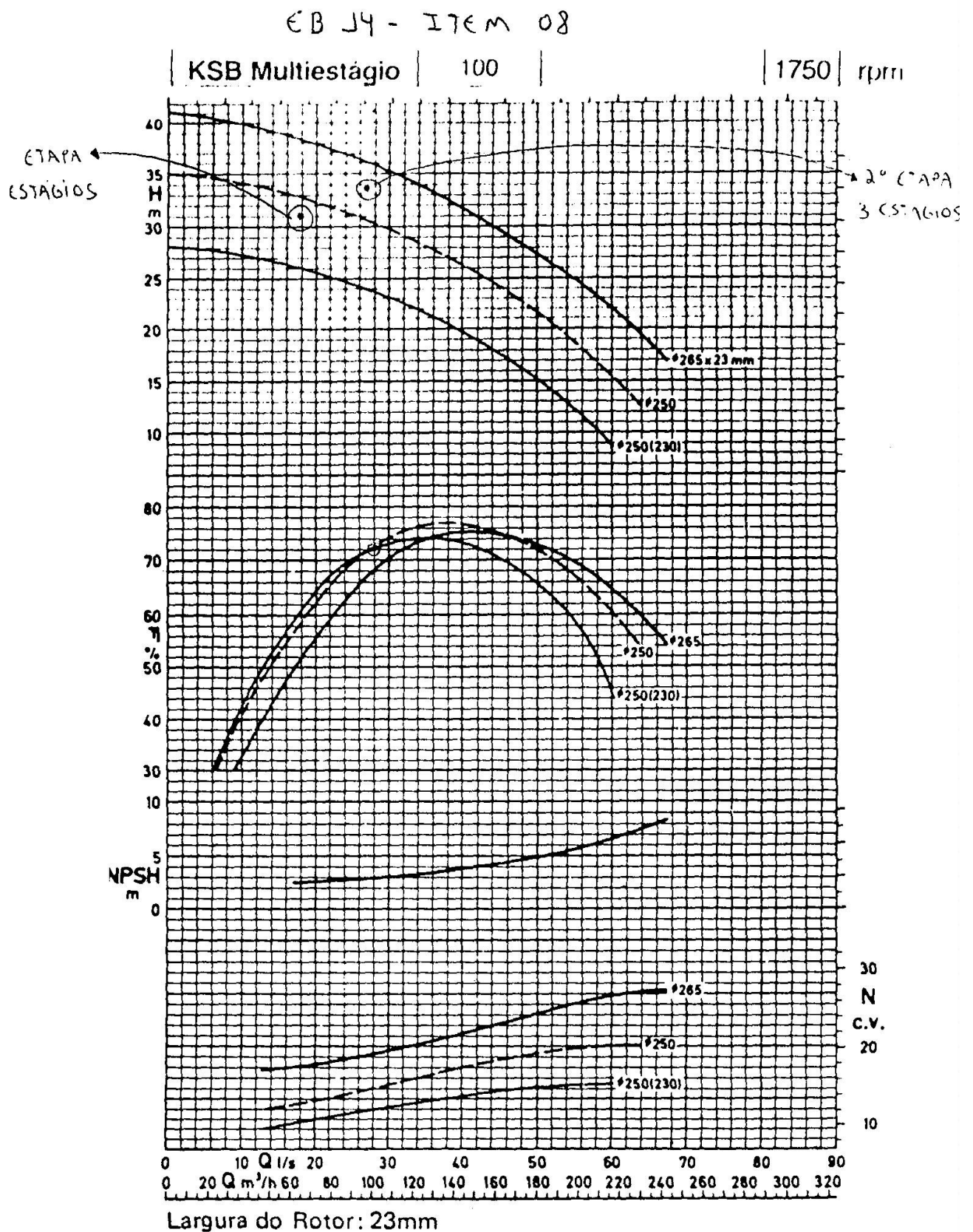
KSB Multiestágio 40

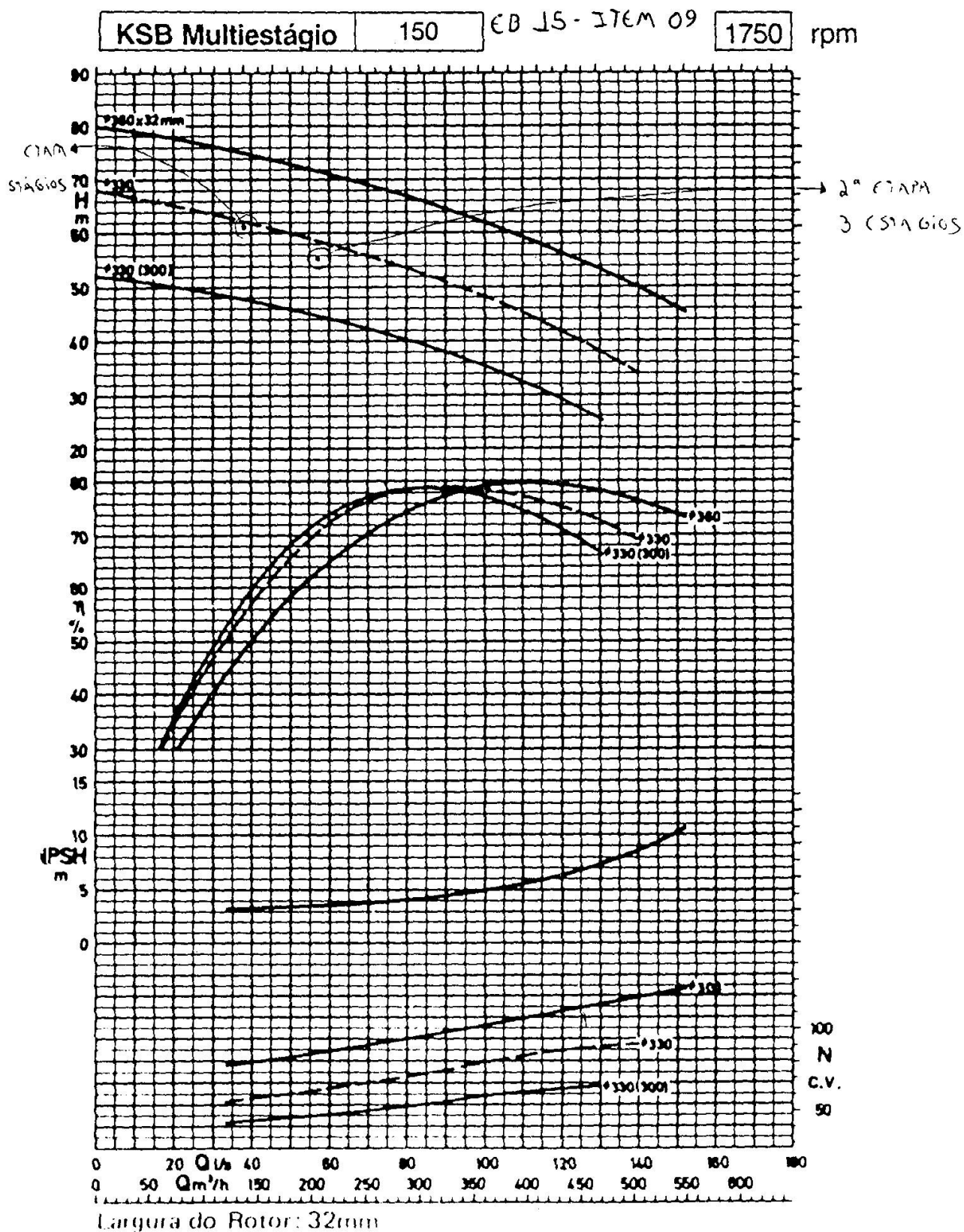
3500 rpm



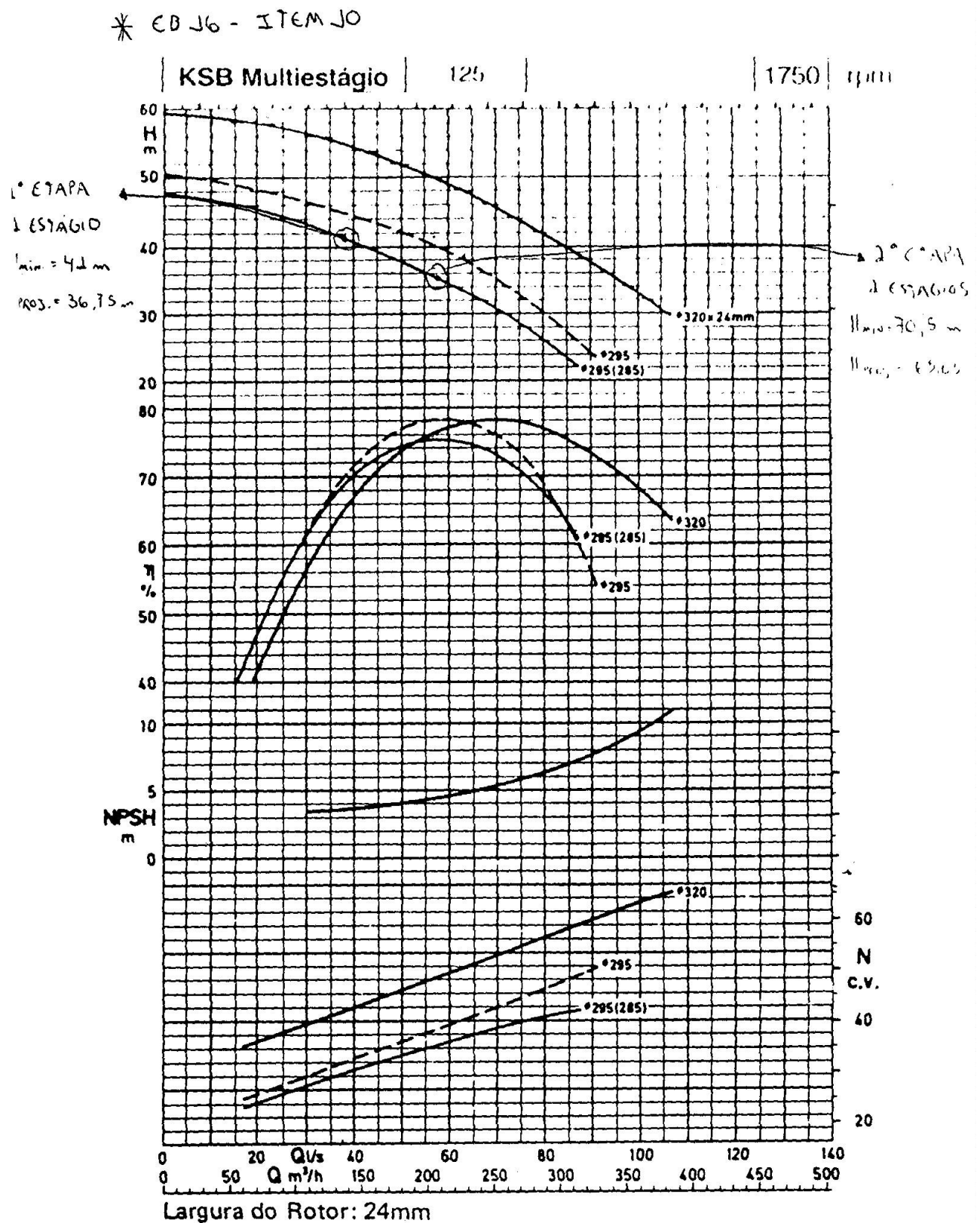
EB 23 - Item 07





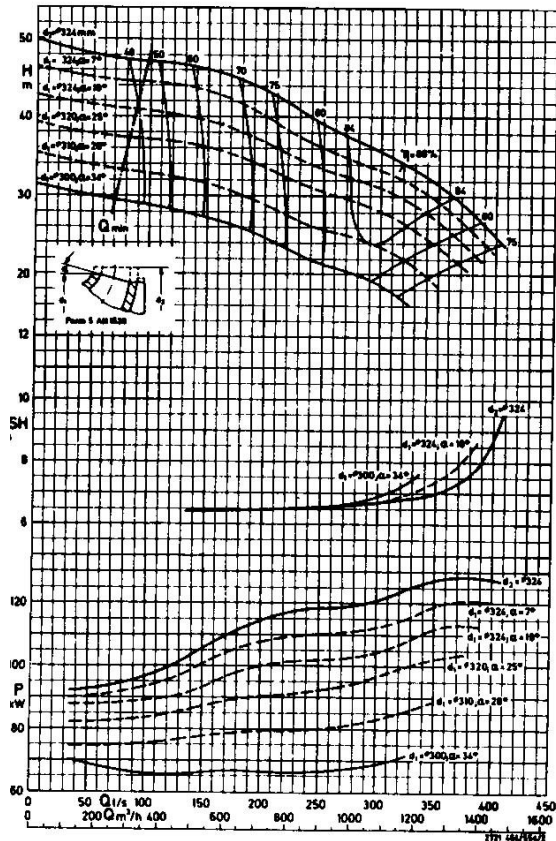


KSB MULTIESTAGIO



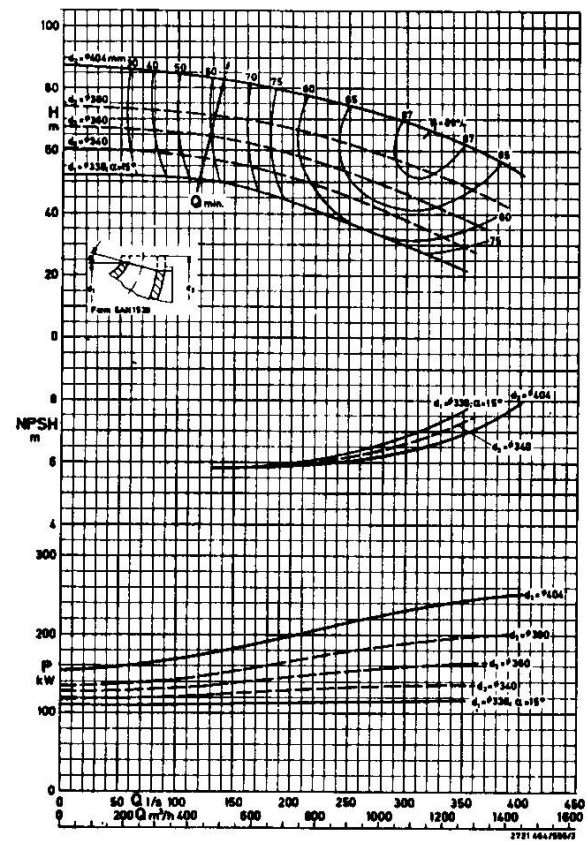
PK 250-315

1750 rpm



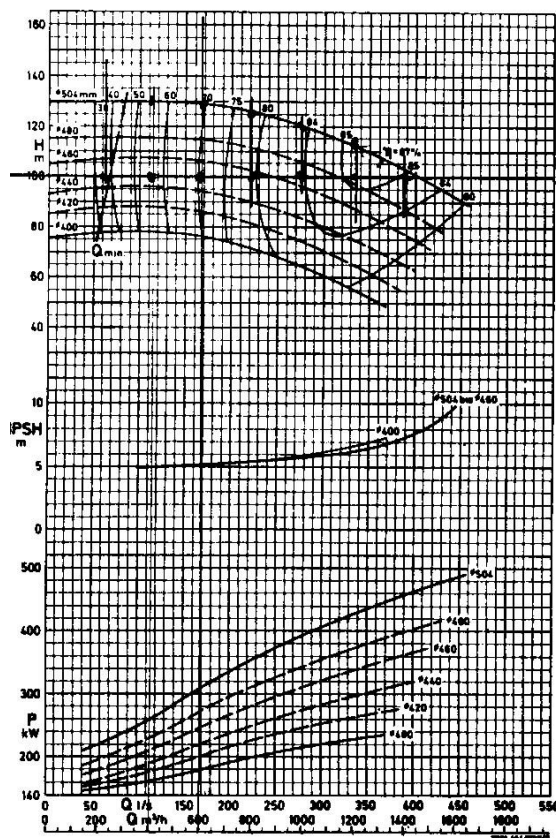
CPK 250-400

1750 rpm



CPK 250-500

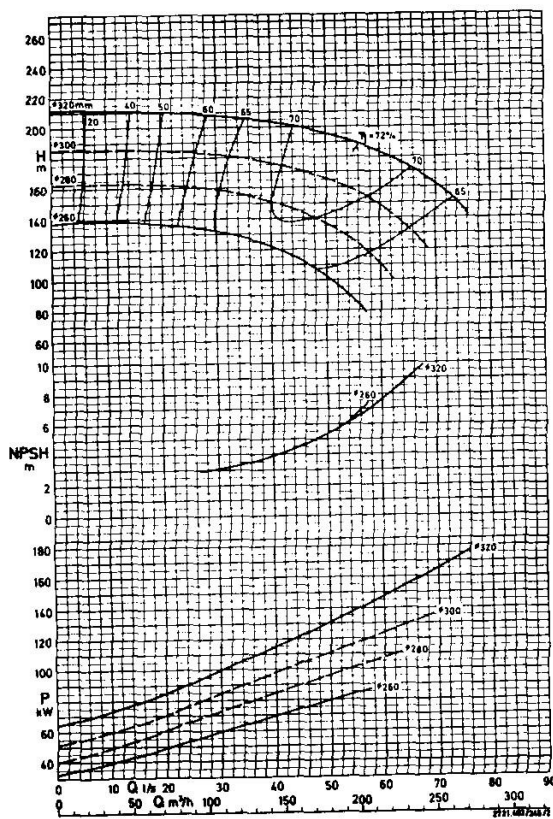
1750 rpm



$7m = 20m$

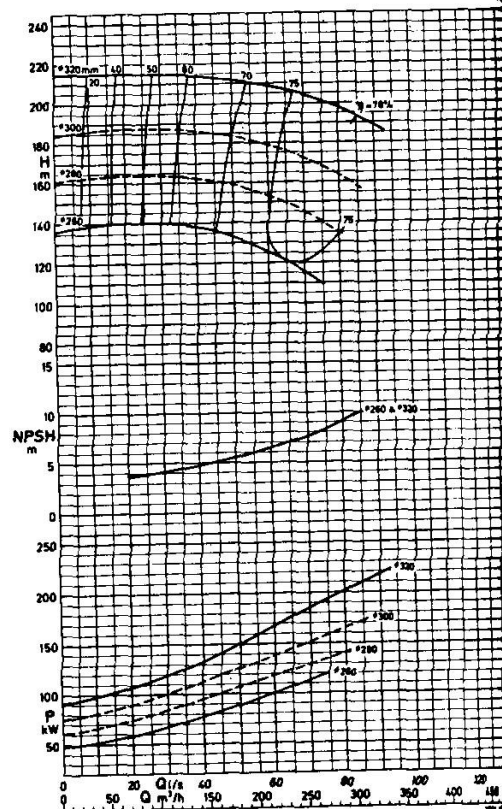
CPK 80-315

3500 rpm



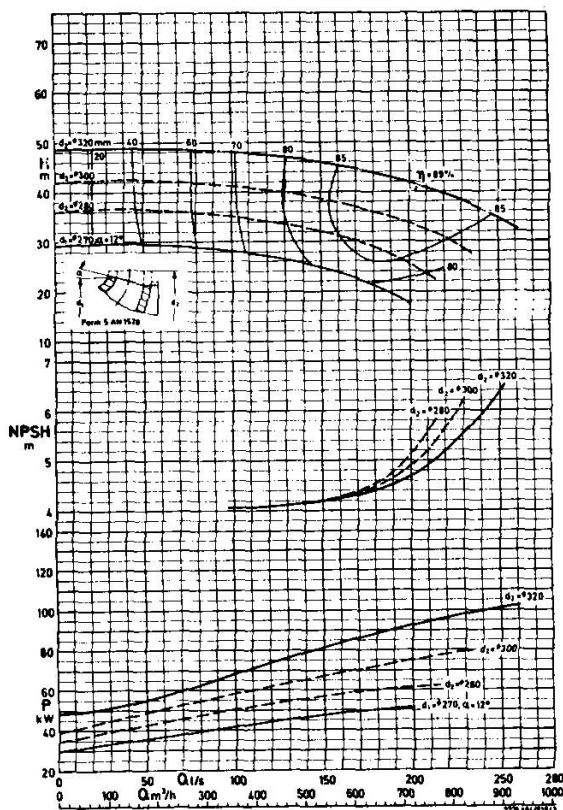
CPK 100-315

3500



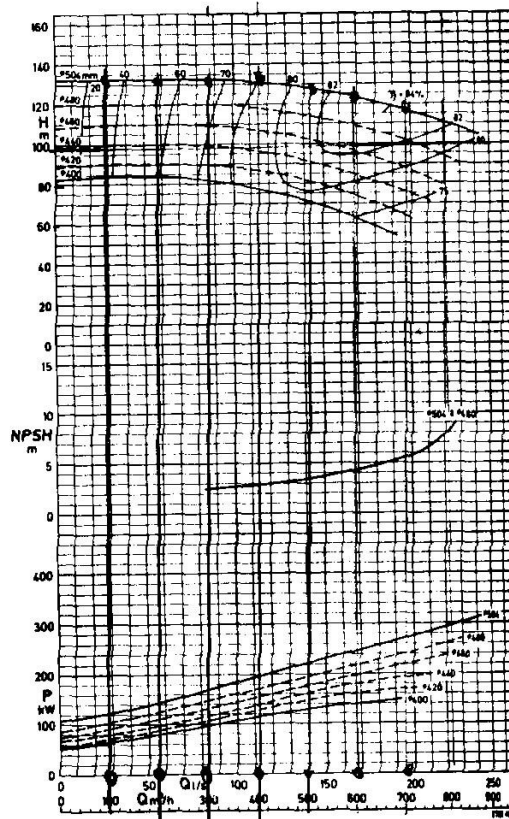
CPK 200-315

1750 rpm



CPK 200-500

1750



6 m m = 20 m

Anexo 5 - Memória de Cálculo
Cálculo dos Diâmetros das Tubulações a Serem Instaladas
Paralelamente aos Trechos EB-01/EB-02

TRECHO: EB-01 / EB-02 - CÁLCULO DO DIÂMETRO A SER INSTALADO PARALELAMENTE À LINHA DE 600mm PARA OBTENÇÃO DA VAZÃO DE 530 l/s

Se instalada na EB-01 as bombas CPK-250-500-1.750rpm com rotor máximo, a vazão produzida por três bombas será: 489 l/s (Ver Tabela 5.1 do Capítulo 5)

$$H_{\text{man}} = 47,47 + 360,05 (Q^2) \Rightarrow \text{Equação da Curva do Sistema}$$

$$h_f = kQ^2$$

$$h_{f1} = (0,489)^2 \times 360,05 = 86,10 \text{ m}$$

$$\left. \begin{array}{l} h_f = 86,10 \text{ m} \\ Q = 0,53096 \text{ m}^3/\text{s} \\ L = 20,915 \text{ km} \end{array} \right\} D_{\text{eq}} \cong 618 \text{ mm}$$

$$\sqrt{(0,618)^5} = \sqrt{(0,60)^5} + \sqrt{(D)^5}$$

$$D = 0,215 \text{ mm} \Rightarrow \boxed{D = 250 \text{ mm}}$$

TRECHO: EB-01 / EB-02 - CÁLCULO DO DIÂMETRO A SER INSTALADO PARALELAMENTE À LINHA DE 600mm PARA OBTENÇÃO DA VAZÃO DE 629 l/s

Se instalada na EB-01 as bombas CPK-250-500-1.750rpm com rotor máximo, a vazão produzida por três bombas será: 489 l/s (Ver Tabela 5.1 do Capítulo 5)

$$H_{\text{man}} = 47,47 + 360,05 (Q^2) \Rightarrow \text{Equação da Curva do Sistema}$$

$$h_f = kQ^2$$

$$h_{f1} = (0,489)^2 \times 360,05 = 86,10 \text{ m}$$

$$\left. \begin{array}{l} h_f = 86,10 \text{ m} \\ Q = 0,6289 \text{ m}^3/\text{s} \\ L = 20,915 \text{ km} \end{array} \right\} D_{eq} \cong 660 \text{ mm}$$

$$\sqrt{(0,660)^5} = \sqrt{(0,60)^5} + \sqrt{(D)^5}$$

$$D = 0,355 \text{ mm} \Rightarrow \boxed{D = 400 \text{ mm}}$$

DESENHO 01

E

DESENHO 02