

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

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

PROJETO EXECUTIVO E PLANO DE APROVEITAMENTO
DA BARRAGEM FAÉ E PROJETO EXECUTIVO
DA ADUTORA DE QUIXELÔ

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE QUIXELÔ

TOMO VII - PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA

VOLUME 1 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

VBA

CONSULTORES

FORTALEZA
AGOSTO DE 1999

GOVERNO DO ESTADO



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

PROJETO EXECUTIVO E PLANO DE APROVEITAMENTO
DA BARRAGEM FAÉ E PROJETO EXECUTIVO
DA ADUTORA DE QUIXELÔ

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE QUIXELÔ

TOMO VII

VOLUME 1

DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

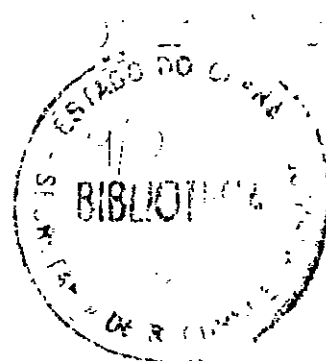
Lote 02584 - Prep (10) Scan () Index ()
Projeto N° 0243/04/01/1A
Volume /
Qtd A4 _____ Qtd A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____



FORTALEZA

SETEMBRO/99

APRESENTAÇÃO



000003

APRESENTAÇÃO

Este conjunto de documentos se constitui no Relatório Final do Projeto Executivo da Barragem Faé e da Adutora de Quixelô, desenvolvido no âmbito do contrato nº 34/97/PROURB/CE, firmado entre a VBA CONSULTORES, e SRH – SECRETARIA DOS RECURSOS HIDRICOS

O Projeto do Açude Faé se insere no contexto do PROURB/CE - PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO, que se encontra em fase de implementação pelo Governo do Estado do Ceará, em parceria com o Banco Mundial

O PROURB é constituído por dois segmentos básicos

- de ações no setor de urbanismo, com a implantação de projetos Habitar, em municípios selecionados, para população de baixa renda,
- de ações no setor hídrico, com a implantação de açudes e adutoras associadas para abastecimento d'água de populações urbanas, dentro de uma adequada Política de Recursos Hídricos para o Ceará

O Açude Faé, com 23,37 hm³, é um dos açudes escolhidos dentro do elenco de quarenta unidades previstas no PROURB, devendo ter como função primordial o abastecimento da cidade de Quixelô e a perenização do Riacho Faé

O Projeto do Açude Faé compreende, de fato, os seguintes estudos

- Projeto Executivo da Barragem,
- Projeto Executivo da Adutora de Quixelô,
- Plano de Aproveitamento do Açude, com identificação dos usos programados para o reservatório, em especial a irrigação de áreas propícias e a piscicultura, incluindo a avaliação econômica dos empreendimentos

No global, este Relatório Final está composto dos seguintes documentos

- Tomo I Relatório dos Estudos Preliminares
- Tomo II Relatório dos Estudos Básicos
 - Volume 1 Estudos Topográficos
 - Volume 2 Estudos Geológico-geotécnicos
 - Volume 3 Estudos Hidrológicos

- Tomo III Relatório de Concepção Geral
- Tomo IV Relatório Geral do Projeto Executivo da Barragem
 - Volume 1 - Descrição Geral do Projeto
 - Volume 2 - Memorial de Cálculo
 - Volume 3 - Quantitativos e Especificações Técnicas
 - Volume 4 - Orçamento
 - Volume 5 - Plantas
 - Volume 6 - Relatório de Síntese
- Tomo V Relatório do Plano de Aproveitamento do Reservatório
- Tomo VI Relatório da Análise Econômica
- Tomo VII Relatório do Projeto Executivo da Adutora
 - Volume 1 - Descrição Geral do Projeto
 - Volume 2 - Quantitativos e Especificações Técnicas
 - Volume 3 - Orçamento
 - Volume 4 - Plantas

Este volume específico é parte componente do Tomo VII – Relatório do Projeto Executivo da Adutora, Volume 1 – Descrição Geral do Projeto

ÍNDICE

000006

ÍNDICE

| APRESENTAÇÃO | PÁGINA |
|--|---------------|
| 1 – INTRODUÇÃO | 6 |
| 1 1 – LOCALIZAÇÃO, ACESSO E SITUAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO | 6 |
| 1 2 – MANANCIAL | 6 |
| 1 3 – SISTEMA EXISTENTE EM OPERAÇÃO | 8 |
| 2 – PROJETO PROPOSTO | 9 |
| 2 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS | 10 |
| 2 2 – DADOS E PARÂMETROS DO PROJETO | 14 |
| 2 2 1 – POPULAÇÃO | 14 |
| 2 2 2 – PARÂMETROS DO PROJETO | 15 |
| 2 3 – DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS COMPONENTES DO PROJETO | 15 |
| 2 3 1 – ELEVATÓRIAS DE ÁGUA BRUTA | 15 |
| 2 3 2 – EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO E LIMPEZA | 17 |
| 2 3 3 – TRATAMENTO | 18 |
| 2 3 4 – RESERVAÇÃO | 19 |
| 2 3 5 – ADUÇÃO DE AGUA TRATADA | 20 |
| 3 – ORÇAMENTO | 23 |
| ANEXO | |

1 - INTRODUÇÃO

1 – INTRODUÇÃO

1.1 – LOCALIZAÇÃO, ACESSO E SITUAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO

A adutora a ser implantada está localizada ao norte da cidade de Quixelô, próxima a barragem vertedoura do riacho Faé, distando cerca de 1,7 km da cidade citada

O acesso rodoviário, partindo de Fortaleza, se faz através da BR 116 (Fortaleza-Icó), CE-184 (Icó-Iguatu), CE-021 (Iguatu-Quixelô) num total de 403 km, ou BR 116 (Fortaleza-triângulo de Quixadá), CE-013 (passando por Quixadá, Acopiara) e CE-021, num total de 384 km

O município de Quixelô foi criado em 1985, estando localizado na região sudeste do Estado do Ceará, com área de 775 km²

Apresenta os seguintes limites

- Norte → Acopiara e Solonópole,
- Sul → Iguatu,
- Leste → Orós,
- Oeste → Iguatu e Acopiara

1.2 – MANANCIAL

De acordo com os estudos hidrológicos, descritos detalhadamente no Relatório dos Estudos Hidrológicos da barragem Faé, considerou-se como alternativa principal de abastecimento de água da cidade de Quixelô, o açude Faé que deverá ser construído atendendo os objetivos do PROURB e que terá capacidade de armazenamento de 23,4 hm³. As principais características são apresentadas a seguir

| | |
|--|--------------------------------|
| - Localização | Sítio Carnaubinha – Quixelô-Ce |
| - Sistema | Jaguaribe |
| - Curso d'água barrado | riacho Faé |
| - Área da bacia hidrográfica | 309,0 km ² |
| - Área da bacia hidráulica | 572,39 ha |
| - Capacidade do reservatório | 23,4 hm ³ |
| - Volume morto | 0,63 hm ³ |
| - Cota do NA máx operacional | 241,00 |
| - Cota do NA máx de cheia (TR = 1000 anos) | 243,43 |
| - Cota do NA mín operacional | 232,00 |
| - Vazão regularizada (f = 90%) | 0,293 m ³ /s |
| - Precipitação média anual | 777 mm |
| - Volume afluente médio anual | 23,9 hm ³ |
| - Vazão média | 0,76 m ³ /s |

O açude possibilitará perenização de aproximadamente 12 km de curso d'água

Os poços amazonas, onde será feita a captação, estão localizados no trecho perenizado

1.3 – SISTEMA EXISTENTE EM OPERAÇÃO

O sistema público de abastecimento de água existente restringe-se a 75% da população urbana da cidade de Quixelô. O restante 25% é atendido através de chafariz.

A água usada é proveniente de dois poços amazonas construídos no aluvião do riacho Faé, próximos da cidade, situados na área urbana.

A estação elevatória existente está equipada com dois conjuntos moto-bombas com vazão unitária de 25 m³/h, AMT = 50 m c a e potência de 10 CV. A adutora de recalque é composta por tubos de aço carbono, diâmetro 75 mm, com 450 m de extensão.

O sistema de tratamento usado é precário, fazendo-se apenas a desinfecção com cloro através de um dosador de nível constante e filtro ligado ao reservatório de reunião.

A reservação é feita em um reservatório elevado, em concreto armado, com volume de 100 m³, localizado no centro da cidade.

A rede de distribuição possui 5 049 m de extensão, composta de tubos PVC com diâmetro variando de 60 a 85 mm. Estão ligados à rede de distribuição um total de 799 domicílios, atendendo parte da antiga cidade.

2 – PROJETO PROPOSTO

2.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Conforme exposto no relatório dos estudos básicos, foram estudadas três alternativas

A escolhida, apesar de ter custo intermediário entre as outras duas, foi selecionada por apresentar a captação fora da área urbana, evitando-se possíveis problemas de contaminação e garantindo a potabilidade da água consumida. Mostrou-se, tecnicamente, a melhor

Uma descrição sucinta do sistema segue adiante (figura 2.1)

O manancial formado por um poço tipo amazonas, localiza-se à montante da passagem molhada do riacho Faé. O poço terá uma eletrobomba submersa, denominando-se esta elevatória por EE1

Uma adutora de PVC Ø 100 mm, comprimento de 54 m, ligará o poço a um reservatório de reunião localizado junto a estação elevatória EE2

Esta estação terá uma casa para abrigar duas eletrobombas e os equipamentos elétricos de comando e proteção

A subestação elétrica ficará próximo a casa das bombas e terá potência de 30 kVA, ligando-se a rede de 13,8 KV existente

Da EE2 sairá a adutora de água bruta em PVC + PRVC no diâmetro de 150 mm e extensão aproximada de 2,10 km, chegando à ETA, localizada em um morro próximo a cidade de Quixelô (figura 2.2)

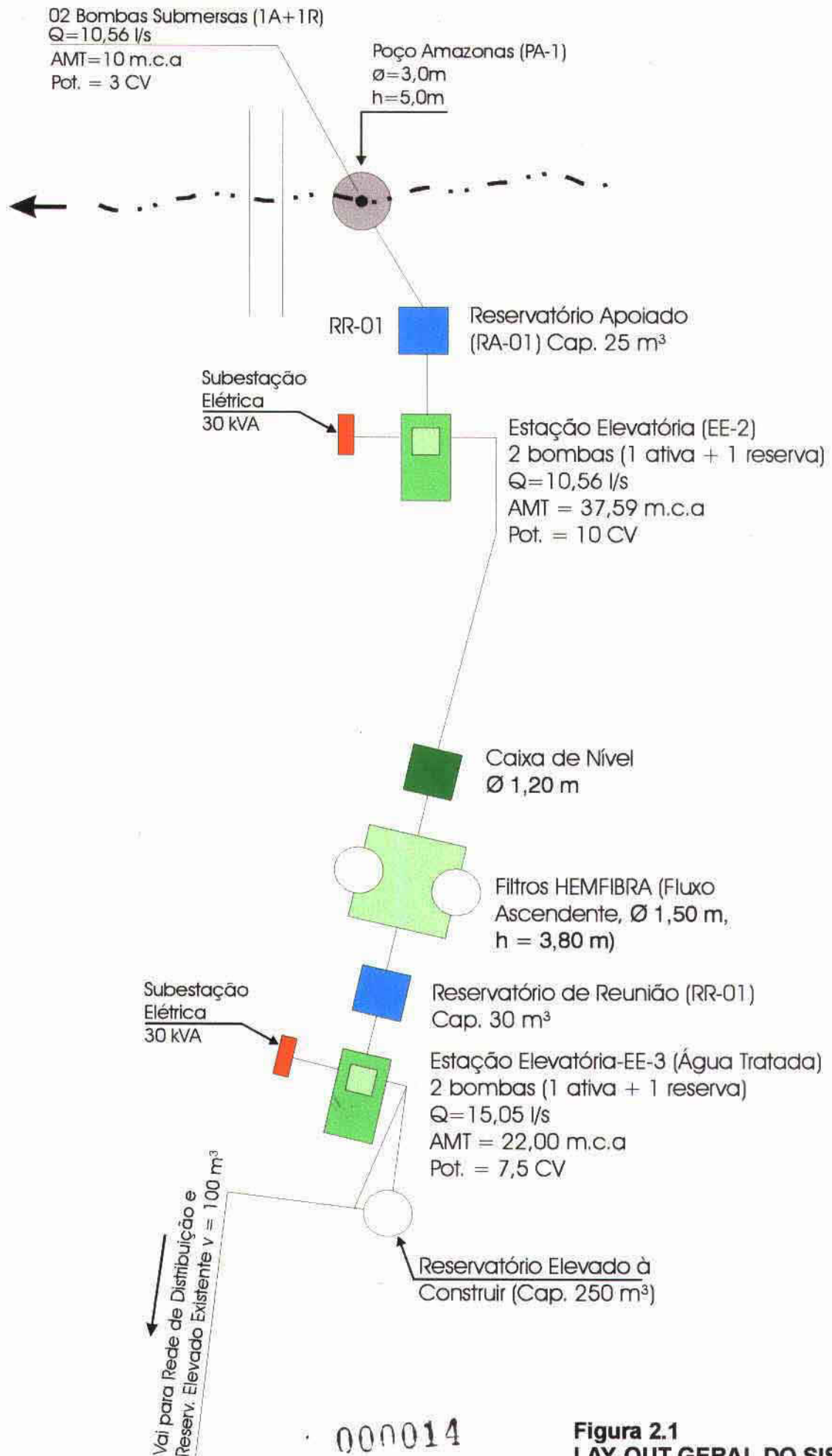
A ETA terá as seguintes estruturas: uma caixa de nível, dois filtros de fluxo ascendente, um reservatório apoiado de 30 m³, uma estação elevatória e casa de química, um reservatório elevado de 250 m³ e a subestação elétrica de 30 kVA

A elevatória EE3 poderá recalcar água tratada para o reservatório elevado de 250 m³, ou, através de um by-pass, bombear diretamente para o reservatório existente na cidade

Na primeira opção, a água fluirá gravitariamente do reservatório elevado a construir para o reservatório existente, num sistema de vasos comunicantes

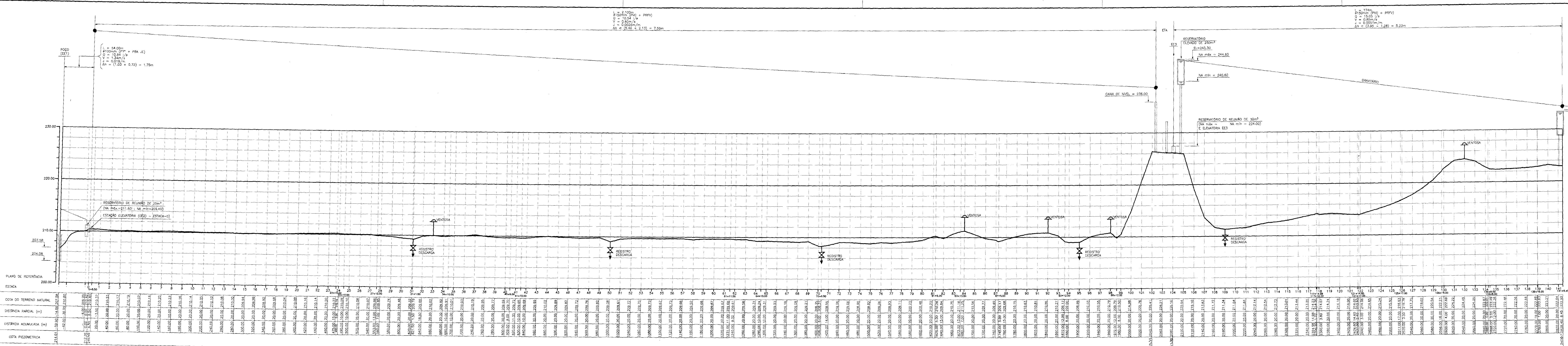
Em qualquer das opções, a interligação ETA-reservatório de Quixelô será feita com uma adutora de aproximadamente 800 m de extensão, no diâmetro 150 mm. No percurso essa adutora se interligará com a rede de distribuição d'água da cidade

O projeto será implantado em etapa única



000014

Figura 2.1
LAY-OUT GERAL DO SISTEMA



000015

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROURB/CE
PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA FAÉ-QUIXELÔ

| | | |
|--------|--|-----------------|
| PROJ. | | DESENHO |
| VISTO | | DATA DE EMISSÃO |
| VERIF. | | REVISÃO |
| APROV. | | Nº DO DESENHO |

VBA CONSULTORES LTDA

FIGURA - 2.2
PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA: H=1:200
V=1:250

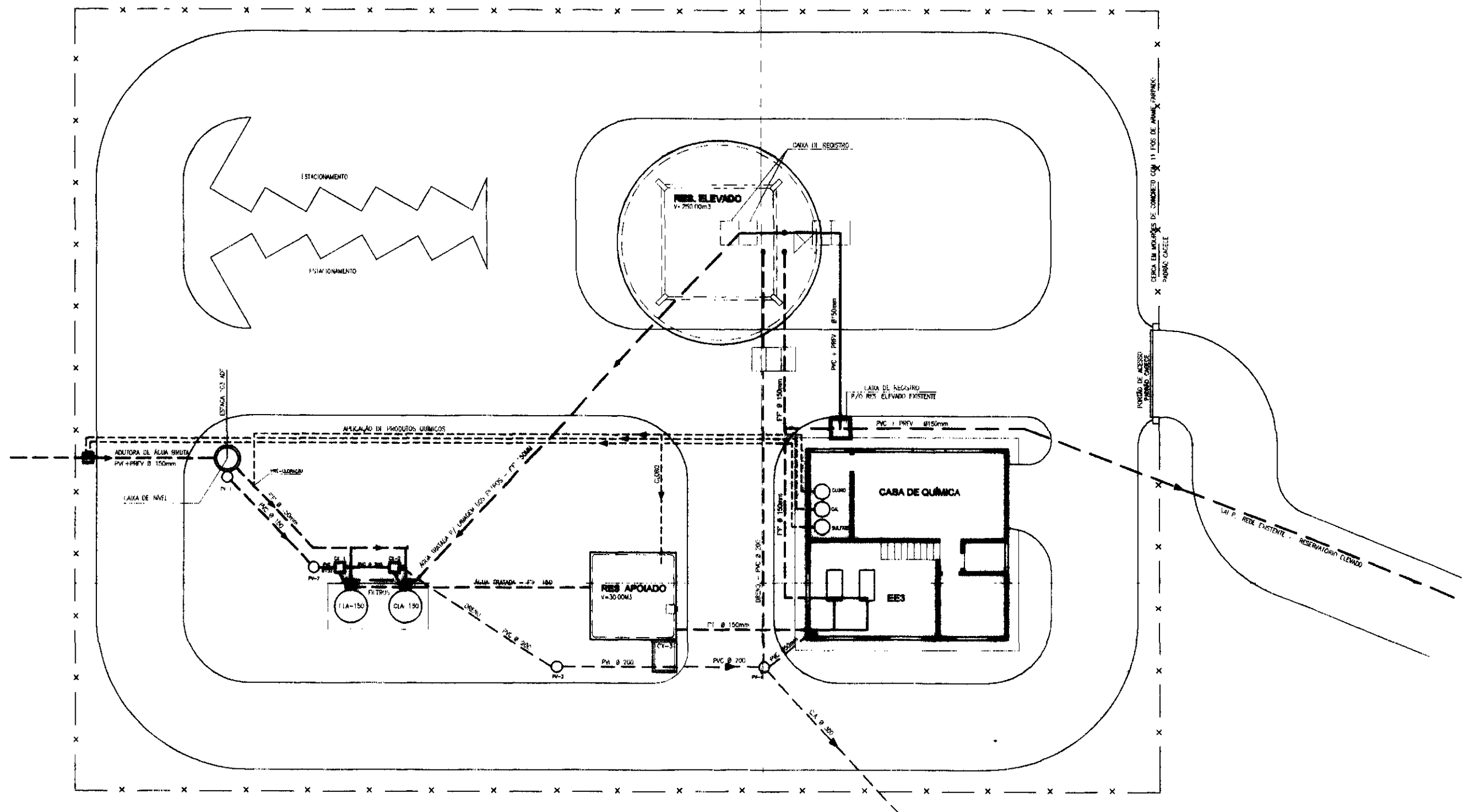


FIG. 2.3
 LAY-OUT GERAL DA ETA
 ESCALA: 1/200

000016

2 2 – DADOS E PARÂMETROS DO PROJETO

2 2 1 – POPULAÇÃO

No quadro 2 1, a seguir, apresenta-se os dados censitários de 1970 a 1991 com evolução da população urbana e sua projeção de crescimento de 2,26% do período de 1991 a 1996. No quadro mostra-se a projeção da população urbana até o ano 2019, horizonte do projeto.

Quadro 2 1
Evolução da População da Cidade de Quixelô

| Ano | População Urbana da Sede Municipal (IBGE) | Taxa Média de Crescimento da População Urbana da Sede (%) | Projeção da População Urbana da Sede Municipal Considerando-se uma Taxa de Crescimento de 2,26% a a |
|------|---|---|---|
| 1970 | 897 | - | - |
| 1980 | 1345 | 4,13 | - |
| 1991 | 2575 | 6,08 | - |
| 1996 | 2879 | 2,26 | - |
| 1999 | - | - | 3079 |
| 2000 | - | - | 3149 |
| 2001 | - | - | 3220 |
| 2002 | - | - | 3293 |
| 2003 | - | - | 3367 |
| 2004 | - | - | 3443 |
| 2005 | - | - | 3521 |
| 2006 | - | - | 3601 |
| 2007 | - | - | 3682 |
| 2008 | - | - | 3765 |
| 2009 | - | - | 3850 |
| 2010 | - | - | 3937 |
| 2011 | - | - | 4026 |
| 2012 | - | - | 4117 |
| 2013 | - | - | 4210 |
| 2014 | - | - | 4305 |
| 2015 | - | - | 4402 |
| 2016 | - | - | 4501 |
| 2017 | - | - | 4603 |
| 2018 | - | - | 4707 |
| 2019 | - | - | 4813 |
| 2020 | - | - | 4922 |

2 2 2 – PARÂMETROS DO PROJETO

Os parâmetros adotados para o dimensionamento das unidades do sistema de abastecimento de água da cidade de Quixelô, estão apresentados a seguir

| | |
|--|--------------------|
| - Consumo 'per capita' | 150 l/hab x dia |
| - Coeficiente do dia de maior consumo | K1 = 1.20 |
| - Coeficiente da hora de maior consumo | K2 = 1.50 |
| - Coeficiente de abastecimento | 90% |
| - Perdas do tratamento | 5% |
| - Período de alcance | 20 anos (ano 2019) |
| - Período de funcionamento de fim de plano | 20 horas/dia |

Apresenta-se, a seguir, o quadro 2 2, contendo as séries evolutivas de população, demanda, vazões de projeto e volumes bombeados para o horizonte de atendimento de 20 anos e vida útil de 30 anos

2 3 – DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS COMPONENTES DO PROJETO

2 3 1 – ELEVATÓRIAS DE ÁGUA BRUTA

A captação se dará em um poço amazonas, localizado no leito do riacho Faé, cota do terreno natural 207,61 m, a montante da passagem molhada que funcionará como barragem vertedoura

O Poço será construído com alvenaria, estruturado com pilares e cintas de concreto armado. Sua vedação será feita com tampa de concreto armado

A sua alimentação dar-se-á pelo fundo, laterais e por duas valas filtrantes, cada uma com 25 m de extensão. Nas paredes laterais previu-se câmara de recarga, espaço deixado entre as fiadas internas e externas da alvenaria. Receberão camada de brita as câmaras, o fundo do poço e as valas. Estas compõem-se de tubos de PVC diâmetro 200 mm, perfurados e enterrados

O poço terá as seguintes características

| | |
|----------------|--|
| - Tipo | amazonas |
| - Diâmetro | 3,60 m |
| - Profundidade | 4,80 m |
| - Altura total | 6,4 m, sendo 1,60 acima do terreno natural |

No interior dos poços ficarão duas bombas submersas, uma ativa e uma reserva com as seguintes características

| | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| - Vazão por bomba | 5.28 l/s ou 19,00 m ³ /h |
| - Altura manométrica total (AMT) | 10 m c a |
| - Potência unitária | 3 CV |

A bomba da EE1 recalcará água diretamente para um reservatório apoiado localizado na área da EE2, a 54,00 m da captação. A interligação poço/reservatório apoiado será feita por uma adutora de tubos PVC 100 mm, enterrados, uma para cada bomba submersa. No final da adutora e antes do reservatório colocou-se uma caixa de registro. Optou-se pela localização dessa caixa nesse ponto por dois motivos: tem cota livre das águas da cheia máxima e abrigará os registros dentro da área da EE2. Nos trechos em que os tubos estão aparentes, eles serão de ferro com flanges, apresentando maior resistência a impactos. Dentro do poço as bombas se ligarão aos tubos de ferro através de tubos de PVC com rosca, pois tendo menor peso, facilitará a desmontagem quando for necessário reparo nas bombas.

Após a saída do poço e depois dos tubos flangeados, a adutora será feita com tubos de PVC-PBA enterrados, com junta elástica, acomodando-se melhor a algum recalque do terreno.

A área da estação EE2 foi escolhida levando-se em consideração a distância mínima aos poços, e que tivesse terreno plano, livre de inundação.

A área da EE2 (dimensões de 18,75 x 29,00 m) ficará protegida por cerca de arame farpado tendo no seu interior um reservatório apoiado de volume de 25,00 m³ assentado na cota 209,20, com dimensões em planta de 3,80 x 3,20 m. Será construído em concreto armado, ficando contíguo a casa de bombas.

Essa casa terá área interna de 14,40 m² (coberta de 26,40 m²) abrigo em seu interior duas eletrobombas e o equipamento elétrico de comando e proteção. O piso dessa casa estará na cota 210,70.

Serão duas eletrobombas de eixo horizontal, uma ativa e a outra reserva. Terão as seguintes características:

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| - Vazão por bomba | 10,56 l/s ou 38,00 m ³ /h |
| - Altura manométrica total (AMT) | 37,59 m c a |
| - Potência unitária | 10 CV |

A sucção será feita no reservatório de reunião.

O sistema elétrico será composto de subestação elétrica padrão, quadros de comando e proteção com chave de partida compensadora e conjunto de cabeamento, tomadas de força e acessórios de segurança, tudo de acordo com o projeto elétrico específico.

A EE2 recalcará água bruta até a ETA, distando cerca de 2,1 km através de uma adutora de PVC + PRVC, Ø de 150 mm. A vazão transportada será de 10,56 l/s.

2.3.2 – EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO E LIMPEZA

Os equipamentos de proteção e limpeza da adutora e estações de bombeamento serão constituídos por ventosas, válvulas de retenção e registros de gaveta. Para permitir a limpeza da adutora serão usados registros de descarga de linha.

As adutoras ficarão protegidas em valas aterradas.

2 3 3 – TRATAMENTO

A estação de tratamento d'água – ETA, será implantada na margem esquerda da estrada que liga o açude Faé a Quixelô, a uma distância aproximada de 300 m do início da cidade. Ficará em um morro de cotas dominantes, em terreno protegido por cerca de arame farpado, com áreas livres pavimentadas. Terá dimensões de 50 x 36 m.

A adutora de água bruta chegará na caixa de nível (câmara de carga), descarregando a água aduzida, após a quebra de pressão nos filtros. Após filtrada, a água ficará acumulada em um reservatório de concreto armado, de 30 m³ apoiado (cota 223,60 m). Desse reservatório uma bomba da EE3 recalcará a água tratada para o reservatório elevado de 250 m³. A lavagem dos filtros se dará com a água acumulada nesse reservatório.

O tratamento será feito da seguinte maneira: antes da caixa de nível a água bruta receberá produtos químicos para coagulação das impurezas, aplicados diretamente na adutora. Essa carga rápida apresenta-se com boa eficiência, constatada em várias pesquisas e divulgada em diversas bibliografias.

Como coagulante poderá ser utilizado o sulfato de alumínio em forma de solução a uma concentração de 1 a 2%. A cal hidratada, em suspensão, a concentração de 1% será empregada como auxiliar de coagulação, proporcionando uma adequada alcalinidade ao processo e também para correção final do pH da água filtrada. Como desinfetante será usado o cloro gasoso, entrando na tubulação, antes de filtração, e no reservatório de 30 m³.

Serão empregados dois filtros, do tipo russo ou de fluxo ascendente, Hemfibra ou similar, tendo 1,50 m de diâmetro e altura de 3,80 m, com capacidade de filtração de até 36 m³/h. Ficarão assentes em laje de concreto na cota 226,00 m.

Para o cálculo dos filtros foi empregado a seguinte metodologia:

- Diâmetro do filtro 1,50 m
- Área do filtro $\frac{\pi \times 1,50^2}{4} = 1,77 \text{ m}^2$
- Vazão por filtro $\frac{10,56 \text{ l/s}}{2} = 5,28 \text{ l/s}$
- Velocidade de lavagem 0,80 m/min
- Taxa de filtração calculada
- Taxa = $\frac{Q}{A} = \frac{5,28 \text{ l/s}}{1,77 \text{ m}^2} \times \frac{86.400}{1000} = 257,77 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ dia}$

O valor da taxa de 257,77 m³/m² dia encontra-se dentro do recomendado pela CETESB que é de 120 (mínimo) e 360 m³/m² dia (máximo).

Quadro 2 2

Series evolutivas de população, demanda, vazões de projetos e volumes bombeados para o horizonte de atendimento de 20 anos e vida útil de 30 anos

| Ano | Evolução da População | População Atendida pelo Projeto | Evolução da Demanda do dia de maior consumo | | Coeficiente de Abastecimento (%) | Demanda Humana Faturável (l/s) | Vazão da Adutora a Implantar (l/s) | Volume Anual Bombeado (m³ x 10³) | Volume Anual Faturável de Água Tratada (m³ x 10³) |
|------|-----------------------|---------------------------------|---|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---|
| | | | Vazão (AT) (l/s) | Relativa ao Ano 2019 (l/s) | | | | | |
| 1991 | 2 575 | - | | | | | | | |
| 1996 | 2 879 | - | | | | | | | |
| 1999 | 3 079 | 3 079 | 6,41 | 63,91 | 90,00 | 5,77 | 6,75 | 177,39 | 168,02 |
| 2000 | 3 149 | 3 149 | 6,56 | 65,40 | 90,00 | 5,90 | 6,91 | 181,59 | 172,51 |
| 2001 | 3 220 | 3 220 | 6,71 | 66,90 | 90,00 | 6,04 | 7,06 | 185,54 | 176,26 |
| 2002 | 3 293 | 3 293 | 6,86 | 68,39 | 90,00 | 6,17 | 7,22 | 189,74 | 180,25 |
| 2003 | 3 367 | 3 367 | 7,01 | 69,89 | 90,00 | 6,31 | 7,38 | 193,95 | 184,25 |
| 2004 | 3 443 | 3 443 | 7,17 | 71,49 | 90,00 | 6,45 | 7,55 | 198,41 | 188,49 |
| 2005 | 3 521 | 3 521 | 7,34 | 73,18 | 90,00 | 6,61 | 7,72 | 202,88 | 192,74 |
| 2006 | 3 601 | 3 601 | 7,50 | 74,78 | 90,00 | 6,75 | 7,89 | 207,35 | 196,98 |
| 2007 | 3 682 | 3 682 | 7,67 | 76,47 | 90,00 | 6,90 | 8,07 | 212,08 | 201,48 |
| 2008 | 3 765 | 3 765 | 7,84 | 78,17 | 90,00 | 7,06 | 8,25 | 216,81 | 205,97 |
| 2009 | 3 850 | 3 850 | 8,02 | 79,96 | 90,00 | 7,22 | 8,44 | 221,80 | 210,71 |
| 2010 | 3 937 | 3 937 | 8,20 | 81,75 | 90,00 | 7,38 | 8,63 | 226,80 | 215,46 |
| 2011 | 4 026 | 4 026 | 8,39 | 83,65 | 90,00 | 7,55 | 8,83 | 232,05 | 220,45 |
| 2012 | 4 117 | 4 117 | 8,58 | 85,54 | 90,00 | 7,72 | 9,03 | 237,31 | 225,44 |
| 2013 | 4 210 | 4 210 | 8,77 | 87,44 | 90,00 | 7,89 | 9,23 | 242,56 | 230,43 |
| 2014 | 4 305 | 4 305 | 8,97 | 89,43 | 90,00 | 8,07 | 9,44 | 248,08 | 235,68 |
| 2015 | 4 402 | 4 402 | 9,17 | 91,43 | 90,00 | 8,25 | 9,65 | 253,60 | 240,92 |
| 2016 | 4 501 | 4 501 | 9,38 | 93,52 | 90,00 | 8,44 | 9,87 | 259,38 | 246,41 |
| 2017 | 4 603 | 4 603 | 9,59 | 95,61 | 90,00 | 8,63 | 10,09 | 265,17 | 251,91 |
| 2018 | 4 707 | 4 707 | 9,81 | 97,81 | 90,00 | 8,83 | 10,32 | 271,21 | 257,65 |
| 2019 | 4 813 | 4 813 | 10,03 | 100,00 | 90,00 | 9,03 | 10,56 | 277,52 | 263,64 |

| Dados e Parâmetros Básicos | |
|--------------------------------|--------|
| Consumo per-capita (l/hab/dia) | 150,00 |
| Dia de maior consumo | 1,20 |
| Hora de maior consumo | 1,50 |
| Perdas no tratamento (%) | 5 |
| Taxa de crescimento (%) | 2 |

AB - Água bruta
AT - Água tratada

000021



- Volume de lavagem 1,77 m² x 0,8 m/min x 10 min x
1,05 ≅ 15 m³
- Volume para os dois filtros 30 m³
- Pressão necessária na entrada do filtro 12 m c a

Observa-se que a vazão de lavagem já foi incluída na quantidade captada e tratada (acréscimo de 5% sobre a vazão máxima diária)

A casa de química consiste em um prédio de 73,00 m² (área coberta de 122 m²), abrigando, além da elevatória as seguintes unidades depósitos de produtos químicos, tanques de mistura, um pequeno laboratório para controle do tratamento e instalações sanitárias para o pessoal de operação e manutenção

A elevatória EE3 ficará abrigada nessa casa, num compartimento abaixo do terreno natural (cota do piso 222,95 m), possibilitando as bombas trabalharem afogadas As paredes e piso desse recinto serão em concreto armado, impermeabilizado, daí previu-se um ponto ligado à rede de drenagem para escoar as águas que ficariam acumuladas quando for feita manutenção das bombas Essa sala tem acesso aos outros compartimento da casa de química através de uma escada de concreto armado

As bombas da EE3, sendo uma ativa e outra reserva, têm as seguintes características

- Vazão por bomba 15,05 l/s ou 54,18 m³/h
- Altura manométrica total (AMT) 22,00 m c a
- Potência unitária 7,5 cv

2 3 4 – RESERVAÇÃO

O valor normalmente adotado para o cálculo do volume d'água a ser armazenado corresponde a um terço do volume do dia de maior consumo, oferecendo razoável segurança para o atendimento dos consumos normais Isto resulta no seguinte cálculo

Volume de reservação (VR) = 1/3 do volume máximo diário

$$VR = 1/3 \times 10,56 \text{ l/s} \times 86\,400/1000 = 303 \text{ m}^3$$

- Considerando o reservatório elevado existente (RE) = 100 m³, e o volume da lavagem dos filtros de 30 m³, o balanço do volume necessário do reservatório elevado a construir será

$$Ve = 303 - 100 + 30 \text{ ou } Ve = 233 \text{ m}^3, \text{ adotando-se um reservatório de } 250 \text{ m}^3$$

O reservatório elevado de 250 m³ será construído em concreto armado, com altura total de 18,80 m, abastecendo gravitariamente a cidade de Quixelô

Desse reservatório sairá a adutora de água tratada, indo diretamente para a rede de distribuição e reservatório existente em Quixelô, conforme se mostra a seguir

2 3 5 – ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA

Essa adutora aduz uma vazão de 15,05 l/s, podendo ser alimentada por recalque das bombas da EE3 ou gravitariamente pelo reservatório elevado de 250 m³. Tem diâmetro de 150 mm e extensão total de 774 m, em PVC + PRVC, ficando protegidas em valas aterradas.

A adutora se interligará à rede de distribuição ao longo da sua extensão, terminando no reservatório elevado de 100 m³ existente em Quixelô.

Está previsto 01 registro de descarga e 01 ventosa nessa adutora.

Essa adutora cortará as ruas da cidade, ver planta de locação na fig. 2.4, necessitando, para abertura das valas, da retirada do calçamento de pedra tosca e posterior recuperação. Para proteção dos transeuntes, colocar sinalização noturna/diurna nas valas, bem como passadiços.

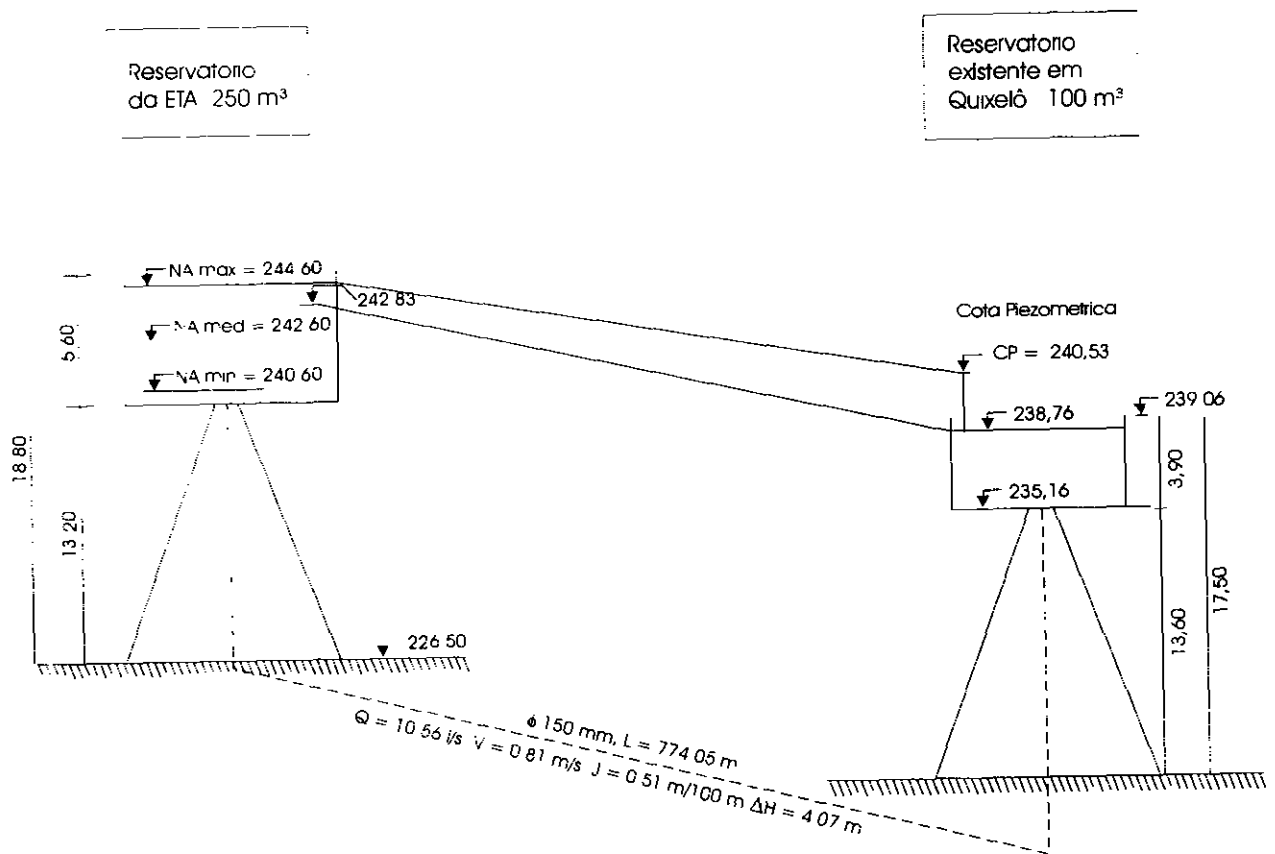
Há necessidade da troca da tubulação de subida (alimentação) de água tratada do reservatório existente. Atualmente seu diâmetro é de 75 mm, incompatível ($V = 3,41$ m/s) com a vazão final de projeto.

Essa tubulação será substituída por outra de ferro fundido flangeada no diâmetro \varnothing 150 mm ($V = 0,85$ m/s, $J = 0,0051$ m/s).

Para a vazão de final de projeto, obtêm-se para a adutora de ligação dos reservatórios elevados ($Q = 10,56$ l/s, $V = 0,84$ m/s, $J = 0,51$ m/100 m) perda de carga linear $\Delta h = LJ = 774,05 \times 0,0051 = 3,95$ m, perdas de carga localizada $KV^2/2g = 0,12$ m (4 curvas e 2 registros), perdas de carga total $\Delta H = 4,07$ m.

Partindo-se do nível máximo d'água do reservatório de Quixelô (cota 238,76) obtêm-se a cota na qual o reservatório elevado da ETA enche o da cidade, quando contribuindo só para a reservação, $238,76 - 4,07 = 242,83$ m, conforme pode-se ver esquematicamente na fig. 2.5.

Figura 2 5 – Esquema de Interligação dos Reservatórios Elevados



$$C^p (E^A) = CP (QUIXELÔ) + \Delta H$$

$$C^p (E^A) = 238.76 + 4.07 = 242.83 \text{ m}$$

3 - ORÇAMENTO

000026

| ITEM | DESCRIÇÃO DA OBRA | Obras Cíveis (R\$) | Equipamentos | | Data Agosto/99 | | Folha |
|--------------------|---|-----------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------|-------|
| | | | Hidromecânicos (R\$) | Elétricos (R\$) | Conjunto Eletrobombas (R\$) | Total (R\$) | |
| I | INSTALAÇÃO DA OBRA | 21 352,44 | | | | 21 352,44 | |
| II | CAPTAÇÃO (ELEVATÓRIA EE1 e EE2) | 37 460,16 | 18 378,18 | 19 013,94 | 7 800,00 | 82 652,28 | |
| III | ADUTORA DE AGUA BRUTA | 15 124,74 | 45 157,50 | | | 60 282,24 | |
| IV | OBRAS COMPLEMENTARES DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA | 6 464,35 | 16 404,60 | | | 22 868,95 | |
| V | ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA (ETA) | 168 752,17 | 115 071,71 | 14 049,17 | 4 600,00 | 302 473,05 | |
| VI | ADUTORA DE ÁGUA TRATADA | 20 992,49 | 15 075,80 | | | 36 068,29 | |
| VII | OBRAS COMPLEMENTARES DA ADUTORA DE AGUA TRATADA | 1 123,94 | 3 321,00 | | | 4 444,94 | |
| VIII | LIGAÇÃO ADUTORA DE ÁGUA TRATADA DO RESERVATÓRIO EXISTENTE DE 100 M³ | 1 157,84 | 6 409,90 | | | 7 567,74 | |
| TOTAL GERAL | | 272.428,13 | 219 818,69 | 33 063,11 | 12 400,00 | 537 709,93 | |

Arq: QDR_RF_SIMPLIFICADO.XLS

000027



ANEXO

000028

1 – DIMENSIONAMENTO

1.1 – VAZÕES DE PROJETO

1.1.1 – CÁLCULO DAS VAZÕES DE FINAL DE PROJETO

I – Q (dia de maior consumo) = P x q x K₁, onde

P = população de projeto

q = consumo d'água por habitante por dia (l/hab/dia)

K₁ = 1,2 – coeficiente do dia de maior consumo

$$Q_1 = \frac{4\,813 \times 150 \times 1,2 \times 1,50}{86\,400} \text{ ou } Q_2 = 10,03 \text{ l/s}$$

II – Q₂ (hora de maior consumo)

Q₂ = P x q x K₁ x K₂, K₂ = 1,50

$$Q_2 = \frac{4\,813 \times 150 \times 1,2 \times 1,5}{86\,400} \text{ ou } Q_2 = 15,05 \text{ l/s}$$

III – Vazão da captação (água bruta)

Considerando-se uma perda de 5%, $Q_3 = \frac{Q_1}{0,95} = \frac{10,03}{0,95} \rightarrow Q_3 = 10,56 \text{ l/s}$, esta é a vazão aduzida do poço ao reservatório de reunião de 25 m³ e daí até a caixa de nível da ETA

1.1.2 – CAPTAÇÃO / RECALQUE

I – Cálculo do diâmetro econômico da adutora de ligação poço- reservatório de 25 m³

O poço terá duas bombas, uma ativa e uma reserva. Cada bomba terá sua adutora de recalque, já que por medida de segurança, o barrilete de reunião de ambas se encontra em terreno livre de inundações, localizando-se próximo à casa de bombas da EE2

Usando-se a fórmula de Bresse, $D = K \sqrt{Q}$, com D em metros, K = 1,3 (pequenas vazões) e Q (m³/s), com

$$D = 13 \sqrt{0,01056} \text{ ou } D = 133 \text{ mm, adotando-se } D = 100 \text{ mm (já que o comprimento é pequeno). obtém-se } V = \frac{Q}{A} = \frac{0,01056 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \times \frac{\pi^2}{4}} = 1,34 \text{ ou } V = 1,34 \text{ m/s e}$$

$$J = 0,019 \text{ m/m (Hazen Willians } C = 140)$$

II – Elevatória EE1 → Cálculo da potência da eletrobomba

As adutoras terão comprimento de 54,00 m. cada uma, podendo-se calcular

a) Perda de carga linear

$$\Delta h_1 = J L = 0,019 \text{ m/m} \times 54,00 \text{ m} \rightarrow \Delta h_1 = 1,03 \text{ m}$$

b) Perda de carga localizada nas seguintes peças

| Peça | Quant. | Comprimento Equivalente (m) | Total (m) |
|-------------------------|--------|-----------------------------|-----------|
| Curva 90° Ø 100 mm | 3 | 1,60 | 4,80 |
| Junção 45° Ø 75 mm | 1 | 5,20 | 5,20 |
| Redução Ø 100 x 75 mm | 2 | 0,75 | 1,50 |
| Registro gaveta Ø 75 mm | 1 | 0,50 | 0,50 |

$$\Delta h_2 = 4,8 \times 0,019 + (5,2 + 1,50 + 0,50) \times 0,087 \rightarrow \Delta h_2 = 0,72 \text{ m}$$

c) Desnível geométrico

$$\Delta N = 211,60 - 207,61 + 3,60 = 7,59 \text{ m}$$

d) Altura manométrica total (AMT)

$$H = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta N \text{ ou } H = 1,03 + 0,72 + 7,59 \leftrightarrow H = 9,34 \text{ m ou } \underline{H = 10 \text{ m}}$$

A potência da bomba é dada por $P_b = \frac{Q \text{ (l/s)} H \text{ (m)}}{75 n}$, sendo n = rendimento, tomando-

$$\text{se } n = 70\%, \quad P_b = \frac{10,56 \times 10}{75 \times 0,70} \quad P_b = 2,01 \text{ CV}$$

A potência do motor será $P_m = 1,2 \times P_b$ ou $P_m = 2,4 \text{ CV}$, como a potência do motor mais próxima é de 3 CV, escolhe-se um conjunto eletrobomba com as seguintes características

- Tipo submersa
- Quantidade 2 unidades, sendo 1 ativa e 1 reserva
- Vazão por bomba 10,56 l/s ou 38,00 m³/h
- Altura manométrica total 10 m c a
- Potência do motor 3 CV

e) Diâmetro da adutora de recalque (EE2 – caixa de nível)

Usando-se a fórmula de Bresse para $Q = 10,56 \text{ l/s}$ e $K = 133$, obtém-se

$D = K \sqrt{Q} = 1,33 \text{ mm}$. adotando-se $D = 150 \text{ mm}$ pois a adutora é longa, com comprimento de 2 100 m, obtendo-se $V = \frac{Q}{A} = \frac{0,01056}{\pi \times \frac{0,15^2}{4}} = 0,60 \text{ m/s}$

$J = 0,0026 \text{ m/m}$ (Hazen Willians $C = 140$)

III - Elevatória EE2 → Cálculo da potência da eletrobomba

a) Perda de carga linear

$\Delta h_1 = J L = 0,026 \text{ m/m} \times 2 \text{ 100 m} \rightarrow \Delta h_1 = 5,46 \text{ m}$

b) Perdas localizadas = $\Delta h_2 = K V^2 / 2g$

| | Peça | Quant. | K | ΣK | $\Delta h_2(\text{m})$ |
|--|---|--------|------|------------|------------------------|
| Sucção $\varnothing 100$ ($V = 1,34 \text{ m/s}$) | Curva $90^\circ \varnothing 100 \text{ mm}$ | 1 | 0,40 | 0,40 | |
| | Tê (saída lateral) $\varnothing 100$ | 1 | 1,30 | 1,70 | |
| | Registro $\varnothing 100$ | 1 | 0,20 | 1,90 | |
| | Redução $\varnothing 100 \times 75$ | 1 | 0,15 | 2,05 | |
| | Válvula de pé com crivo | 1 | 0,75 | 2,80 | 0,27 |
| Recalque (barrilete) $\varnothing 75$ ($V = 2,39 \text{ m/s}$) | Redução $\varnothing 100 \times 75$ | 2 | 0,30 | 0,60 | |
| | Curva $90^\circ \varnothing 75$ | 3 | 0,40 | 1,80 | |
| | Tê (saída lado) $\varnothing 75$ | 1 | 1,30 | 3,10 | |
| | Tê (saída direta) $\varnothing 75$ | 1 | 0,60 | 3,70 | |
| | Registro $\varnothing 75$ | 1 | 0,20 | 3,90 | |
| | Valvula de retenção $\varnothing 75$ | 1 | 2,50 | 6,40 | 1,86 |

c) Desnível geométrico

$\Delta N = 236,00 - 209,40$ ou $\Delta N = 30 \text{ m}$

d) Altura manométrica total (AMT) =

$H = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta N$ ou $H = 5,46 + (0,27 + 1,86) + 30,00 \rightarrow H = 37,59 \text{ M}$

Potência da bomba $P_b = \frac{Q(\text{l/s}) H(\text{m})}{75 \eta}$, ou $P_b = \frac{10,56 \times 37,59}{75 \times 0,65}$ $P_b = 8,14 \text{ CV}$

A potência do motor $P_m = 1,1 \times P_b$ ou $P_m \cong 10 \text{ CV}$

Adotam-se eletrobombas com as seguintes características

- Tipo eixo horizontal
- Quantidade 2 unidades, sendo 1 ativa e 1 reserva
- Vazão por bomba 10,56 l/s ou 38,00 m³/h

- Altura manométrica total 37,59 m c a
- Potência do motor 10 CV

1 1 3 – ADUTORA DE ÁGUA TRATADA (L = 774 M) E ELEVATÓRIA EE3

I - Diâmetro da adutora

Para $Q = 15,05$ l/s e usando-se a fórmula de Bresse com $K = 1,3$ (pequenas vazões), $D = 1,3 \sqrt{0,01505} = 0,159$ m ou $D = 150$ mm

Com esse diâmetro e vazão, tem-se

$$V = 0,85 \text{ m/s}, J = 0,0051 \text{ m/m (H Williams, C = 140)}$$

II – Elevatória EE2

Daí, calculam-se as perdas na elevatória

a) Perda de carga linear

$$\Delta h_1 = 774 \times 0,0051 = 3,95 \text{ m}$$

b) Perdas localizadas

$$\Delta h_2 = KV^2/2g$$

| | Peça | Quant. | K | ΣK | $\Delta h_2(m)$ |
|--|---------------------|--------|------|------------|-----------------|
| Sucção $\varnothing 150$ (V = 0,85 m/s) | Crivo | 1 | 0,75 | 0,75 | 0,10 |
| | Curva 90° | 1 | 0,40 | 1,15 | |
| | Tê (saída lateral) | 1 | 1,30 | 2,45 | |
| | Registro | 1 | 0,20 | 2,65 | |
| | Redução | 1 | 0,15 | 2,80 | |
| Recalque (barrilete) $\varnothing 100$ (V = 1,9 m/s) | Redução | 2 | 0,30 | 0,60 | 1,18 |
| | Curva 90° | 3 | 0,40 | 1,80 | |
| | Tê (saída lateral) | 1 | 1,30 | 3,10 | |
| | Tê (saída frente) | 1 | 0,60 | 3,70 | |
| | Registro | 1 | 0,20 | 3,90 | |
| | Válvula de retenção | 1 | 2,50 | 6,40 | |

1ª hipótese → a EE3 recalca para o elevado de 250 m³, desnível geométrico $\Delta N = 244,60 - 224,00 = 20,60$ m, perda linear com $\Delta h_1 = 30,00 \text{ m} \times 0,0051 \text{ m}$ ou $\Delta h_1 = 0,15$ m, altura manométrica total (AMT) = $H_1 = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta N$

$$H_1 = 0,15 + (0,10 + 1,18) + 20,60 \text{ ou } H_1 = 22,03 \text{ m}$$

2ª hipótese → a EE3 recalca para o reservatório elevado de 100 m³ em Quixelô

$$\text{Desnível geométrico} - \Delta N = 238,76 - 224,00 = 14,76 \text{ m}$$

Perdas localizadas ($V = 0.85 \text{ m/s}$)

| | Peça | Quant. | K | ΣK | $\Delta h_2(m)$ |
|---------------------------|--------------------|--------|------|------------|-----------------|
| Na adutora | Curva 90° | 2 | 0,40 | 0,80 | 0,08 |
| | Tê (saída lateral) | 1 | 1,30 | 2,10 | |
| | Registro | 1 | 0,20 | 2,30 | |
| Na subida do reservatório | Curva 90° | 2 | 0,40 | 0,80 | 0,04 |
| | Registro | 1 | 0,20 | 1,00 | |

$$AMT = H_2 = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h'_2 + \Delta N \text{ ou}$$

$$H_2 = 3,95 + (0,10 + 1,18) + (0,08 + 0,04) + 14,76 \text{ ou } H_2 = 20,11 \text{ m c a}$$

Dimensionando-se as bombas com $H_1 = 22,03 \text{ m c a}$

Potência do conjunto eletrobomba

$$P_m = \frac{Q (l/s) \times H (m)}{75 \times \eta} \times 1,15 \text{ ou } P_m = \frac{15,05 \times 22,03}{75 \times 0,65} \times 1,1 \text{ ou } P_m \cong 7,5 \text{ CV}$$

Adotam-se eletrobombas com as características

- Tipo eixo horizontal
- Quantidade 2 unidades, sendo 1 ativa e 1 reserva
- Vazão por bomba 15,05 l/s ou 54,00 m³/h
- Altura manométrica total 22,03 m c a
- Potência do motor 7,5 CV

O reservatório elevado de Quixelô poderá ser abastecido gravitariamente pelo elevado da ETA, já que o da cidade se situa em cota bem mais baixa

Cálculo das cotas piezométricas

- Para vazão do dia de maior consumo

$$Q = 10,56 \text{ l/s, } \varnothing 150 \text{ mm, } V = 0,60 \text{ m/s, } J = 0,0026 \text{ m}$$

$$\text{Perda Linear } \Delta h_1 = 774 \times 0,0026 = 2,01 \text{ m}$$

$$\text{Perdas localizadas} = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Perda de carga total} = 2,13 \text{ m}$$

- Para vazão na hora de maior consumo

$$\Delta h_1 = 774 \times 0,0051 = 3,95 \text{ m}$$

Perda de carga total = 4,07 m

| Situação | Q (l/s) | Cota Piezométrica do elevado de Quixelô | Perdas de Carga | NA do elevado da ETA para encher o de Quixelô |
|-----------------------|---------|---|-----------------|---|
| Dia de maior consumo | 10,56 | 238,76 | 2,13 | 240,89 |
| Hora de maior consumo | 15,05 | 238,76 | 4,07 | 242,83 |

Na 1ª situação o elevado da ETA enche o elevado de Quixelô a partir, aproximadamente, do N_Amin e na segunda situação, a partir, aproximadamente, do N_Amédio = 242,60