# 1 - INFORMAÇÕES SOBRE A CIDADE E O MUNICÍPIO

## 1.1 - Histórico

O primeiro registro do povoado foi em 1818, através de uma sesmaria de légua e meia, formada pelas bacias hidrográficas do Rio Mogi, Ribeirão Itapura e Ribeirão das Araras, em terras pertencentes ao município de Limeira. Em 1862, o proprietário da sesmaria erguia a primeira capela de Nossa Senhora do Patrocínio das Araras, rodeada de algumas casas. A inauguração foi em 15 de agosto de 1862, Dia da Padroeira. Em maio de 1865, os então proprietários da sesmaria, Bento de Lacerda Guimarães (futuro Barão de Araras), e José de Lacerda Guimarães (Barão de Arary), doaram o terreno para o patrimônio da respectiva igreja dedicada a Nossa Senhora do Patrocínio.

Em 24 de março de 1871, o povoado de Nossa Senhora do Patrocínio foi elevado à categoria de vila, passando a partir daquele momento a constituir um município, que já possuía cinco mil habitantes. A primeira eleição de vereadores foi em 07 de setembro de 1872. O município foi instalado em 07 de janeiro de 1873, com a constituição da 1ª Câmara Municipal e em 02 de abril de 1879 foi elevada à categoria de cidade. As grandes fazendas de lavoura de café predominavam na cidade e eram responsáveis pelo progresso que surgia na região. Em abril de 1877, os trilhos da Companhia Paulista de Estrada de Ferro eram a principal

forma de escoamento da produção agrícola da região, o que acelerou o progresso da cidade. A imigração foi grande influenciadora na formação da população de Araras. Com o ciclo do café, italianos, portugueses, suíços e alemães se incorporaram à vida econômica suprindo a falta de mão de obra na lavoura devido à abolição da escravatura[1].

**1.2 - Formação administrativa**

Distrito criado com a denominação de Araras, por lei provincial nº 42, de 12 de julho de 1869, no Município de Limeira. Elevado à categoria de vila com a denominação de Araras, por lei provincial nº 29, de 24 de março de 1871, desmembrado de Limeira. Constituído do Distrito Sede. Sua instalação verificou-se no dia 07 de janeiro de 1873. Cidade por lei provincial nº 27, de 02 de abril de 1879. Em divisão administrativa referente ao ano de 1911, o Município de Araras se compõe do Distrito. Em divisão administrativa referente ao ano de 1933, o Município de Araras permanece com o Distrito Sede. Em divisões territoriais datadas de 31-XII-1936 e 31-XII-1937, bem como no quadro anexo ao Decreto-lei Estadual nº. 9073, de 31-III-1938, o Município de Araras compreende o único termo judiciário da comarca de Araras e figura igualmente com 1 Distrito, Araras. No quadro fixado pelo Decreto Estadual nº. 9775, de 30-XI-1938, para 1939-1943, o Município de Araras é composto de 1 Distrito, Araras. Em virtude do Decreto-lei Estadual nº 14334, de 30-XI-1944, que fixou o quadro territorial para vigorar em 1945-1948, o Município de Araras ficou composto de 1 único Distrito, Araras. Assim permanece nas Leis 233, de 24-XII-1948 e 2456, de 30-XII de 30-XII-1953 para vigorar, nos períodos 1949-1953 e 1954-1958, comarca de Araras.

[1] - Prefeitura de Araras. Disponível em: http://www.araras.sp.gov.br/historia/. Acesso em: 01/06/2011.

Em divisão territorial datada de 01-VII-1960, o município é constituído do Distrito Sede. Assim permanecendo em Divisão Territorial Datada de 15-VII-1997.[2]

## 1.3 - Localização

Araras está localizado entre as longitudes 47º15' e 47º30' a Oeste e entre as latitudes 22º10' e 22º30', no sentido Sul[3]. Dista 170 km da capital do estado em direção noroeste, tendo como via principal de acesso a Rodovia Anhangüera – SP-330, conforme Figura 1.1. A distância aos principais centros urbanos são as seguintes:

- Campinas: 76 km;
- Limeira: 26 km;
- Ribeirão Preto: 120 km;
- São Carlos: 70 km.

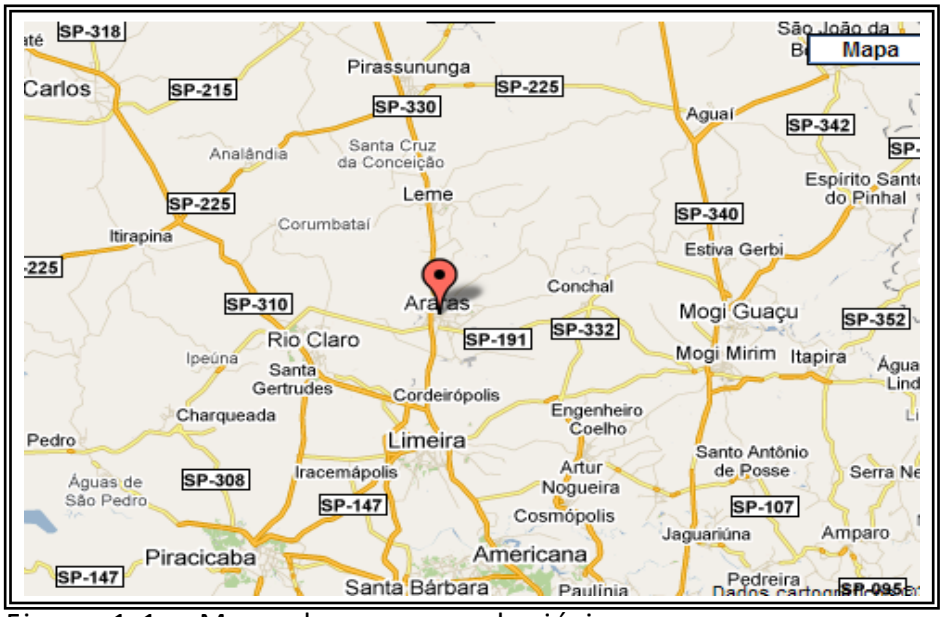



Figura 1.1 – Mapa de acesso rodoviário
Fonte: http://www.saopaulo.tur.br/maps/index.asp?. Acesso em 01/06/2011

[2] - IBGE – Cidades. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=350330# - Acesso em: 01/06/2011.
[3] - Câmara Municipal de Araras. Disponível em: http://www.camara-araras.sp.gov.br/goto/store/index. Acesso em: 01/06/2011.

Com área de 643,46 km$^2$ tem como limítrofes os municípios de Rio Claro, Leme, Mogi-Guaçu, Conchal, Engenheiro Coelho, Limeira, Cordeirópolis e Santa Gertrudes (Figura 1.2).

Figura 1.2 – Mapa de localização de Araras e municípios limítrofes
Fonte: http://www.sp-turismo.com/municipios. Acesso em: 01/06/2011

## 1.4 - Clima

Segundo o CBH-MOGI[4], o clima de Araras é do tipo Cwa, que na classificação de Koeppen é caracterizado como clima mesotérmico de inverno seco em que a temperatura media do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C. O Total das chuvas do mês mais seco não ultrapassa 30 mm. O índice pluviométrico desse tipo climático varia entre 1100 e 1700 mm diminuindo a precipitação de leste para oeste. A estação seca nessa região ocorre nos meses de abril a setembro, sendo julho o mês em que atinge a máxima intensidade. O mês mais chuvoso oscila entre janeiro e fevereiro. A temperatura do

[4] - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. Relatório de situação 2008-2011. 2008.

mês mais quente oscila entre 22 e 24°C. A Tabela 1.1 apresenta as temperaturas médias do ar e a pluviosidade.

Tabela 1.1 – Temperatura do ar e chuva

| MÊS | TEMPERATURA DO AR (°C) | | | CHUVA (mm) |
|---|---|---|---|---|
| | MÍNIMA MÉDIA | MÁXIMA MÉDIA | MÉDIA | |
| JANEIRO | 18.5 | 29.8 | 24.2 | 234.4 |
| FEVEREIRO | 18.8 | 29.9 | 24.3 | 210.0 |
| MARÇO | 18.0 | 29.6 | 23.8 | 150.8 |
| ABRIL | 15.4 | 28.0 | 21.7 | 64.8 |
| MAIO | 12.7 | 26.0 | 19.4 | 58.2 |
| JUNHO | 11.3 | 24.9 | 18.1 | 42.2 |
| JULHO | 10.7 | 25.2 | 17.9 | 26.8 |
| AGOSTO | 12.1 | 27.4 | 19.7 | 26.0 |
| SETEMBRO | 14.1 | 28.4 | 21.3 | 59.3 |
| OUTUBRO | 15.8 | 28.8 | 22.3 | 124.8 |
| NOVEMBRO | 16.7 | 29.2 | 22.9 | 164.7 |
| DEZEMBRO | 17.9 | 29.1 | 23.5 | 222.5 |
| NO ANO | 15.2 | 28.0 | 21.6 | 1384.5 |
| MÍNIMA | 10.7 | 24.9 | 17.9 | 26.0 |
| MÁXIMA | 18.8 | 29.9 | 24.3 | 234.4 |

Fonte: CEPAGRI – UNICAMP. Disponível em: http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni. Acesso em 01/06/2011

## 1.5 - Hidrografia

O município de Araras obtém a maior quantidade da água de abastecimento de duas microbacias. A microbacia do Ribeirão das Araras ao norte do município, no qual a Barragem Tambury contribui com 15% da água de abastecimento. Ao sul a microbacia do Ribeirão das Furnas, onde se encontram os mananciais que abastecem a Barragem Hermínio Ometto[5].

[5] - QUINTAS, D.A.C.; STOLF, R.; CASAGRANDE, J. C. Recuperação de matas ciliares na microbacia do Ribeirão das Furnas no Município de Araras – SP. In: CONGRESSO DE PÓSGRADUAÇÃO, 4, 2007, São Carlos. Anais de Eventos da UFSCar, v. 3, p. 1235, 2007.

O Ribeirão das Araras faz parte de bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu. Os dois primeiros afluentes do Rio Mogi-Guaçu localizados no município de Araras são: Rio das Araras e Ribeirão Ferraz. Assim, existem no município duas bacias secundárias, formadas por esses cursos d'água e seus respectivos afluentes. A Figura 1.3 mostra a bacia hidrográfica do Ribeirão das Araras e do Ribeirão das Furnas.

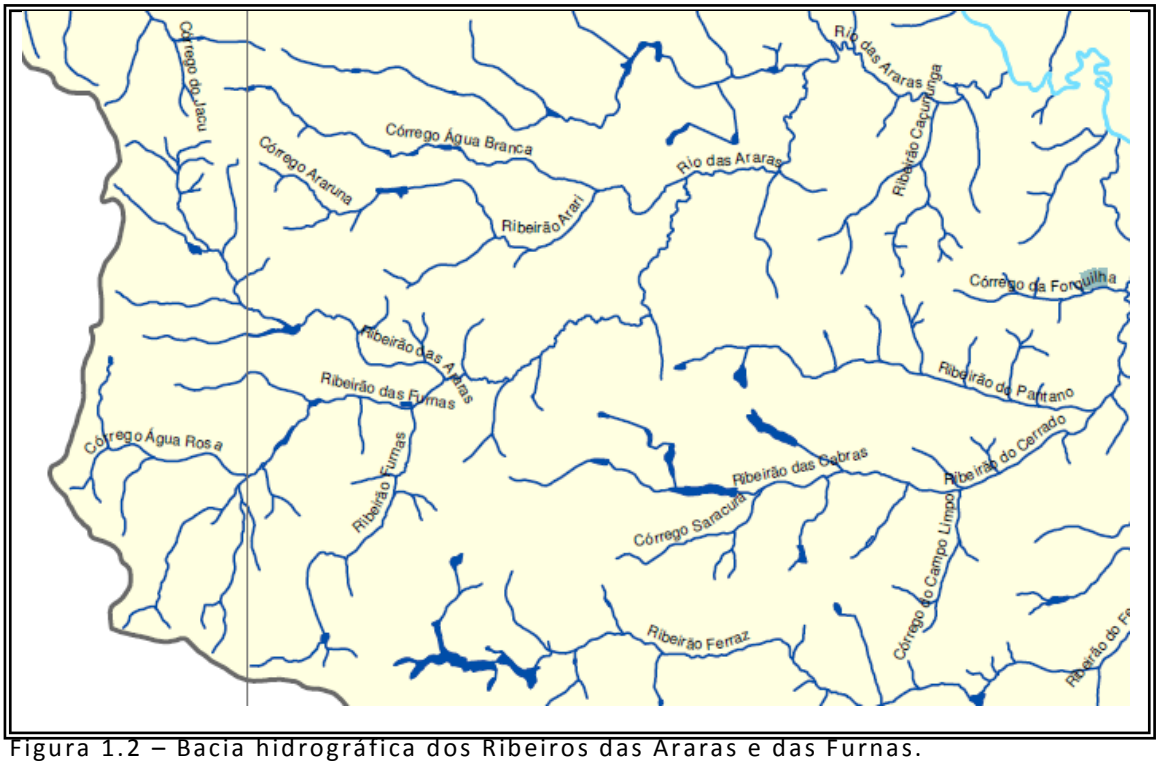



Figura 1.2 – Bacia hidrográfica dos Ribeiros das Araras e das Furnas.
Fonte: Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu – Rede de Drenagem. Disponível em: http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-MOGI/1309/mapa%201_rede %20de%20drenagem.pdf

## 1.6 – Indicadores sócioeconômicos

A fim de comparar o município de Araras com os demais municípios da região de governo e com o consolidado do estado de São Paulo, a Tabela 1.2 apresenta alguns indicadores sociais e econômicos, disponibilizados pela Fundação SEADE.

Tabela 1.2 – Tabela comparativa de indicadores sócioeconômicos Araras, Região de Governo e Estado.

| INDICADORES | ANO | MUNICÍPIO | REGIÃO GOV. | ESTADO |
|---|---|---|---|---|
| Densidade demográfica (hab./km$^2$) | 2011 | 187,07 | 215,57 | 167,90 |
| Grau de urbanização (%) | 2011 | 94,62 | 95,59 | 95,88 |
| Mortalidade infantil (por 1000 nascidos vivos) | 2009 | 8,49 | 11,07 | 12,48 |
| Taxa de natalidade (por 1000 habitantes) | 2009 | 13,07 | 13,17 | 14,69 |
| Índice de desenvolvimento humano (IDH) | 2000 | 0,828 | - | 0,814 |
| PIB per capita (em reais correntes) | 2008 | 18.849,46 | 19.852,86 | 24.457,00 |
| Domicílios com infraestrutura interna adequada (%) | 2000 | 99,37 | 98,53 | 89,29 |
| Coleta de lixo - nível de atendimento (%) | 2000 | 99,93 | 99,61 | 98,90 |
| Abastecimento de água - nível de atendimento (%) | 2000 | 99,93 | 99,39 | 97,38 |
| Esgotamento sanitário - nível de atendimento (%) | 2000 | 99,48 | 98,68 | 85,72 |
| Taxa analfabetismo população de 15 anos e mais (%) | 2000 | 7,01 | 7,13 | 6,64 |
| Média de anos de estudo da população de 15 a 64 anos | 2000 | 7,30 | 7,19 | 6,64 |

## 1.7 - Abastecimento de água e esgotamento sanitário

O SAEMA - Serviço de Água, Esgoto e Meio Ambiente do Município de Araras é uma Autarquia Municipal, com autonomia jurídica, administrativa e financeira, tendo sido criado pela Lei Municipal Nº. 937, de 04 de agosto de 1971, sofrendo, posteriormente, diversas alterações.

Compete ao SAEMA:

I – estudar, projetar e executar, diretamente ou mediante contrato com organizações e/ou empresas especializadas, as obras relativas à construção, ampliação ou remodelação dos sistemas públicos de abastecimento de água potável e de esgotos sanitários, que não forem

objeto de convênio entre a Prefeitura e os Órgãos Federais ou Estaduais específicos, incluindo-se as respectivas e necessárias operações de manutenção e conservação;

II – atuar como órgão coordenador e fiscalizador dos convênios entre o Município e os Órgãos Federais ou Estaduais para estudos, projetos e obras de construção, ampliação ou remodelação dos serviços públicos de abastecimento de água potável e de esgotos sanitários;

III – operar, manter, conservar e explorar, diretamente, os serviços de água potável e de esgotos sanitários;

IV – lançar, fiscalizar e arrecadar as tarifas dos serviços de água e esgotos, as taxas e contribuições que incidirem sobre os imóveis beneficiados com tais serviços;

V – exercer quaisquer outras atividades relacionadas com os sistemas públicos de água e esgotos, compatíveis com as Lei gerais e,

VI – defender os cursos de água do Município, contra a poluição e conservação dos mananciais.

O SAEMA é dirigido por um Presidente Executivo e por um Conselho Deliberativo Especializado. Sua sede administrativa está localizada na Rua Ciro Lagazzi, nº. 155, no Bairro Jardim Cândida.

O sistema de abastecimento de água, atende a praticamente 100% da população. É suprido por captações realizadas em três mananciais: Represa Hermínio Ometto localizada no Ribeirão das Furnas, Represa Antônio Meneghetti (Tambury) localizada no Ribeirão Araras e Rio Mogi Guaçu. As águas captadas nesses mananciais são aduzidas por recalque para a estação de tratamento de água, do tipo convencional, com floculadores, decantadores e filtros rápidos (Figura 1.3). A água tratada passa pelos processos de fluoretação e desinfecção.

Figura 1.3 – Estação de tratamento de água de Araras.
Fonte: http://www.saema.com.br/index.php/. Acesso: 02/06/2011

De acordo com informações cedidas pelo SAEMA o movimento de ligações e economias de água, em 2009 e 2010, ocorreu conforme discriminado nas Tabelas 1.3 e 1.4.

Tabela 1.3 – Movimento de ligações e economias de água - 2009

| CLASSE | | CATEGORIAS DE CONSUMO | | | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | RESID. | COM. | INDUST. | PÚBL. | SOCIAL | BENEF. | |
| LIGAÇÕES | Nº. | 33.772 | 3.800 | 306 | 132 | 43 | 118 | 38.171 |
| | % | 88,48 | 9,95 | 0,80 | 0,35 | 0,11 | 0,31 | 100 |
| ECOMONIAS | Nº. | 37.138 | 5.525 | 341 | 135 | 43 | 119 | 43.301 |
| | % | 85,77 | 12,76 | 0,79 | 0,31 | 0,10 | 0,28 | 100 |

Fonte: SAEMA – Divisão de Lançamentos e Controle de Contas
Observação: Refere-se ao número médio de ligações e economias no ano

Tabela 1.4 – Movimento de ligações e economias de água - 2010

| CLASSE | | CATEGORIAS DE CONSUMO | | | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | RESID. | COM. | INDUST. | PÚBL. | SOCIAL | BENEF. | |
| LIGAÇÕES | Nº. | 34.464 | 3.816 | 308 | 136 | 53 | 109 | 38.885 |
| | % | 88,63 | 9,81 | 0,79 | 0,35 | 0,14 | 0,28 | 100,00 |
| ECOMONIAS | Nº. | 37.948 | 5.561 | 345 | 139 | 53 | 110 | 44.156 |
| | % | 85,94 | 12,59 | 0,78 | 0,31 | 0,12 | 0,25 | 100,00 |

Fonte: SAEMA – Divisão de Lançamentos e Controle de Contas
Observação: Refere-se ao número médio de ligações e economias no ano

Já as Tabelas 1.5 e 1.6 apresentam os volumes medido pelos hidrômetros e faturado, discriminados por categoria de consumo.

Tabela 1.5 – Volumes medido e faturado - 2009

| VOLUME | | CATEGORIAS DE CONSUMO | | | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | RESID. | COM. | INDUST. | PÚBL. | SOCIAL | BENEF. | |
| MEDIDO | $m^3$ | 7.907.558 | 920.286 | 1.152.373 | 161.779 | 13.584 | 147.374 | 10.302.954 |
| | % | 76,75 | 8,93 | 11,18 | 1,57 | 0,13 | 1,43 | 100,00 |
| FATURADO | $m^3$ | 9.130.531 | 1.322.076 | 1.173.613 | 149.935 | 17.032 | 147.371 | 11.940.558 |
| | % | 76,47 | 11,07 | 9,83 | 1,26 | 0,14 | 1,23 | 100,00 |

Fonte: SAEMA – Divisão de Lançamentos e Controle de Contas

Tabela 1.6 – Volumes medido e faturado - 2010

| VOLUME | | CATEGORIAS DE CONSUMO | | | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | RESID. | COM. | INDUST. | PÚBL. | SOCIAL | BENEF. | |
| MEDIDO | $m^3$ | 7.932.420 | 892.630 | 1.333.546 | 155.175 | 20.589 | 188.214 | 10.522.574 |
| | % | 75,38 | 8,48 | 12,67 | 1,47 | 0,20 | 1,79 | 100 |
| FATURADO | $m^3$ | 9.443.413 | 1.355.805 | 1.367.046 | 166.921 | 24.768 | 233.866 | 12.591.819 |
| | % | 75,00 | 10,77 | 10,86 | 1,33 | 0,20 | 1,86 | 100,00 |

Fonte: SAEMA – Divisão de Lançamentos e Controle de Contas

Das informações contidas nas Tabelas 1.3 a 1.6 podem ser feitas as seguintes avaliações:

a) O volume medido pelos hidrômetros devido ao consumo doméstico (categorias residencial e social) correspondeu a:

- 2009: 8.058.516 $m^3$ ou 78,3% do total.
- 2010: 7.953.009 $m^3$ ou 75,6% do total

b) O consumo não doméstico (categorias comercial, industrial, pública e beneficente) representou em 2009 e 2010 uma média de 23,12% do consumo médio total e de 30,07% do consumo doméstico.

c) O consumo medido nas economias residenciais e sociais resultou em:

- 2009: 15,51 $m^3$/mês/economia
- 2010: 15,01 $m^3$/mês/economia

d) Considerando que o SAEMA informou ao SNIS (2008) que atende 95% da população total do município, podemos estimar as seguintes coberturas:

- 2009: 111.425 (95% de 117.920)
- 2010: 112.900 (95% de 118.843)

e) O consumo per capita médio relativo ao volume total medido em 2009 e 2010 foi da seguinte ordem:

- 2009: 253 l/hab.dia
- 2010: 255 l/hab.dia

f) Considerando apenas o consumo doméstico (categorias residencial e social), temos os seguintes consumos médios per capita:

- 2009: 198 l/hab.dia
- 2010: 193 l/hab.dia

Atendendo praticamente 100% da população, o esgoto coletado é tratado pelo processo anaeróbio através de três reatores anaeróbios de fluxo ascendente, com capacidade de 1.000m³/h cada um (Figura 1.4). O efluente tratado é lançado no Ribeirão das Araras. Atualmente o tratamento atende 80% do esgoto coletado.

Figura 1.4 – Estação de tratamento de esgoto de Araras.
Fonte: http://www.saema.com.br/index.php. Acesso: 02/06/2011

Com relação ao sistema de esgotamento sanitário, o SNIS disponibiliza a seguinte situação, conforme apresentado na Tabela 1.7:

Tabela 1.7 – Informações operacionais do sistema de esgotamento sanitário SAEMA Araras – 2007 e 2008

| INFORMAÇÕES OPERACIONAIS | 2005 | 2008 | EVOLUÇÃO (% ao ano) |
|---|---|---|---|
| Ligações totais de esgoto | 35.624 | 37.713 | 1,92 |
| Economias ativas de esgoto | 40.282 | 42.819 | 2,06 |
| Extensão rede de esgoto (km) | 576,0 | 594,0 | 1,03 |
| Volume de esgoto coletado (1.000 $m^3$/ano) | 10.368 | 10.816 | 1,42 |
| Volume de esgoto tratado (1.000 $m^3$/ano) | 8.640 | 9.351 | 2,67 |

Fonte: SNIS - Diagnóstico dos Serviços de água e Esgoto - 2007 e 2008

## 1.8 – População

Segundo os censos de 1980, 1991, 2000 e 2010, a população de Araras evoluiu conforme mostrados na Tabela 1.8.

Tabela 1.8 – População do município de Araras

| CENSO | POPULAÇÃO (HABITANTES) | | |
|---|---|---|---|
| | TOTAL | URBANA | RURAL |
| 1980 | 65.010 | 54.196 | 10.814 |
| 1991 | 87.459 | 79.111 | 8.348 |
| 2000 | 104.196 | 97.860 | 6.336 |
| 2010 | 118.843 | 112.444 | 6.399 |

Fonte: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z
Acesso em 01/06/2011.

As taxas de crescimento anual, calculadas pelo método geométrico, relativas ao período 1980/2010, são mostradas na Tabela 1.9.

Tabela 1.9 – Taxas de crescimento da população (% ao ano)

| PERÍODO | TOTAL | URBANA | RURAL |
|---|---|---|---|
| 1980/1991 | 2,73 | 3,50 | -2,33 |
| 1991/2000 | 1,96 | 2,39 | -3,02 |
| 2000/2010 | 1,32 | 1,40 | 0,10 |

Verifica-se, pela Tabela 1.9, que as taxas de crescimento da população total e da população urbana apresentaram, no período analisado, crescimento com taxas decrescentes, ou seja, crescimento com desaceleração das taxas. Com relação à população rural, o fenômeno do êxodo rural foi interrompido na década 2000/2010, quando ocorreu uma inversão de tendência resultando em um singelo crescimento da população. Com a queda da população rural nas décadas de 80 e 90, o índice de urbanização passou de 83,37% em 1980 para 94,62% em 2010. Constata-se também que o crescimento da população urbana, embora com taxas decrescentes, se deu de forma contínua e equilibrada, não se observando no período analisado, nenhum pico de alta ou de baixa que refletisse a influência de vetores econômicos que pudessem gerar fluxos e afetar de forma mais significativa a dinâmica da população.

## 2 – ESTUDOS DE PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO

Os estudos de projeção terão como objetivo estabelecer uma estimativa da evolução da população de Araras no período de alcance fixado para desenvolvimento deste projeto. Os estudos de projeção da população considerará a população urbana e rural do município.

### 2.1 – Alcance do Projeto

O período de alcance do presente será fixado em 19 anos, sendo:

- Início de Plano: 2012;
- Fim de Plano: 2031.

### 2.2 – Dados censitários

As populações total, urbana e rural segundo os censos de 1980, 1991, 2000 e 2010 estão discriminadas na Tabela 1.8.

### 2.3 – Projeções disponíveis

Para balizar as projeções que serão realizadas registramos as projeções existentes realizadas pela Fundação SEADE[6] e pela ESA – Engenharia Sanitária e Ambiental[7].

2.3.1 – Fundação SEADE

A Fundação SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análises de Dados do Governo de São Paulo, disponibiliza no seu site projeções populacionais para os municípios paulistas. Para o município de Araras estimou as seguintes populações[8]:

[6] - SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Projeções Populacionais. Disponível em: http://www.seade.gov.br/produtos/projpop/index.php. Acesso em: 01-06-2011

[7] - ESA – Engenharia Sanitária e ambiental. Projeto Básico de ampliação da ETE Araras. Tomo I – Memorial.

[8] - SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análises de Dados. Projeções Populacionais. Disponível em: http://www.seade.gov.br/produtos/projpop/index.php. Acesso em: 01/06/2011

- 2015: 124.649 habitantes
- 2020: 129.321 habitantes

Considerando a população total de Araras em 2010 (Tabela 1.5), a Fundação SEADE utilizou as seguintes taxas de crescimento:

- 2010/2015: 0,959% ao ano
- 2015/2020: 0,739% ao ano
- 2015/2020: 0,857% ao ano (taxa média no período).

### 2.3.2 – ESA – Engenharia Sanitária e Ambiental

Na elaboração do projeto de ampliação da ETE de Araras, foram feitas as seguintes projeções para a população total do município, com base no censo de 2007 e anteriores:

- 2010: 103.830 habitantes;
- 2020: 121.247 habitantes;
- 2030: 133.932 habitantes;

As taxas de crescimento aplicadas foram as seguintes:

- 2007/2015: 1,2% a.a.;
- 2015/2025: 1,0% a.a
- 2025/2040: 0,8% a.a

### 2.3.3 – CBH-MOGI[9]

O plano da Bacia Hidrográfica para o período 2008-2011 as seguintes projeções para a população total do município:

- 2011: 120.363 habitantes;
- 2015: 126.442 habitantes;
- 2019: 132.521 habitantes;

[9] - CBH MOGI – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. Plano da Bacia Hidrográfica 2008-2011. Disponível em: http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-MOGI/1308/planocbhmogi.pdf. Acesso em: 01/06/2011

As taxas de crescimento aplicadas foram as seguintes:

- 2011/2015: 1,24% a.a.;
- 2015/2019: 1,18% a.a.

## 2.4 – Equações matemáticas de projeção

Os estudos de projeção da população serão realizados, utilizando como ferramentas, equações matemáticas, representativas dos seguintes métodos (HELLER, 2006):

### 2.4.1- Projeção aritmética

- Coeficiente: $Ka = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0}$

- Equação da projeção: $P_t = P_0 + Ka(t - t_0)$

### 2.4.2 - Projeção geométrica

- Coeficiente: $Kg = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0}$

- Equação da projeção: $P_t = P_0.e^{Kg(t - t_0)}$

### 2.4.3 - Taxa decrescente de crescimento

- Coeficiente: $Ps = \frac{2.P_0.P_1.P_2 - P_1^2.(P_0 + P_2)}{P_0.P_2 - P_1^2}$

- Coeficiente: $Kd = \frac{-\ln (Ps - P_2) / (Ps - P_0)}{t_2 - t_0}$

- Equação da projeção: $Pt = P_0 + (Ps + P_0).\left[1 - e^{-Kt.(t - t_0)}\right]$

### 2.4.4 - Crescimento logístico

- Coeficiente: $Ps = \frac{2.P_0.P_1.P_2 - P_1^2.(P_0 + P_2)}{P_0.P_2 - P_1^2}$

- Coeficiente: $Kl = \frac{1}{t_2 - t_1} . \ln \left[ \frac{P_0 . (Ps - P_1)}{P_1 . (Ps - P_0)} \right]$

- Coeficiente: $C = \frac{Ps - P_0}{P_0}$

- Equação da projeção: $Pt = \frac{Ps}{1 + C.e^{Kt.(t - t_0)}}$

**2.5 – Projeção da população**

Para possibilitar a utilização da curva logística e da taxa decrescente, que exigem valores de entrada equidistantes no tempo, as populações do censo de 1991 serão foram recalculadas para 1990, utilizando-se para tanto as taxas de crescimento geométricas verificadas no período 1980/1991, resultado nas seguintes populações:

- População total:

- Taxa de crescimento 1980/1991: 2,73 % a.a.

- População 1990: 85.132 habitantes

- População urbana:

- Taxa de crescimento 1980/1991: 3,50 % a.a.

- População 1990: 76.448 habitantes

- População rural:

- Taxa de crescimento 1980/1991: -2,33% a.a.

- População 1990: 8.684 habitantes

A tabela 2.1 apresenta os valores que serão utilizados no estudo de projeção, considerando a correção da população de 1991 para 1990.

Tabela 2.1 – Populações utilizadas no estudo de projeção

| CENSO | POPULAÇÃO (HABITANTES) | | |
|---|---|---|---|
| | TOTAL | URBANA | RURAL |
| 1990 | 85.132 | 76.448 | 8.684 |
| 2000 | 104.196 | 97.860 | 6.336 |
| 2010 | 118.843 | 112.444 | 6.399 |

### 2.5.1 – População total de Araras

A Tabela 2.2 apresenta os dados de entrada nas equações e os respectivos coeficientes:

Tabela 2.2 – Dados de entrada e coeficientes das equações de projeção. População total de Araras-SP

| DADO | ANO | POPULAÇÃO | COEFICIENTES DAS EQUAÇÕES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CURVA LOGÍSTICA | PROJEÇÃO ARITMÉTICA | PROGEÇÃO GEOMÉTRICA | TAXA DECRESCENTE |
| $P_0$ | 1990 | 55878 | Ps = 143.542 | Ka = 1.686 | Kg = 0,016680 | Ps = 143.542 |
| $P_1$ | 2000 | 63377 | C = 0,68611 | - | - | Kd = 0,04304 |
| $P_2$ | 2010 | 70359 | Kl = -0,05972 | - | - | - |

As populações resultantes da aplicação dos métodos de projeção são apresentadas na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Projeção da população total do município

| ANO | ANO | POPULAÇÃO ENTRADA | POPULAÇÃO ESTIMADA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CURVA LOGÍSTICA | PROJEÇÃO ARITMÉTICA | PROGEÇÃO GEOMÉTRICA | TAXA DECRESCENTE |
| $P_0$ | 1990 | 85.132 | 85.132 | 85.132 | 85.132 | 85.132 |
| $P_1$ | 2000 | 104.196 | 104.196 | 101.988 | 100.585 | 105.560 |
| $P_2$ | 2010 | 118.843 | 118.843 | 118.843 | 118.843 | 118.843 |
| - | 2015 | - | 124.367 | 127.271 | 129.180 | 123.625 |
| - | 2020 | - | 128.808 | 135.699 | 140.415 | 127.481 |
| - | 2025 | - | 132.314 | 144.126 | 152.628 | 130.590 |
| - | 2030 | - | 135.041 | 152.554 | 165.903 | 133.098 |
| - | 2035 | - | 137.137 | 160.982 | 180.333 | 135.120 |
| - | 2040 | - | 138.735 | 169.410 | 196.017 | 136.750 |
| - | 2045 | - | 139.945 | 177.837 | 213.066 | 138.065 |
| - | 2050 | - | 140.856 | 186.265 | 231.598 | 139.125 |

A Fundação SEADE projetou um crescimento médio de 0,857% a.a. para a população total de Araras, no período 2010/2020. As projeções realizadas conforme a Tabela 2.3, para o período 2010/2020, resultou nas seguintes taxas de crescimento geométrico:

- Taxa média de crescimento da Fundação SEADE: 0,857% a.a.
- Taxa de crescimento resultante da Luva logística: 0,808% a.a.
- Taxa de crescimento resultante da Projeção Aritmética: 1,335% a.a.
- Taxa de crescimento resultante da Projeção Geométrica: 1,682% a.a.
- Taxa de crescimento resultante da Taxa Decrescente: 0,704% a.a.

A Figura 2.1 apresenta o gráfico com as curvas de projeção da população, de acordo com as populações estimadas na Tabela 2.3.

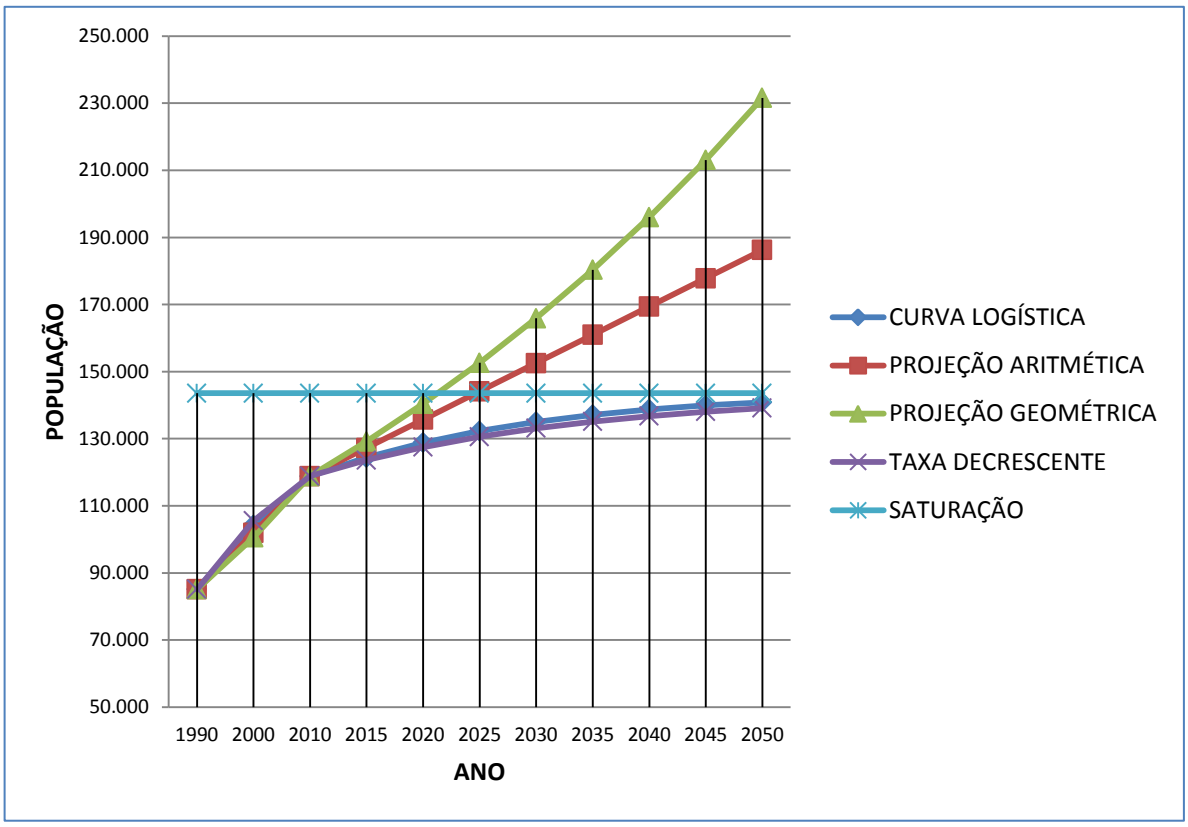



Figura 2.1 – Projeção populacional. Dados medidos e estimados. População total do município

Admitindo-se que o crescimento da população se situe entre os crescimentos logístico e aritmético, teremos:

- População 2020: 132.253
- População 2030: 143.797

As taxas resultantes do crescimento serão:

- 2010/2020: 1,075% ao ano
- 2020/2030: 0,840% ao ano

2.5.2 – População urbana de Araras

A Tabela 2.4 apresenta os dados de entrada nas equações e os respectivos coeficientes:

Tabela 2.4 – Dados de entrada e coeficientes das equações de projeção. População urbana de Araras-SP

| DADO | ANO | POPULAÇÃO | COEFICIENTES DAS EQUAÇÕES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CURVA LOGÍSTICA | PROJEÇÃO ARITMÉTICA | PROGEÇÃO GEOMÉTRICA | TAXA DECRESCENTE |
| $P_0$ | 1990 | 76.448 | Ps = 129.028 | Ka = 1.800 | Kg = 0,019292 | Ps = 129.028 |
| $P_1$ | 2000 | 97.860 | C = 0,68779 | - | - | Kd = 0,05769 |
| $P_2$ | 2010 | 112.444 | Kl = -0,07699 | - | - | - |

As populações resultantes da aplicação dos métodos de projeção são apresentadas na Tabela 2.5.

As projeções realizadas conforme a Tabela 2.5, para o período 2010/2020, resultou nas seguintes taxas de crescimento geométrico:

- Taxa de crescimento Fundação SEADE: 0,857% a.a. (população. total)
- Taxa de crescimento resultante da Luva logística: 0,718% a.a.
- Taxa de crescimento resultante da Projeção Aritmética: 1,496% a.a.
- Taxa de crescimento resultante da Projeção Geométrica: 1,948% a.a.
- Taxa de crescimento resultante da Taxa Decrescente: 0,628% a.a.

Tabela 2.5 – Projeção da população urbana do município

| ANO | ANO | POPULAÇÃO ENTRADA | POPULAÇÃO ESTIMADA | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CURVA LOGÍSTICA | PROJEÇÃO ARITMÉTICA | PROGEÇÃO GEOMÉTRICA | TAXA DECRESCENTE |
| $P_0$ | 1990 | 76.448 | 76.448 | 76.448 | 76.448 | 76.448 |
| $P_1$ | 2000 | 97.860 | 97.860 | 94.446 | 92.715 | 99.499 |
| $P_2$ | 2010 | 112.444 | 112.444 | 112.444 | 112.444 | 112.444 |
| - | 2015 | - | 117.259 | 121.443 | 123.831 | 116.600 |
| - | 2020 | - | 120.779 | 130.442 | 136.371 | 119.714 |
| - | 2025 | - | 120.779 | 139.441 | 150.181 | 122.048 |
| - | 2030 | - | 125.072 | 148.440 | 165.389 | 123.797 |
| - | 2035 | - | 126.310 | 157.439 | 182.137 | 125.108 |
| - | 2040 | - | 127.166 | 166.438 | 200.582 | 126.090 |
| - | 2045 | - | 127.755 | 175.437 | 220.894 | 126.827 |
| - | 2050 | - | 128.159 | 184.436 | 243.263 | 127.378 |

A Figura 2.2 apresenta o gráfico com as curvas de projeção da população, de acordo com as populações estimadas na Tabela 2.5.

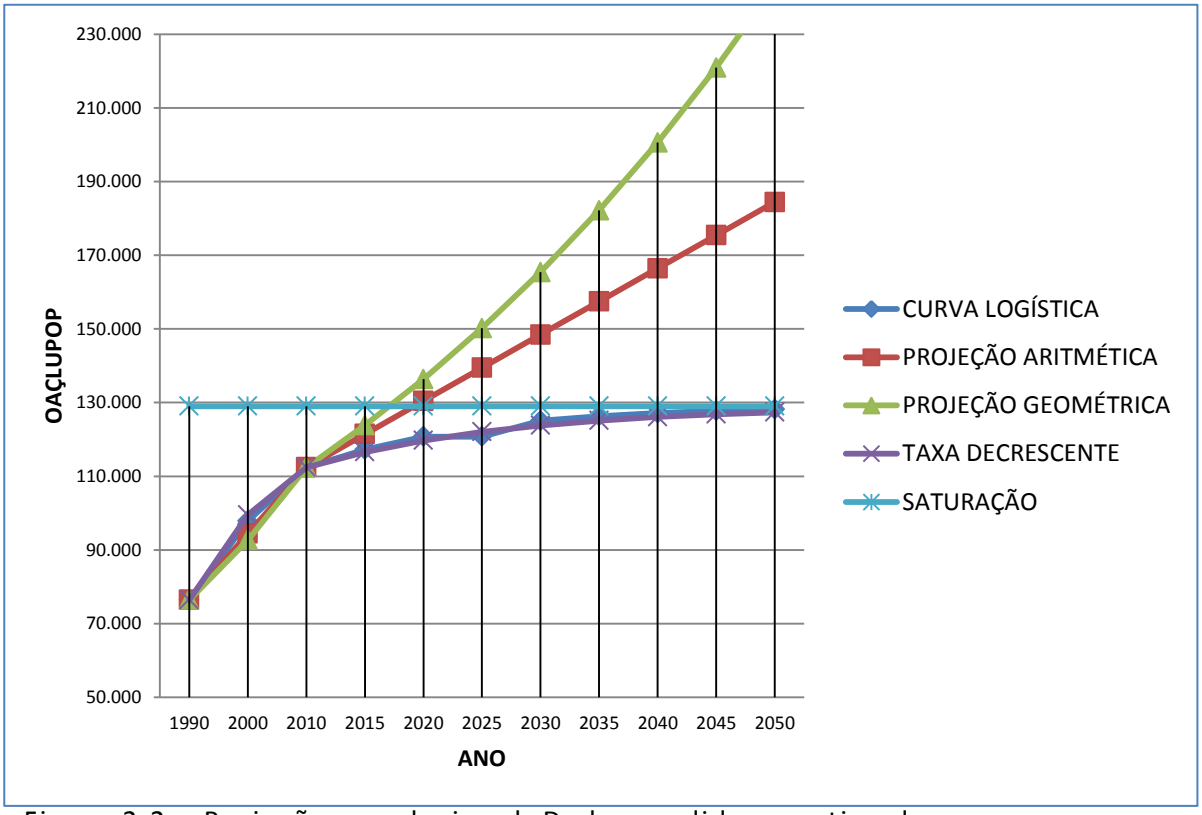



Figura 2.2 – Projeção populacional. Dados medidos e estimados. População urbana Da sede

Admitindo-se que o crescimento da população se situe entre os crescimentos logístico e aritmético, teremos:

- População 2020: 125.610
- População 2030: 136.756

As taxas resultantes do crescimento serão:

- 2010/2020: 1,113% ao ano
- 2020/2030: 0,853% ao ano

## 2.6 – Populações de projeto

A tabela 2.6 relaciona a evolução da população total, urbana e rural no período de alcance do projeto.

Tabela 2.6 – Projeção da população total, urbana e rural

| CENSO | POPULAÇÃO (HABITANTES) | | |
|---|---|---|---|
| | TOTAL | URBANA | RURAL |
| 2012 | 121.412 | 114.961 | 6.451 |
| 2013 | 122.717 | 116.240 | 6.477 |
| 2014 | 124.036 | 117.534 | 6.502 |
| 2015 | 125.370 | 118.842 | 6.527 |
| 2016 | 126.717 | 120.165 | 6.552 |
| 2017 | 128.080 | 121.503 | 6.577 |
| 2018 | 129.456 | 122.855 | 6.602 |
| 2019 | 130.848 | 124.222 | 6.626 |
| 2020 | 132.253 | 125.610 | 6.543 |
| 2021 | 133.364 | 126.683 | 6.681 |
| 2022 | 134.484 | 127.765 | 6.720 |
| 2023 | 135.614 | 128.856 | 6.758 |
| 2024 | 136.753 | 129.956 | 6.797 |
| 2025 | 137.902 | 131.066 | 6.836 |
| 2026 | 139.060 | 132.185 | 6.875 |
| 2027 | 140.228 | 133.314 | 6.914 |
| 2028 | 141.406 | 134.453 | 6.954 |
| 2029 | 142.594 | 135.601 | 6.993 |
| 2030 | 143.797 | 136.756 | 7.041 |
| 2031 | 145.005 | 137.924 | 7.081 |

Conforme a Tabela 2.6 a população urbana de projeto a ser adotada neste projeto será:

- Início de plano (2012): 114.961 habitantes
- Fim de plano (2031): 137.924 habitantes

A tabela 2.7 mostra as projeções realizadas pela Fundação SEADE, ESA Engenharia, CBH-MOGI e por este estudo para o período 2015/2030.

Tabela 2.7 – Projeção da população total

| CENSO | POPULAÇÃO (HABITANTES) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| PRESENTE ESTUDO | 125.370 | 132.253 | 137.902 | 143.797 |
| FUNDAÇÃO SEADE | 124.649 | 129.321 | | |
| ESA ENGENHARIA | 112.201 | 121.247 | 127.432 | 133.932 |
| CBH MOGI | 126.442 | 134.086* | | |

(*) Estimativa com base na taxa de crescimento do período 2015/2019.

A Figura 2.3 mostra as curvas de progressão considerando as estimativas realizadas por este estudo, pela Fundação SEADE, pela ESA Engenharia e pelo CBH-MOGI. Constata-se que a projeção realizada por este estudo está compreendida entre as projeções realizadas pela Fundação SEADE e pelo CBH MOGI no período 2015/2020, significando um razoável grau de aceitabilidade.

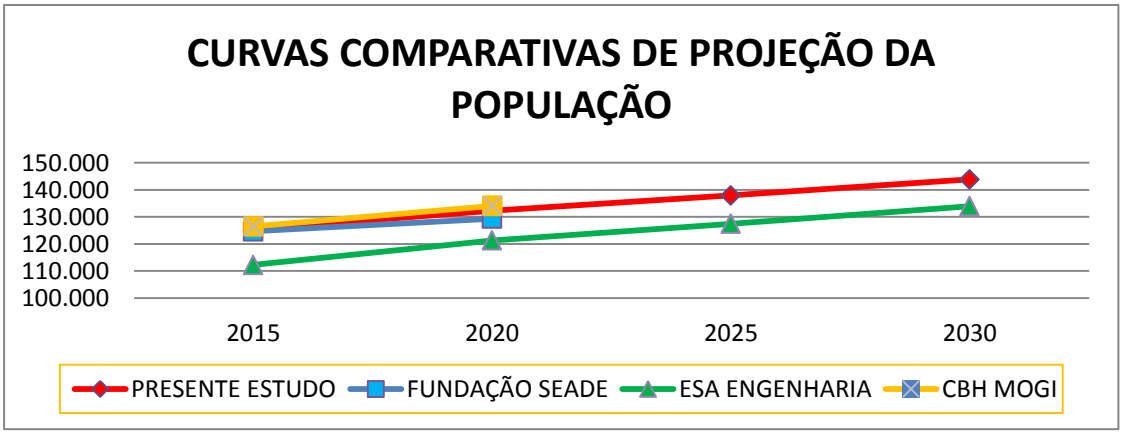



Figura 2.3 – Curvas comparativas de projeção.
População total do município

## 3 – ESTUDOS DE PROJEÇÃO DA DEMANDA

As avaliações aqui realizadas tiveram como base informações fornecidas pelo SAEMA de Araras.

### 3.1 – Produção de água

Segundo informações disponibilizadas pelo SAEMA, a produção e a distribuição de água em 2008, 2009 e 2010 ocorreram conforme discriminado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Volume produzido, consumido e medido
2008, 2009 e 2010 – SAEMA Araras - SP

| VOLUMES (1.000 m3/ano) | ANO | | |
|---|---|---|---|
| | 2008 | 2009 | 2010 |
| Produzido | 17.538 | 17.347 | 18.248 |
| Consumido | 10.816 | 10827 | 11.182 |
| Medido | 10.163 | 10.302 | 10.522 |

Fonte: SAEMA – Divisão de Lançamentos e Controle de Contas

### 3.2 – Quota de água per capita

A quota de água per capita ou volume médio per capita disponibilizado na distribuição em 2008, 2009 e 2010 é apresentado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Quota de água per capita disponibilizada na distribuição
2008, 2009 e 2010 – SAEMA Araras - SP

| DADOS OPERACIONAIS | ANO | | |
|---|---|---|---|
| | 2008 | 2009 | 2010 |
| Volume produzido (1.000 m3/ano) | 17.538 | 17.347 | 18.248 |
| População atendida (habitantes) | 109.970 | 111.425 | 112.900 |
| Quota média per capita (l/hab.dia) | 436,93 | 426,53 | 442,82 |

Fonte: SAEMA – Divisão de Lançamentos e Controle de Contas

Conforme pode ser verificado na Tabela 3.2, o valor médio da quota per capita de água disponibilizada na distribuição está bastante elevado, configurando um índice significativo de perdas físicas de água.

### 3.3 – Consumo per capita médio de água

O consumo médio per capita de água em 2008, 2009 e 2010 é apresentado na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Consumo de água médio per capita
2008, 2009 e 2010 – SAEMA Araras - SP

| DADOS OPERACIONAIS | ANO | | |
|---|---|---|---|
| | 2008 | 2009 | 2010 |
| Volume consumido (1.000 m3/ano) | 10.816 | 10.267 | 11.182 |
| População atendida (habitantes) | 109.970 | 111.425 | 112.900 |
| Quota média per capita (l/hab.dia) | 269,46 | 252,45 | 271,35 |

Fonte: SAEMA – Divisão de Lançamentos e Controle de Contas

### 3.4 – Índice de perdas de água na distribuição

O índice de perdas de água na distribuição, que relaciona o volume produzido e o volume consumido de água em 2008, 2009 e 2010 é apresentado na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Índice de perdas físicas de água
2008, 2009 e 2010 – SAEMA Araras - SP

| DADOS OPERACIONAIS | ANO | | |
|---|---|---|---|
| | 2008 | 2009 | 2010 |
| Volume produzido (1.000 m3/ano) | 17.538 | 17.347 | 18.248 |
| Volume consumido (1.000 m3/ano) | 10.816 | 10.267 | 11.182 |
| Índice de perdas físicas (%) | 38,33 | 40,81 | 38,72 |

Fonte: SAEMA – Divisão de Lançamentos e Controle de Contas

### 3.5 – Análise comparativa

A fim de melhor avaliar o consumo per capita de água e o índice de perdas de água na distribuição, a Tabela 3.5 apresenta valores verificados nos municípios de Jaboticabal, Leme, Mogi Guaçu, Mogi Mirim e Sertãozinho, todas pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu e com equivalência no porte populacional.

Tabela 3.5 – Comparativo de Indicadores operacionais 2008

| INDICADORES | LOCALIDADE | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E |
| Índice de hidrometração (%) | 94,4 | 100 | 97,6 | 99,4 | 100 |
| Vol. Disponibilizado/economia (m3/mês/eco) | 34,5 | 30,9 | 36,0 | 27,3 | 29,6 |
| Consumo médio/economia (m3/mês/eco) | 21,3 | 16,5 | 13,6 | 12,8 | 16,2 |
| Tarifa média praticada (R$/m3) | 0,85 | 0,94 | 1,34 | 0,99 | 1,10 |
| Consumo médio per capita (l/hab.dia) | 277,4 | 192,2 | 156,4 | 150,6 | 186,4 |
| Índice de perdas na distribuição (%) | 38,3 | 45,8 | 61,3 | 52,1 | 45,3 |

(A=Araras; B=Jaboticabal; C=Leme; D=Mogi Guaçu; E=Mogi Mirim;)
Fonte: SNIS-2008

Verifica-se que o consumo per capita médio em Araras, relativos a 2008, 2009 e 2010, de 264,42 l/hab.dia é bastante superior ao verificado nos outros municípios que apresentam média de 171 l/hab.dia.

Por outro lado, se considerarmos apenas o consumo doméstico, relativo às categorias residencial e social (item 1.7-f) os consumos médios per capita foram de 198 l/hab.dia em 2009 e de 193 l/hab.dia em 2010.

Observa-se também que o consumo não doméstico (categorias comercial, industrial, pública e beneficente) representou média de 2009 e 2010 (item 1.7-c) 23,12% do consumo total (todas as categorias) e 30,07% do consumo doméstico.

## 3.6 – Projeção da demanda

A Tabela 3.6 apresenta o calculo da projeção da demanda para o período de alcance do projeto, com base nos seguintes parâmetros:

- População atendida: Será fixada uma cobertura igual a 98% da população total (considerando que em 2008 o índice foi de 95%).
- Demanda doméstica: Redução gradual do consumo médio per capita de 198 l/hab.dia para 160 l/hab.dia em 2031.

- Demanda não doméstica: Relativa aos consumos comercial, industrial, público e beneficente será 30% da demanda doméstica.
- Índice de perdas: Redução gradual de 40% para 28% em 2018;
- Coeficiente do dia de maior consumo: $k_1$ = 1,20
- Água de serviço: 2,5% (lavagem de filtros, decantadores e demais consumos da ETA).

Tabela 3.6 – Demanda projetada (2012-2031)

| ANO | POPULAÇÃO ATENDIDA | COTA PER CAPITA DOMÉSTICA (L/HAB.DIA) | DEMANDA DOMÉSTICA (L/S) | DEMANDA NÃO DOMESTICA (L/S) | DEMANDA TOTAL (L/S) | ÍNDICE DE PERDAS (5) | VAZÃO MÉDIA (L/S) | VAZÃO DIA MAIOR CONSUMO (L/S) | ÁGUA DE SERVIÇO (%) | VAZÃO TOTAL (l/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2012 | 118.984 | 200 | 275,43 | 82,63 | 358,05 | 40 | 501,27 | 601,53 | 15,04 | 616,57 |
| 2013 | 120.263 | 196 | 272,82 | 81,85 | 354,66 | 38 | 489,44 | 587,32 | 14,68 | 602,01 |
| 2014 | 121.555 | 194 | 272,94 | 81,88 | 354,82 | 36 | 482,55 | 579,06 | 14,48 | 593,54 |
| 2015 | 122.863 | 191 | 271,61 | 81,48 | 353,09 | 34 | 473,14 | 567,77 | 14,19 | 581,96 |
| 2016 | 124.183 | 189 | 271,65 | 81,49 | 353,14 | 32 | 466,15 | 559,38 | 13,98 | 573,37 |
| 2017 | 125.518 | 187 | 271,67 | 81,50 | 353,17 | 30 | 459,12 | 550,94 | 13,77 | 564,71 |
| 2018 | 126.867 | 185 | 271,65 | 81,49 | 353,14 | 28 | 452,02 | 542,43 | 13,56 | 555,99 |
| 2019 | 128.231 | 183 | 271,60 | 81,48 | 353,08 | 28 | 451,94 | 542,33 | 13,56 | 555,89 |
| 2020 | 129.608 | 181 | 271,52 | 81,45 | 352,97 | 28 | 451,80 | 542,16 | 13,55 | 555,72 |
| 2021 | 130.697 | 179 | 270,77 | 81,23 | 352,00 | 28 | 450,56 | 540,68 | 13,52 | 554,19 |
| 2022 | 131.794 | 177 | 270,00 | 81,00 | 350,99 | 28 | 449,27 | 539,13 | 13,48 | 552,60 |
| 2023 | 132.902 | 175 | 269,19 | 80,76 | 349,94 | 28 | 447,93 | 537,51 | 13,44 | 550,95 |
| 2024 | 134.018 | 173 | 268,35 | 80,50 | 348,85 | 28 | 446,53 | 535,83 | 13,40 | 549,23 |
| 2025 | 135.144 | 171 | 267,47 | 80,24 | 347,71 | 28 | 445,07 | 534,09 | 13,35 | 547,44 |
| 2026 | 136.279 | 169 | 266,56 | 79,97 | 346,53 | 28 | 443,56 | 532,27 | 13,31 | 545,58 |
| 2027 | 137.423 | 167 | 265,62 | 79,69 | 345,31 | 28 | 441,99 | 530,39 | 13,26 | 543,65 |
| 2028 | 138.578 | 165 | 264,65 | 79,39 | 344,04 | 28 | 440,37 | 528,44 | 13,21 | 541,65 |
| 2029 | 139.742 | 164 | 265,25 | 79,58 | 344,83 | 28 | 441,38 | 529,65 | 13,24 | 542,90 |
| 2030 | 140.921 | 162 | 264,23 | 79,27 | 343,50 | 28 | 439,67 | 527,61 | 13,19 | 540,80 |
| 2031 | 142.105 | 160 | 263,16 | 78,95 | 342,10 | 28 | 437,89 | 525,47 | 13,14 | 538,61 |

De acordo com os valores calculados na Tabela 3.6, serão fixadas as seguintes vazões de projeto:

- Início de plano (2012): 620 l/s
- Fim de plano (2031): 540 l/s

Considerando que a estação de tratamento de água de Araras operou 24 horas por dia, as vazões médias em 2008, 2009 e 2010, tendo como base o volume produzido (tabela 3.4) foram as seguintes:

- 2008: 556 l/s
- 2009: 550 l/s
- 2010: 579 l/s

Ou seja a vazão fixada para início de plano em 2012 é 7,08% superior a vazão média verificada em 2010.

## 4 – ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA HERMÍNIO OMETTO

### 4.1 – Descrição geral

a) A EEAB Hermínio Ometto está localizada logo a jusante do barramento. O sistema apresenta a seguinte configuração:

b) O poço de sucção possui uma câmara com volume de 64 $m^3$, cuja laje superior trabalha com pressão superior à atmosférica (pressurizada). Essa câmara possui duas chaminés de alívio, quadradas, cujo topo está em cota superior ao nível máximo da água na represa.

c) A EEAB possui 4 conjuntos elevatórios com as seguintes características: Bomba marca KSB modelo ETA-200-40, motor WEG de 250 CV e 1.790 rpm. A curva característica e os dimensionais da bomba são mostrados nos Anexos I e II.

d) A tubulação de sucção é de ferro fundido, com registro de manobra com diâmetro de 350 mm. O flange de sucção da bomba é de 250 mm.

e) O flange de pressão da bomba é de 200 mm e as tubulações de recalque do barrilete de 300 mm.

f) O recalque é feito em 3 adutoras, sendo duas de 300 mm e uma de 250 mm, com comprimento de aproximadamente 820 metros cada uma.

g) A interligação dos conjuntos elevatórios com as adutoras é feita de forma não convencional, podendo ocorrer as seguintes alternativas:

- Adutora 01 – DN300 mm: Bombas 01 e 02 juntas ou individualmente.
- Adutora 02 – DN 300 mm: Bombas 02 e 03 juntas ou individualmente.
- Adutora 03 – DN 250 mm: Bombas 03 e 04 juntas ou individualmente

h) As cotas dos pontos notáveis do sistema de recalque são:

- NA máximo Represa Hermínio Ometto: 616.850

- NA mínimo Represa Hermínio Ometto: 612.850

- Cota descarga na Calha Parshall: 660.780

i) Os desníveis geométricos do sistema de recalque são:

- hg mínimo: 43,93 m

- hg máximo: 47,93 m

j) A elevatório pode operar com 3 Bombas, ficando a quarta Bomba de reserva, cada uma bombeando em uma adutora, como segue:

- Bomba 01: Adutora 01 – DN 300 mm

- Bomba 02: Adutora 02 – DN 300 mm

- Bomba 03: Adutora 02 – DN 300 mm ou Adutora 03 – DN 250 mm

- Bomba 04: Adutora 03 – DN 250 mm

k) Com a Bomba 03 sendo reserva, o sistema opera da seguinte forma:

- Parada Bomba 01: Bomba 02 (Adutora 01); Bomba 03 (Adutora 02); Bomba 04 (Adutora 03);

- Parada Bomba 02: Bomba 01 (Adutora 01); Bomba 03 (Adutora 02); Bomba 04 (Adutora 03);

- Parada Bomba 04: Bomba 01 (Adutora 01); Bomba 02 (Adutora 02); Bomba 03 (Adutora 03);

**4.1 – Primeira simulação de operação**

A primeira simulação avaliará a situação de uma Bomba (01, 02 ou 03) utilizando uma adutora de 300 mm (01 ou 02). No caso a situação mais desfavorável é a Bomba 03 utilizando a Adutora 02.

a) Tubulação de sucção

- DN 350 mm: (3,10 + 0,6) = 3,7 m

b) Tubulação de recalque

- DN 300 mm = 820 m

c) Desnível geométrico

- hg máximo = 47,93 m

- hg mínimo = 43,93 m

d) Perda de carga linear

- Tubulação de sucção: DN 350 mm – 3,7 m

- Tubulação de recalque: DN 300 mm – 820 m

- $hf_{350} = 0{,}921Q^{1{,}852}$

- $hf_{300} = 432{,}3Q^{1{,}852}$

- $hf_{LINEAR} = 433{,}245Q^{1{,}852}$

e) Perda de carga localizada

Tabela 4.1 – Peças e conexões na sucção e no recalque

| ITEM | PEÇAS | DIÂMETRO (mm) | QUANTIDADE | K | ∑K |
|---|---|---|---|---|---|
| 01 | Entrada normal em canalização | 350 | 01 | 0,50 | 0,50 |
| 02 | Registro de gaveta | 350 | 01 | 0,20 | 0,20 |
| 03 | Redução excêntrica | 350 x 250 | 01 | 0,40 | 0,40 |
| 04 | Ampliação | 200 x 300 | 02 | 0,60 | 1,20 |
| 05 | Curva 90 | 300 | 09 | 0,40 | 3,60 |
| 06 | Válvula de retenção | 300 | 01 | 2,50 | 2,50 |
| 07 | Registro de gaveta | 300 | 01 | 0,20 | 0,20 |
| 08 | Tê passagem direta | 300 | 01 | 0,60 | 0,60 |
| 09 | Tê saída lateral | 300 | 01 | 1,30 | 1,30 |
| 10 | Saída de canalização | 300 | 01 | 1,00 | 1,00 |
| | | ∑ K | | | 11,50 |

- $(\sum k_{350} = 0{,}70) \rightarrow hf_{350} = 0{,}70x5{,}512Q^2 = hf_{350} = 3{,}858xQ^2$

- $(\sum k_{300} = 9{,}20) \rightarrow hf_{300} = 9{,}20x10{,}211Q^2 = hf_{300} = 93{,}944xQ^2$

- $(\sum k_{250} = 0{,}40) \rightarrow hf_{250} = 0{,}40x21{,}74Q^2 = hf_{300} = 8{,}470xQ^2$

- $(\sum k_{200} = 1{,}20) \rightarrow hf_{200} = 1{,}20x51{,}694Q^2 = hf_{200} = 62{,}033xQ^2$

- $hf_{LOCAL} = 168{,}305xQ^2$

f) Perda de carga total

- $hf_{LINEAR} = 433{,}245 x Q^{1{,}852}$

- $hf_{LOCAL} = 168{,}305 x Q^{2}$

g) Curva do sistema (Anexo III)

Tabela 4.3 – Curva do sistema - Bomba 03 adutora 02 DN 300 mm

| VAZÃO | | PERDA DE CARGA (m) | | | HG (m) | | HM (m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $m^3/h$ | $m^3/s$ | LOCAL. | LINEAR | TOTAL | MÍNIMO | MÁXIMO | MÍNIMO | MÁXIMO |
| 200 | 0,056 | 0,80 | 1,34 | 2,13 | 43,43 | 47,43 | 45,56 | 49,56 |
| 300 | 0,083 | 1,69 | 3,01 | 4,70 | 43,43 | 47,43 | 48,13 | 52,13 |
| 400 | 0,111 | 2,88 | 5,35 | 8,23 | 43,43 | 47,43 | 51,66 | 55,66 |
| 500 | 0,139 | 4,35 | 8,36 | 12,71 | 43,43 | 47,43 | 56,14 | 60,14 |
| 600 | 0,167 | 6,09 | 12,03 | 18,13 | 43,43 | 47,43 | 61,56 | 65,56 |
| 700 | 0,194 | 8,11 | 16,38 | 24,49 | 43,43 | 47,43 | 67,92 | 71,92 |
| 800 | 0,222 | 10,38 | 21,39 | 31,78 | 43,43 | 47,43 | 75,21 | 79,21 |
| 900 | 0,250 | 12,91 | 27,08 | 39,99 | 43,43 | 47,43 | 83,42 | 87,42 |

h) Pontos de operação (Anexo III)

Tabela 4.4 – Pontos de operação da Bomba KSB-ETA-200-40-1.760 rpm

| DIÂMETRO DO ROTOR (mm) | RENDIMENTO (%) | VAZÃO | | ALTURA MANOMÉTRICA MÁXIMA (m) | POTÊNCIA REQUERIDA (CV) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ($m^3/h$) | (l/s) | | |
| 340 | 63 | 340 | 94,4 | 53,4 | 107 |
| 360 | 77 | 500 | 138,9 | 60,1 | 145 |
| 380 | 82 | 600 | 166,7 | 65,6 | 178 |
| 400 | 84 | 700 | 194,4 | 71,9 | 222 |

Observação:

Nas condições fixadas nesta simulação, o conjunto elevatório com rotor de 400 mm recalca 194,4 l/s. A potência requerida é de 222 CV.

## 4.2 – Segunda simulação de operação

A segunda simulação avaliará a situação da Bomba 03 ou 04 utilizando a adutora 03 de 250 mm. No caso a situação mais desfavorável é a Bomba 03 utilizando a Adutora 03.

a) Tubulação de sucção

- DN 350 mm: (3,10 + 0,6) = 3,7 m

b) Tubulação de recalque

- DN 300 mm = 10 m

- DN 250 mm = 810 m

c) Desnível geométrico

- hg máximo = 47,93 m

- hg mínimo = 43,93 m

d) Perda de carga linear

- $hf_{350} = 0{,}921xQ^{1{,}852}$

- $hf_{300} = 5{,}272xQ^{1{,}852}$

- $hf_{250} = 1.037{,}750xQ^{1{,}852}$

- $hf_{LINEAR} = 1.043{,}943xQ^{1{,}852}$

e) Perda de carga localizada

Tabela 4.5 – Peças e conexões na sucção e no recalque

| ITEM | PEÇAS | DIÂMETRO (mm) | QUANTIDADE | K | ∑K |
|---|---|---|---|---|---|
| 01 | Entrada normal em canalização | 350 | 01 | 0,50 | 0,50 |
| 02 | Registro de gaveta | 350 | 01 | 0,20 | 0,20 |
| 03 | Redução excêntrica | 350 x 250 | 01 | 0,40 | 0,40 |
| 04 | Ampliação | 200 x 300 | 02 | 0,60 | 1,20 |
| 05 | Curva 90 | 300 | 03 | 0,40 | 1,20 |
| 06 | Válvula de retenção | 300 | 01 | 2,50 | 2,50 |
| 07 | Registro de gaveta | 300 | 01 | 0,20 | 0,20 |
| 08 | Tê passagem direta | 300 | 01 | 0,60 | 0,60 |
| 09 | Tê saída lateral | 300 | 01 | 1,30 | 1,30 |
| 10 | Redução concêntrica | 300 x 250 | 01 | 0,40 | 0,40 |
| 11 | Curva 90 | 250 | 06 | 0,40 | 2,40 |
| 12 | Saída de canalização | 250 | 01 | 1,00 | 1,00 |
| | | ∑ K | | | 11,90 |

- $(\sum k_{350} = 0{,}70) \rightarrow hf_{350} = 0{,}70x5{,}512Q^2 = hf_{350} = 3{,}858xQ^2$

- $(\sum k_{300} = 5{,}80) \rightarrow hf_{300} = 5{,}80x10{,}211Q^2 = hf_{300} = 59{,}224xQ^2$

- $(\sum k_{250} = 4,20) \rightarrow hf_{250} = 4,20x21,74Q^2 = hf_{300} = 91,308xQ^2$

- $(\sum k_{200} = 1,20) \rightarrow hf_{200} = 1,20x51,694Q^2 = hf_{200} = 62,033xQ^2$

- $hf_{LOCAL} = 216,423xQ^2$

f) Perda de carga total

- $hf_{LINEAR} = 1.043,943xQ^{1,852}$

- $hf_{LOCAL} = 216,423xQ^2$

g) Curva do sistema (Anexo IV)

Tabela 4.6 – Curva do sistema - Bomba 03 adutora 03 DN 250 mm

| VAZÃO | | PERDA DE CARGA (m) | | | HG (m) | | HM (m) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $m^3/h$ | $m^3/s$ | LOCAL. | LINEAR | TOTAL | MÍNIMO | MÁXIMO | MÍNIMO | MÁXIMO |
| 200 | 0,056 | 1,02 | 3,22 | 4,25 | 43,43 | 47,43 | 47,68 | 51,68 |
| 300 | 0,083 | 2,17 | 7,25 | 9,42 | 43,43 | 47,43 | 52,85 | 56,85 |
| 400 | 0,111 | 3,70 | 12,89 | 16,59 | 43,43 | 47,43 | 60,02 | 64,02 |
| 500 | 0,139 | 5,59 | 20,14 | 25,73 | 43,43 | 47,43 | 69,16 | 73,16 |
| 600 | 0,167 | 7,84 | 29,00 | 36,84 | 43,43 | 47,43 | 80,27 | 84,27 |
| 700 | 0,194 | 10,43 | 39,47 | 49,90 | 43,43 | 47,43 | 93,33 | 97,33 |

h) Pontos de operação (Anexo IV)

Tabela 4.7 – Pontos de operação da Bomba KSB-ETA-200-40-1.760 rpm

| DIÂMETRO DO ROTOR (mm) | RENDIMENTO (%) | VAZÃO | | ALTURA MANOMÉTRICA MÁXIMA (m) | POTÊNCIA REQUERIDA (CV) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ($m^3/h$) | (l/s) | | |
| 340 | 52 | 260 | 72,2 | 54,5 | 101 |
| 360 | 67 | 380 | 105,6 | 62,4 | 131 |
| 380 | 72 | 440 | 122,2 | 67,4 | 153 |
| 400 | 77 | 525 | 145,8 | 75,7 | 191 |

Observação:

Nas condições fixadas nesta simulação, o conjunto elevatório com rotor de 400 mm recalca 145,8 l/s. A potência requerida é de 191 CV.

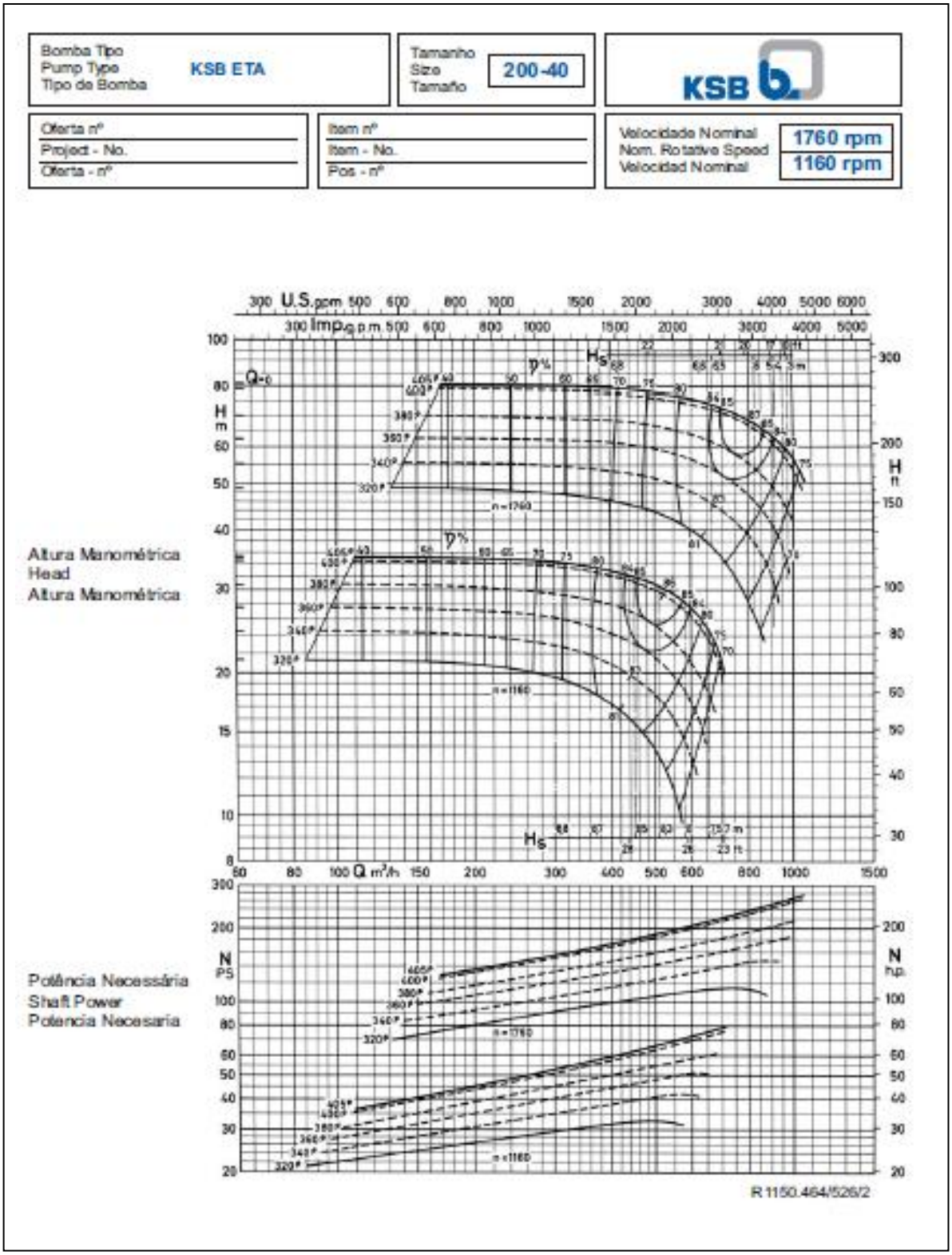
## 4.3 – Vazões teóricas de recalque

Com as simulações realizadas, as possíveis alternativas de operação da elevatória são mostradas na Tabela 4.8. Ou seja, teoricamente (nas condições impostas nas simulações) é possível recalcar até 534,7 l/s com a utilização de 3 conjuntos elevatórios de 250 CV.

Tabela 4.8 – Alternativas de operação da elevatória

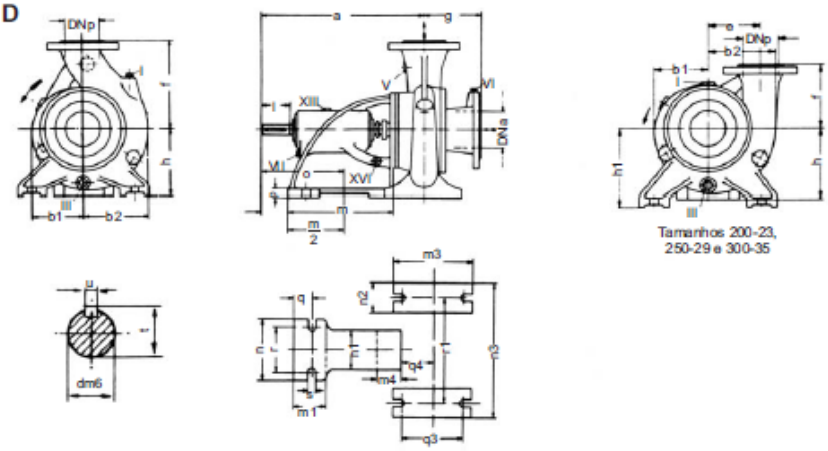
| ALTERNATIVAS DE RECALQUE | ADUTORA | VAZÃO (l/s) |
|---|---|---|
| BOMBA 01 OU 02 | ADUTORA 01 | 194,4 |
| BOMBA 02 OU 03 | ADUTORA 02 | 194,4 |
| BOMBA 03 OU 04 | ADUTORA 03 | 145,9 |
| BOMBA 01 + 02 | ADUTORA 01 + 02 | 388,8 |
| BOMBA 02 + 03 | ADUTORA 02 + 03 | 340,3 |
| BOMBA 01 + BOMBA 02 + (03 0U 04) | ADUTORA 01 + 02 + 03 | 534,7 |

ANEXO I - Curva característica da Bomba KSB-ETA-200-40



# ANEXO II - Dimensionais da Bomba KSB-ETA-200-40

## 10.3 Suportes C e D




Medidas em mm

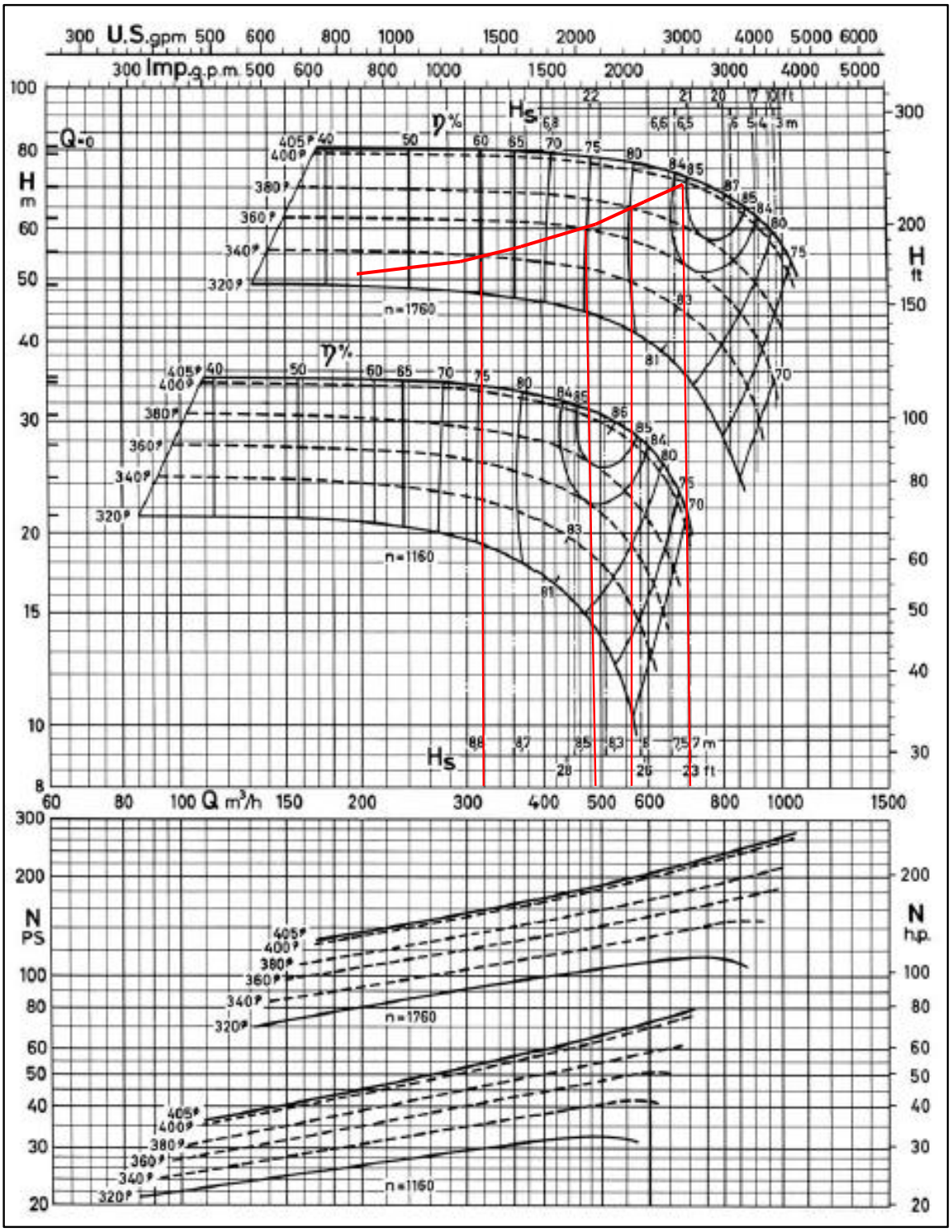
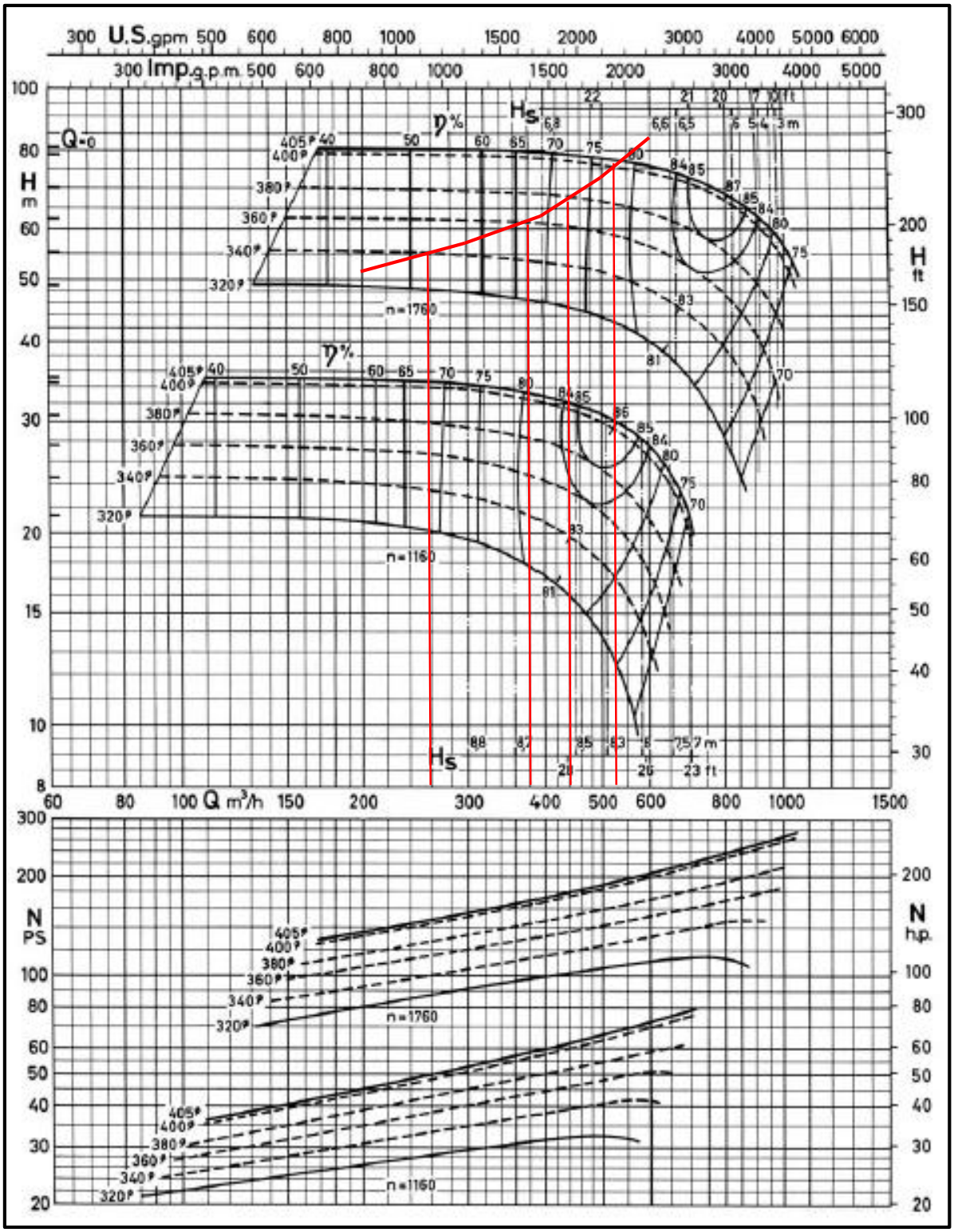
| MODELO | SUPORTE | MEDIDAS DAS BOMBAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | a | $b_1$ | $b_2$ | e | f | g | h | $h_1$ | m | $m_1$ | $m_3$ | $m_4$ | n | $n_1$ | $n_2$ | $n_3$ | o | p | q | $q_3$ | $q_4$ | r | $r_1$ | s | w |
| 100-40 | C | 624 | 255 | 275 | – | 400 | 155 | 300 | 300 | 445 | 105 | 250 | 80 | 250 | 160 | 140 | 580 | 306 | 22 | 60 | 190 | 96 | 210 | 440 | 22 | 83 |
| 100-50 (1) | C | 624 | 255 | 275 | – | 400 | 230 | 300 | 300 | 445 | 105 | 250 | 80 | 250 | 160 | 140 | 580 | 306 | 22 | 60 | 190 | 96 | 210 | 440 | 22 | 83 |
| 125-33 | C | 629 | 230 | 266 | – | 375 | 150 | 300 | 300 | 445 | 105 | 250 | 80 | 250 | 160 | 140 | 580 | 306 | 22 | 60 | 190 | 101 | 210 | 440 | 22 | 83 |
| 125-40 | C | 619 | 267 | 298 | – | 475 | 160 | 300 | 300 | 445 | 105 | 250 | 50 | 250 | 160 | 140 | 250 | 306 | 22 | 60 | 190 | 91 | 210 | 440 | 22 | 83 |
| 125-50 (1) | C | 619 | 267 | 298 | – | 475 | 247 | 300 | 300 | 445 | 105 | 250 | 80 | 250 | 160 | 140 | 580 | 306 | 22 | 60 | 190 | 91 | 210 | 440 | 22 | 83 |
| 150-26 | C | 629 | 222 | 283 | – | 400 | 170 | 300 | 300 | 445 | 105 | 250 | 80 | 250 | 160 | 140 | 580 | 306 | 22 | 60 | 190 | 101 | 210 | 440 | 22 | 83 |
| 150-33 | C | 624 | 245 | 300 | – | 425 | 170 | 300 | 300 | 445 | 105 | 250 | 80 | 250 | 160 | 140 | 580 | 306 | 22 | 60 | 190 | 96 | 210 | 440 | 22 | 83 |
| 150-40 | D | 870 | 285 | 325 | – | 425 | 160 | 400 | 400 | 650 | 150 | 250 | 120 | 380 | 200 | 140 | 700 | 417 | 25 | 85 | 190 | 128 | 335 | 560 | 26 | 92 |
| 150-50 | D | 870 | 323 | 363 | – | 525 | 170 | 400 | 400 | 650 | 150 | 250 | 120 | 380 | 200 | 140 | 700 | 417 | 25 | 85 | 190 | 128 | 335 | 560 | 26 | 92 |
| 200-23 | C | 635 | 264 | 335 | 244 | 300 | 250 | 300 | 330 | 445 | 105 | 250 | 80 | 250 | 160 | 140 | 580 | 306 | 22 | 60 | 190 | 107 | 210 | 440 | 24 | 83 |
| 200-33 | D | 875 | 277 | 353 | – | 475 | 175 | 400 | 400 | 650 | 150 | 250 | 120 | 380 | 200 | 140 | 700 | 417 | 25 | 85 | 190 | 133 | 335 | 560 | 28 | 92 |
| 200-40 | D | 880 | 308 | 372 | – | 625 | 180 | 400 | 400 | 650 | 150 | 250 | 120 | 380 | 200 | 140 | 700 | 417 | 25 | 85 | 190 | 138 | 335 | 560 | 28 | 92 |
| 250-29 | D | 880 | 340 | 435 | 292 | 350 | 220 | 400 | 400 | 650 | 150 | 250 | 120 | 380 | 200 | 140 | 800 | 417 | 25 | 85 | 190 | 138 | 335 | 660 | 28 | 92 |
| 250-33 | D | 853 | 295 | 398 | – | 525 | 245 | 400 | 400 | 650 | 150 | 250 | 120 | 380 | 200 | 140 | 700 | 417 | 25 | 85 | 190 | 111 | 335 | 560 | 28 | 92 |
| 250-40 | D | 875 | 330 | 410 | – | 600 | 180 | 400 | 400 | 650 | 150 | 250 | 120 | 380 | 200 | 140 | 800 | 417 | 25 | 85 | 190 | 133 | 335 | 660 | 28 | 92 |
| 300-35 | D | 890 | 405 | 520 | 352 | 450 | 300 | 400 | 520 | 650 | 150 | 320 | 120 | 380 | 200 | 160 | 840 | 417 | 25 | 85 | 260 | 148 | 335 | 680 | 28 | 92 |

| MODELO | SUPORTE | PONTA LIVRE DO EIXO | | | | FLANGE DE SUCÇÃO (2) | | | | | | FLANGE DE PRESSÃO (2) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ø $dm_6$ | l | u | t | DNa | Flange Ø externo | Centro de Furos Ø | Anel de Encosto Ø | Parafusos | | DNp | Flange Ø externo | Centro de Furos Ø | Anel de Encosto Ø | Parafusos | |
| | | | | | | | | | | Qtde. | Furos Ø | | | | | Qtde. | Furos Ø |
| 100-40 | C | 42 | 105 | 12 | 45,1 | 125 | 250 | 210 | 188 | 8 | 18 | 100 | 220 | 180 | 158 | 8 | 18 |
| 100-50 (1) | C | 42 | 105 | 12 | 45,1 | 125 | 250 | 210 | 188 | 8 | 18 | 100 | 220 | 180 | 158 | 8 | 18 |
| 125-33 | C | 42 | 105 | 12 | 45,1 | 150 | 285 | 240 | 212 | 8 | 23 | 125 | 250 | 210 | 188 | 8 | 18 |
| 125-40 | C | 42 | 105 | 12 | 45,1 | 150 | 285 | 240 | 212 | 8 | 23 | 125 | 250 | 210 | 188 | 8 | 18 |
| 125-50 (1) | C | 42 | 105 | 12 | 45,1 | 150 | 285 | 240 | 212 | 8 | 23 | 125 | 250 | 210 | 188 | 8 | 18 |
| 150-26 | C | 42 | 105 | 12 | 45,1 | 200 | 340 | 295 | 268 | 8 | 23 | 150 | 285 | 240 | 212 | 8 | 23 |
| 150-33 | C | 42 | 105 | 12 | 45,1 | 200 | 340 | 295 | 268 | 8 | 23 | 150 | 285 | 240 | 212 | 8 | 23 |
| 150-40 | D | 50 | 135 | 14 | 53,5 | 200 | 340 | 295 | 268 | 8 | 23 | 150 | 285 | 240 | 212 | 8 | 23 |
| 150-50 | D | 50 | 135 | 14 | 53,5 | 200 | 340 | 295 | 268 | 8 | 23 | 150 | 285 | 240 | 212 | 8 | 23 |
| 200-23 | C | 42 | 105 | 12 | 45,1 | 200 | 340 | 295 | 268 | 8 | 23 | 200 | 340 | 295 | 268 | 8 | 23 |
| 200-33 | D | 50 | 135 | 14 | 53,5 | 250 | 395 | 350 | 320 | 12 | 23 | 200 | 340 | 295 | 268 | 8 | 23 |
| 200-40 | D | 50 | 135 | 14 | 53,5 | 250 | 395 | 350 | 320 | 12 | 23 | 200 | 340 | 295 | 268 | 8 | 23 |
| 250-29 | D | 50 | 135 | 14 | 53,5 | 250 | 395 | 350 | 320 | 12 | 23 | 250 | 395 | 350 | 320 | 12 | 23 |
| 250-33 | D | 50 | 135 | 14 | 53,5 | 300 | 445 | 400 | 370 | 12 | 23 | 250 | 395 | 350 | 320 | 12 | 23 |
| 250-40 | D | 50 | 135 | 14 | 53,5 | 300 | 445 | 400 | 370 | 12 | 23 | 250 | 395 | 350 | 320 | 12 | 23 |
| 300-35 | D | 50 | 135 | 14 | 53,5 | 300 | 445 | 400 | 370 | 12 | 23 | 300 | 445 | 400 | 370 | 12 | 23 |

**CONEXÕES**

| Previsto para | | Ø | Previsto para | | Ø |
|---|---|---|---|---|---|
| I - Funil de enchimento, escape de ar | Modelos 100-40 até 125-50 | 1/2" | VII - Escoamento do óleo | | 3/8" |
| | Modelos 150-26 até 300-35 | 3/4" | XIII - Preenchimento para o óleo | | 3/8" |
| III - Escoamento | Modelos 100-40 até 125-50 | 1/2" | | Vareta do indicador de óleo | 3/8" |
| | Modelos 150-26 até 300-35 | 3/4" | XVI - Escoamento de água gotejante | Suporte C | 3/4" |
| V - Manômetro | | 1/2" | | Suporte D | 1" |
| VI - Vacuômetro | | 1/2" | | | |

ANEXO III - Curva característica da Bomba KSB-ETA-200-40 e Curva do sistema – Bomba 03 recalcando na Adutora 02



ANEXO IV - Curva característica da Bomba KSB-ETA-200-40 e Curva do sistema – Bomba 03 recalcando na Adutora 03