



COMPANHIA DE SANEAMENTO DO DISTRITO FEDERAL

Diretoria Técnica
Superintendência de Expansão do Sistema de Água

PROJETO BÁSICO PARA AMPLIAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO DISTRITO FEDERAL UTILIZANDO COMO MANANCIAL O LAGO PARANOÁ

Volume I – Memorial Descritivo

Tomo 02 de 04 – Projeto Hidromecânico

A.SIS.LPA.001

VOLUME I

Tomo 02/04

Brasília

20/09/2008 a 10/02/2009



Ficha Catalográfica

Projeto Básico para Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água do Distrito Federal Utilizando como Manancial o Lago Paranoá

P23p

Brasília: Consórcio Themagna, 2005

I, T. 02//04

Conteúdo:XXI

Memorial Descritivo do Projeto Hidromecânico

A.SIS.LPA.001.I.02

1. Planejamento. 2. Plano Diretor. 3. Distrito Federal. 4. Demanda de Água.
5. Saneamento Básico

I. Themag Engenharia e Gerenciamento Ltda. II. Magna Engenharia Ltda. III. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. IV. CAESB

CDU.628.1:338.08 (817.4)

PROJETO BÁSICO PARA AMPLIAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO DISTRITO FEDERAL UTILIZANDO COMO MANANCIAL O LAGO PARANOÁ

Volume I – Memorial Descritivo

Tomo 02 de 04 – Projeto Hidromecânico

20/09/2008 a 10/02/2009

Equipe Técnica

Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

Responsáveis Técnicos

Fiscal do Contrato

Cristiano Magalhães de Pinho - CREA 9448/D-DF

Equipe Técnica de Acompanhamento

Diretoria de Engenharia

Cristiano Magalhães de Pinho - CREA 9448/D-DF

Assessoria da Diretoria de Engenharia e Meio Ambiente

Antonio Luis Harada - CREA 6.610/D-DF

Superintendência de Projetos

José Ricardo Silva de Moraes - CREA 6.127/D-DF

Dager Cesar de Alencar - CREA 10.345/D-DF

Davi Navarro de Almeida - CREA 12.602/D-DF

Fuad Moura Guimarães Braga - CREA 14.942/D-CE

Ronny José Peixoto - CREA 4.909/D-AL

Iracly Cecilio de Araujo Júnior – CREA 22.533/D-MG

Ieda Marcelino Duarte – CREA 36.363/D – MG

Washington Messias Rodrigues de Lima – CREA 14.617/D – DF

Anderson Bermond de Lima – CREA 12.096/D - DF

Superintendência de Meio Ambiente

Maurício Luduvise CREA 5050/D-DF

Solange Cordeiro Silva Rocha - CREA 3.672/D - DF

Vladimir de A. Puntel Ferreira - CREA 7.444/D - DF

Superintendência de Recursos Hídricos

Fernando Starling - CREA 25.577/D-MG

Claudia Morato Álvares - CRQ 12.300.131 – DF

Consórcio Themagna - Contrato CT 6907/2005

Responsáveis Técnicos

Themag Engenharia e Gerenciamento Ltda.
José Luís Aboriham Gonçalves - CREA 7.302/D-DF
Celso Rubens Vareta CREA 49.659-D/SP
Magna Engenharia Ltda.
Adejalmo Figueiredo Gazen - CREA 16.304/D-RS
Coordenação Geral e Gerência do Contrato
Ivano José Basso - CREA 11.270/D-RS
Cláudio Rangel Pinheiro - CREA 25.987/D-SP

Equipe Técnica

Andrei Schedler - CREA 130.818/D-RS
Ângela Cocio Martins - CREA 83.850/D-RS
Antônio Raimundo Santos Ribeiro Coimbra - CREA 2439/D-PA
Carlos Eduardo Zurita – CREA 0600328633/ SP
Cláudio Ruschel - CREA 65.751/D-RS
Cristiane Collet Battiston - CREA 70.337/D-PR
Cristiano Luchesi Niciura – CREA 5061291362/ SP
Danilo Jorge Santos - CREA 10195/D-DF
Edécio Leite Oliveira - CREA 1458/D-GO
Evaldo Moraes de Oliveira – CREA 5063031421/SP
Hiroshi Kako - CREA 22807/D-SP
Isaac Luiz de Oliveira – CREA 5062790148/ SP
Jacira Espartel da Silva Oliveira - CREA 31.575/D-RS
João Paulo Schedler - CREA 40.799/D-RS
Joicy Vargas de Araújo – CREA 14564/D-DF
Jorge Almeida Sampaio Júnior – CREA 0600374352/D-SP
José Frederico Büll - CREA 45119/D-SP
José Ventura de Medeiros Júnior – CREA 0600413610/D-SP
Jun Iti Nagano - CREA 4044/D-DF
Léo Carlos Macuco Cargnin - CREA 57.291/D-RS
Marcos Augusto Jardim – 0600528751/ SP
Mario Cepollina – CREA 0600434268/ SP
Paulo Sérgio Dib - CREA 26525/D-SP
Rodrigo da Silva Gazen - CREA 97.364/D-RS
Ronaldo Schedler - CREA 30.209/D-RS
Valdir Silva Cruz – CREA 0600399311/ SP

Governador do Distrito Federal
JOSÉ ROBERTO ARRUDA
Secretário de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
CÁSSIO TANIGUCHI

Presidente da CAESB

FERNANDO RODRIGUES FERREIRA LEITE

Diretoria Técnica da CAESB

CRISTIANO MAGALHÃES DE PINHO - CREA 9.448/D-DF

Diretoria de Produção e Comercialização da CAESB

JOÃO BATISTA PADILHA FERNANDES

Diretoria de Gestão da CAESB

DIVINO ALVES DOS SANTOS

Superintendente de Expansão do Sistema de Água

CRISTIANO MAGALHÃES DE PINHO - CREA 9.448/D-DF

Superintendente de Meio Ambiente

MARCELO ANTÔNIO TEIXEIRA PINTO - CREA 11.847/D-DF

Superintendente de Expansão do Sistema de Esgotos

KLAUS DIETER NEDER - CREA 2.810/D-DF

Superintendente de Produção de Água

TÂNIA WALDOW DE SOUZA BAYLÃO - CRQ 12.400.281 - DF

Superintendente de Recursos Hídricos

ZOE APARECIDA FONTES PEREIRA - CREA 25.577/D-MG

Superintendente de Comercialização

CARLOS FRANCISCO PENA RIBEIRO

Superintendente de Manutenção do Sistema Produtor de Água

VIRGILIO DE MELO PERES - CREA 2.002/D-DF

A.SIS.LPA.001.I.02

■ ○×○ ■■■ I I ✕ ✕ I

**Projeto Básico para Ampliação dos Sistemas de Abastecimento de Água do
Distrito Federal Utilizando como Manancial o Lago Paranoá**

Volume I – Memorial Descritivo

Tomo 02 de 04 – Projeto Hidromecânico



0A	10/02/2009	Emissão inicial	Ivano basso			
Nº	DATA	DESCRIÇÃO	POR	APROV.	DATA	APROV.
			THEMAGNA		CAESB	
REVISÕES						

ESTRUTURAÇÃO DOS RELATÓRIOS DE ESTUDOS E PROJETOS

Complementação e Adequação do PLD 2000			
Volume		Conteúdo	
Nº	Título	Nº	Tomo
I	Relatório Final	01/03	Relatório Síntese
		02/03	Relatório Final - Texto e Desenhos
		03/03	Relatório Final - Texto e Desenhos
II	Estudos de Demandas	01/04	Aspectos Institucionais, Técnicos, Ambientais e Estudos Demográficos
		02/04	Estudos de Demandas do Distrito Federal
		03/04	Estudos de Demanda do Entorno
		04/04	Atualização da Base Cartográfica
III	Diagnostico dos Sistemas Existentes	01/04	Diagnóstico dos Sistemas Existentes e Projetados no Distrito Federal
		02/04	Diagnóstico dos Sistemas Existentes e Projetados no Distrito Federal - Caracterização dos Sistemas de Abastecimento
		03/04	Diagnóstico dos Sistemas Existentes e Projetados no Entorno
		04/04	Diagnóstico dos Sistemas Existentes e Projetados no Entorno - Planilhas de Análise de Água e Glossário do SNIS
IV	Estudos e Análise	01/06	Estudos Hidrológicos
		02/06	Estudos Hidrossedimentológicos - Medições
		03/06	Estudos Hidrossedimentológicos - Relatório
		04/06	Estudos Sedimentológicos
		05/06	Análise de Água e Estudos de Tratabilidade
		06/06	Modelagem Matemática da Qualidade de Água do Lago Corumbá IV
V	Estudo das Alternativas	01/05	Relatório de Estudo Preliminar de Alternativas - Texto
		02/05	Relatório de Estudo Preliminar de Alternativas - Desenhos
		03/05	Parâmetros de Projeto e de Custo para o Estudo das Alternativas
		04/05	Memoriais, Planilhas, Orçamento e Desenhos A3 das Alternativas
		05/05	Desenhos em Formato A1
VI	Análise Multicritérios	01/01	Análise Multicritério das Alternativas para o Abastecimento de Água do Distrito Federal e Municípios do Entorno
VII	Estudos Demográficos	Tomo Único	Projeção Demográfica - Brasília e Entorno Imediato de 2000 a 2040

Estudos de Viabilidade			
Volume		Conteúdo	
Nº	Título	Nº	Tomo
I	Relatório Final	01/02	Relatório Síntese
		02/02	Relatório Final - Texto e Desenhos
II	Caracterização das Áreas dos Estudos	01/10	Relatório de Estudos Hidrossedimentológicos
		02/10	Levantamento Topográfico - Áreas Especiais
		03/10	Levantamento Topográfico - Monografia do Marcos e Pontos GPS
		04/10	Levantamento Topográfico - Adutora 1
		05/10	Levantamento Topográfico - Adutora 5
		06/10	Levantamento Topográfico - Adutora 11
		07/10	Levantamento Topográfico - Adutora 14
		08/10	Levantamento Topográfico - ETAs
		09/10	Relatório Geológico-Geotécnico
		10/10	Levantamento Botânico, Fundiário e Arqueológico
III	Caracterização dos Mananciais Selecionados para Captação	01/04	Análise da Qualidade da Água - São Bartolomeu
		02/04	Análise da Qualidade da Água - Corumbá IV
		03/04	Simulação Matemática da Qualidade da Água - Lago de Corumbá IV e Paranoá - Texto
		04/04	Simulação Matemática da Qualidade da Água - Lago de Corumbá IV e Paranoá - Anexos
IV	Estudos de Concepção das Unidades do Sistema São Bartolomeu	01/07	Captação
		02/07	Estações Elevatórias de água Bruta e Tratada
		03/07	Adutoras de Água Bruta e Tratada - Texto
		04/07	Adutoras de água Bruta e Tratada - Desenhos
		05/07	Estudo Preliminar de Transientes Hidráulicos
		06/07	Interligações com o Sistema do Distrito Federal
		07/07	Reservatórios
V	Estudos de Concepção das Unidades de Tratamento de Água do Sistema São Bartolomeu	01/03	Ensaio de Tratabilidade de Água
		02/03	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Texto
		03/03	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Desenhos
VI	Estudos de Concepção das Unidades do Sistema Corumbá IV	01/08	Captação
		02/08	Estações Elevatórias de Água Bruta e Tratada
		03/08	Adutoras de Água Bruta e Tratada - Texto
		04/08	Adutoras de Água Bruta e Tratada - Desenhos
		05/08	Estudo Preliminar de Transientes Hidráulicos
		06/08	Interligações com o Sistema do Distrito Federal
		07/08	Interligações com o Sistema do Entorno
		08/08	Reservatórios
VII	Estudos de concepção das Unidades de Tratamento de Água do Sistema Corumbá IV	01/03	Ensaio de Tratabilidade de Água
		02/03	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Texto
		03/03	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Desenhos
VIII	Estudos Econômicos das Alternativas	01/02	Orçamento das Alternativas - Texto
		02/02	Orçamento das Alternativas - Desenhos

Projeto Básico do Sistema São Bartolomeu				
Clasif.	Volume			Conteúdo
	Nº	Título	Nº	Tomo
Geral	I	Caracterização da Área Estudada	01/17	Levantamento Topográfico - Caderneta de Nivelamento
			02/17	Levantamento Topográfico - Seção Transversal AD 05
			03/17	Levantamento Topográfico - Seção Transversal AD 06
			04/17	Levantamento Topográfico - Seção Transversal AD 07 e 09
			05/17	Levantamento Topográfico - Seção Transversal AD 08
			06/17	Levantamento Topográfico - Seção Transversal AD 10
			07/17	Levantamento Topográfico - Seção Transversal AD 10A
			08/17	Levantamento Topográfico - Desenhos AD 05
			09/17	Levantamento Topográfico - Desenhos AD 06
			10/17	Levantamento Topográfico - Desenhos AD 07 e 09
			11/17	Levantamento Topográfico - Desenhos AD 08
			12/17	Levantamento Topográfico - Desenhos AD 10
			13/17	Levantamento Topográfico - Desenhos AD 10A
			14/17	Levantamento Topográfico - Relatório Final
			15/17	Relatório de Geologia Geotecnia
			16/17	Levantamento Botânico
			17/17	Levantamento Fundiário
	II	Descarte de Lodo	Tomo Único	Estudos das Alternativas de Descarte de Lodo da Estação de Tratamento de Água
	III	Modelagem e Interligações	Tomo Único	Modelagem e Simulações da Rede Existente e das Interligações com a Rede Futura para o Abastecimento de Água
	IV	Estudos Ambientais	Tomo Único	Informações Gerais do Projeto Básico para fins de Estudos Ambientais e Levantamento da Situação Fundiária

Água Bruta e Água Tratada	I	Memorial Descritivo	Tomo Único	Memorial Descritivo
	II	Especificações Técnicas	01/04	Especificações de Equipamentos Gerais
			02/04	Especificações de Equipamentos Hidromecânicos
			03/04	Especificações de Equipamentos Elétricos
			04/04	Especificações Técnicas de Serviços e Obras
	III	Lista de Materiais e Orçamento Estimativo	Tomo Único	Lista de Materiais e Orçamento
	IV	Desenhos	01/18	Barragem
			02/18	Elevatória de Água Bruta (EAB)
			03/18	Adutora de Água Bruta - AD 05
			04/18	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Hidromecânica
			05/18	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Hidromecânica
			06/18	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Hidromecânica
			07/18	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Hidromecânica
			08/18	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Arquitetura
			09/18	Centro de Reservação
			10/18	Centro de Reservação
			11/18	Adutora de Água Tratada - AD 06
			12/18	Adutora de Água Tratada - AD 07
			13/18	Adutora de Água Tratada - AD 08
			14/18	Adutora de Água Tratada - AD 09
			15/18	Adutora de Água Tratada - AD 10
			16/18	Adutora de Água Tratada - AD 13
			17/18	Adutora de Água Tratada - AD 14
			18/18	Elétrica (ETA)
	V	Linhas de Transmissão	01/04	Memorial Descritivo e de Cálculo
			02/04	Desenhos
			03/04	Especificações Técnicas
			04/04	Orçamento
	VI	Subestação	01/03	Especificações Técnicas
			02/03	Desenhos
			03/03	Telecomunicações - ETA/EAB

Projeto Básico do Sistema Corumbá IV				
Classif.	Volume		Conteúdo	
	Nº	Título	Nº	Tomo
Geral	I	Caracterização da Área Estudada	01/22	Levantamento Topográfico - Caderneta de Nivelamento 3B
			02/22	Levantamento Topográfico - Caderneta de Nivelamento 2D
			03/22	Levantamento Topográfico - Caderneta de Nivelamento 1C
			04/22	Levantamento Topográfico - Caderneta de Nivelamento 2E
			05/22	Levantamento Topográfico - Seção Transversal AD 3B
			06/22	Levantamento Topográfico - Seção Transversal AD 2D
			07/22	Levantamento Topográfico - Seção Transversal AD 1C
			08/22	Levantamento Topográfico - Seção Transversal AD 1C (Contin.)
			09/22	Levantamento Topográfico - Seção Transversal AD 2E
			10/22	Levantamento Topográfico - Seção Transversal AD 2E (Contin.)
			11/22	Levantamento Topográfico - Desenho AD 3B
			12/22	Levantamento Topográfico - Desenho AD 3B
			13/22	Levantamento Topográfico - Desenho AD 2D
			14/22	Levantamento Topográfico - Desenho AD 1C
			15/22	Levantamento Topográfico - Desenho AD 1C
			16/22	Levantamento Topográfico - Desenho AD 2E
			17/22	Levantamento Topográfico - Desenho AD 2E
			18/22	Levantamento Topográfico - Desenho AD 2E
			19/22	Levantamento Topográfico - Relatório Final
			20/22	Relatório de Geologia e Geotécnica
			21/22	Levantamento Botânico
			22/22	Levantamento Fundiário
	II	Descarte de Lodo	Tomo Único	Estudos das Alternativas de Descarte de Lodo da Estação de Tratamento de Água
	III	Modelagem e Interligações	Tomo Único	Modelagem e Simulações da Rede Existente e das Interligações com a Rede Futura para o Abastecimento de Água

Água Bruta	I	Memorial Descritivo	Tomo Único	Memorial Descritivo
	II	Especificações Técnicas	01/04	Especificações Gerais e de Equipamentos
			02/04	Especificações de Equipamentos Hidromecânicos
			03/04	Eletricidade e Instrumentação
			04/04	Especificações de Serviços e Obras
	III	Lista de Materiais e Orçamento Estimativo	Tomo Único	Lista de Materiais e Orçamento
	IV	Desenhos	01/09	Elevatória de Água Bruta (EAB)
			02/09	Adutora de Água Bruta (ADB)
			03/09	Adutora de Água Bruta (ADB)
			04/09	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Arquitetura
			05/09	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Hidromecânico
			06/09	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Hidromecânico
			07/09	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Hidromecânico
			08/09	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Hidromecânico
			09/09	Estação de Tratamento de Água (ETA) - Elétrica
	V	Memórias de Cálculo	01/05	Captação e Elevatória de Água Bruta (EAB)
			02/05	Adutora de Água Bruta (ADB)
			03/05	Estação de Tratamento de Água (ETA)
			04/05	Memórias do Orçamento
			05/05	Sondagens
Água Tratada	I	Memorial Descritivo	Tomo Único	Memorial Descritivo
	II	Especificações Técnicas	01/04	Especificações Gerais e de Equipamentos
			02/04	Especificações de Equipamentos Hidromecânicos
			03/04	Eletricidade e Instrumentação
			04/04	Especificações de Serviços e Obras
	III	Lista de Materiais e Orçamento Estimativo	Tomo Único	Lista de Materiais e Orçamento
	IV	Desenhos	01/03	ETA Valparaíso
			02/03	Adutora de Água Tratada (ADT)
			03/03	Centro de Reserva e ETA Santa Maria
	V	Memórias de Cálculo	01/02	Elevatória de Água Bruta e Adutora
			02/02	Memoriais do Orçamento

Projeto Básico do Sistema Paranoá			
Volume		Tomo	
Nº	Título	Nº	Conteúdo
I	Memorial Descritivo	01/04	Memorial Justificativo para captação no Lago Paranoá
		02/04	Memorial do Projeto Hidromecânico
		03/04	Memorial do Projeto de Eletricidade e Automoção
		04/04	Memorial de Sondagens e Parecer de Geotecnia
II	Especificações Técnicas	01/04	Especificações de Equipamentos Hidromecânicos
		02/04	Especificações de Serviços e Obras - Hidromecânico
		03/04	Especificações do Projeto de Eletricidade e Automação
		04/04	Especificações das Subestações 138 kV
III	Desenhos de Hidromecânica	01/15	Captação e Elevatória de Água Bruta
		02/15	Estação de Tratamento de Água
		03/15	Estação de Tratamento de Água
		04/15	Estação de Tratamento de Água
		05/15	Estação de Tratamento de Água
		06/15	Estação de Tratamento de Água
		07/15	Elevatória de Água Tratada (EAT) AD-06/07; RAP LS3, RAP PR2
		08/15	RAP TR1, RAP Mangueira e RAP SS1
		09/15	RAPLS1, RAP TQ2, RAP SO5 e RAP NC1
		10/15	Adutora de Água Tratada AD 06
		11/15	Adutora de Água Tratada AD 07
		12/15	Adutora de Água Tratada AD 09
		13/15	Adutora de Água Tratada AD 10 e AD NC-1
		14/15	Adutora de Água Tratada AD 13
		15/15	Adutora de Água Tratada AD 14
IV	Desenhos de Eletricidade e Automação	01/09	Elevatória de Água Bruta
		02/09	Estação de Tratamento de Água
		03/09	Estação de Tratamento de Água
		04/09	Elevatória de Água Tratada 6 e 7
		05/09	Elevatória de Água Tratada 9
		06/09	Elevatória de Água Tratada 13
		07/09	Elevatória de Água Tratada NC1
		08/09	Centro de Reservação e Sistema de Comunicação
		09/09	Subestações de 138 kV
V	Memórias de Cálculo	01/02	Memórias de Cálculo da ETA - Hidromecânico
		02/02	Memórias de Cálculo das Elevatórias - Hidromecânico
VI	Orçamento Estimativo	01/02	Orçamento Estimativo
		02/02	Memórias de Cálculo

Siglas e Abreviaturas

ADT - ADUTORA
AS - SAMAMBAIA
BAR - BARRAGEM
BS - BRASÍLIA
CA - CATETINHO ALTO
CAP - CAPTAÇÃO
CB - CATETINHO BAIXO
CE - CEILÂNDIA
CEB - COMPANHIA ENERGÉTICA DE BRASÍLIA
CT - CONTAGEM
CV - CABEÇA DE VEADO
CZ - CRUZEIRO
DF - DISTRITO FEDERAL
EAB - ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA
EAT - ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA
EBO - ELEVATÓRIA BOOSTER
ETA - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA
FºFº - FERRO FUNDIDO
GA - GAMA
GDF - GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL
LN - LAGO NORTE
LPA - LAGO PARANOÁ
LS - LAGO SUL
PI - PIRIRIPAU
PL - PLANALTINA
PP - PLANO PILOTO
PR - PARANOÁ
RAP - RESERVATÓRIO APOIADO
RE - RECANTO DAS EMAS
REQ - RESERVATÓRIO DE EQUALIZAÇÃO
REL - RESERVATÓRIO ELEVADO
SIG - SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS
SIS - SISTEMA
SM - SANTA MARIA (CAPTAÇÃO)
SO - SOBRADINHO
SS - SÃO SEBASTIÃO
ST - SANTA MARIA (CIDADE)
TG - TAGUATINGA
TO - TORTO
TQ - TAQUARI
TS - TAGUATINGA SUL

Lista de Figuras

FIGURA 2.1 - LAGO PARANOÁ: DIVISÃO EM SEGMENTOS.....	6
FIGURA 3.1 - ETA PARANOÁ – FLUXOGRAMA BÁSICO DO TRATAMENTO – ILUSTRAÇÃO 1 ..	18

Lista de Tabalas

TABELA 2.1 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO LAGO PARANOÁ	5
TABELA 2.2 - CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DOS SEGMENTOS DO LAGO PARANOÁ	6
TABELA 2.3 - CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS DO LAGO PARANOÁ NO PONTO C.....	8
TABELA 2.4 - CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS DO PARANOÁ NO LOCAL DA CAPTAÇÃO.....	9
TABELA 3.1: DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS	35

Sumário

1. APRESENTAÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO GERAL	1
1.2 PROJETO BÁSICO DO SISTEMA PARANOÁ	2
1.3 ESTRUTURA DOS RELATÓRIOS DO PROJETO BÁSICO SISTEMA PARANOÁ	3
1.4 APRESENTAÇÃO PARCIAL	4
2. CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA	5
2.1 CARACTERÍSTICAS DO LAGO PARANOÁ	5
2.2 CAPTAÇÃO	10
2.3 ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA EAB- 05	12
2.4 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	13
3. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	15
3.1 INTRODUÇÃO	15
3.2 PROCESSO DE TRATAMENTO	15
3.3 CARACTERÍSTICAS DA ETA PROPOSTA	19
4. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA TRATADA	48
4.1 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS EAT AD-06 E EAT AD-07	48
4.2 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EAT AD-09	49
4.3 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EAT AD-13	49
4.4 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EAT-NC1	50
5. ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA	51
5.1 INTRODUÇÃO	51
5.2 ADUTORA AD- 06	51
5.3 ADUTORA AD-07	52
5.4 ADUTORA AD-09	54
5.5 ADUTORA AD-10	54
5.6 ADUTORA AD-12	55
5.7 ADUTORA AD-13	56
5.8 ADUTORA AD-14	56
5.9 ADUTORA ADT AT-NC1	57
6. CENTROS DE RESERVAÇÃO	58
6.1 INTRODUÇÃO	58
6.2 CENTRO DE RESERVAÇÃO RAP- LS3	58
6.3 CENTRO DE RESERVAÇÃO RAP-LS1	59
6.4 CENTRO DE RESERVAÇÃO RAP-SS1	59
6.5 CENTRO DE RESERVAÇÃO MANGUEIRAL	60
6.6 CENTRO DE RESERVAÇÃO RAP-TR1	60
6.7 CENTRO DE RESERVAÇÃO RAP-PR2	60
6.8 CENTRO DE RESERVAÇÃO RAP-TQ2	60
6.9 CENTRO DE RESERVAÇÃO RAP-NC1	61

1. Apresentação

1.1 Apresentação Geral

Os trabalhos objeto do contrato CT6907/2005, celebrado entre a CAESB e o Consórcio Themagna compreende a Elaboração do Projeto de Ampliação dos Sistemas de Abastecimento de Água do Distrito Federal e Entorno.

O trabalho consiste em basicamente três fases:

- 1. 1ª Fase - Complementação e Adequação do Plano Diretor (PLD) 2000;**
- 2. 2ª Fase - Estudo de Viabilidade e Escolha da Melhor Alternativa para Ampliação dos Sistemas de Abastecimento de Água;**
- 3. 3ª Fase - Elaboração do Projeto Básico da Alternativa para os Sistemas de Produção.**

O objeto da primeira fase do trabalho é a atualização do PLD-2000 incluindo a reavaliação de consumo per capita e conseqüente curva de demanda, a reavaliação dos índices de perdas e a apresentação de diretrizes para a redução do índice de perdas na empresa, com sua complementação, adequação e extensão, para contemplar seis municípios do Entorno (Águas Lindas de Goiás, Cidade Ocidental, Luziânia, Novo Gama, Santo Antônio do Descoberto e Valparaíso), que hoje configuram, conjuntamente com as Regiões Administrativas do DF, uma ocupação urbanística com características de região Metropolitana. A forte expansão da demanda por abastecimento de água aliada à progressiva exaustão das disponibilidades hídricas de menor custo de exploração, estão a exigir da CAESB e da SANEAGO ações integradas para que, em parceria, sejam conduzidas soluções otimizadas de ampliação e operação dos sistemas. Assim, na primeira fase, tendo por base as proposições do PLD-2000 e os estudos de projetos de ampliação já desenvolvidos pela CAESB e SANEAGO, são selecionadas e propostas as soluções mais adequadas para o abastecimento integrado do DF e Entorno, com etapas otimizadas ao longo do período de planejamento, com horizonte até 2040.

Na segunda fase é realizado o Estudo de Viabilidade para ampliação dos sistemas aprofundando-se o detalhamento das soluções definidas na adequação do Plano Diretor, particularmente no que se refere aos sistemas de produção. Para tais sistemas de produção, com ênfase aos que prevêm captação no Rio São Bartolomeu e no Reservatório da UHE Corumbá IV, são realizados estudos pormenorizados de alternativas de engenharia, em nível de anteprojeto, procedendo-se à seleção das soluções mais econômicas, sempre levando em conta a integração dos diversos subsistemas de distribuição da CAESB e da SANEAGO.

Na terceira etapa são elaborados os Projetos Básicos dos diversos componentes das alternativas selecionadas para cada sistema de produção e para as interligações à distribuição, com detalhamento e informações suficientes para licitação das obras.

1.2 Projeto Básico do Sistema Paranoá

O Sistema Paranoá terá capacidade para produzir até 2,1 m³/s de água tratada em 1ª etapa e 2,8 m³/s em 2ª etapa. O sistema será formado basicamente pelas seguintes unidades:

- Captação de água bruta no Lago Paranoá;
- Estação Elevatória de Água Bruta EAB-05 para recalque de água bruta do lago até a ETA, pela adutora de água bruta AD-05;
- ETA Paranoá;
- Reservatório Pulmão localizado na área da ETA;
- Duas Estações Elevatórias de Água Tratada, as EATs AD-06 e AD-07, abrigadas numa mesma edificação localizada na área da ETA, que recalcarão água tratada do reservatório “pulmão”, respectivamente, para o novo Centro de Reserva RAP-LS3 pela adutora AD-06, e para o Centro de Reserva RAP-PR2, existente a ser ampliado, pela adutora AD-07;
- Adutora de Água Tratada AD-06 para futuro Centro de Reserva, denominado RAP-LS3. Através de uma derivação, essa adutora abastecerá também o reservatório existente RAP-LS2 (Lago Sul), a partir do qual será feita a adução, por gravidade, através da adutora existente AD-12 até o RAP-LS1 (Lago Sul), existente a ser ampliado. Do RAP-LS3 partirá também uma adutora de gravidade, a AD-14, que irá alimentar o Centro de Reserva RAP-SS1 (São Sebastião), existente a ser ampliado;
- Adutora de Água Tratada AD-13, que terá início na Estação Elevatória EAT AD-13, a ser implantada junto ao RAP-LS3, que irá alimentar os futuros Centros de Reserva Mangueiral e RAP-TR1 (Tororó), bem como o reservatório existente Papuda;
- Adutora de Água Tratada AD-07 que aduzirá água para o Centro de Reserva RAP-PR2 (Paranoá), existente a ser ampliado ;
- Adutora AD-09 que terá início na Estação Elevatória EAT AD-09 a ser implantada no Centro de Reserva RAP-PR2 e aduzirá água até o Centro de Reserva RAP-TQ2 (Taquari);
- Adutora de Água Tratada AD-10, por gravidade, que partindo do RAP-TQ2 alimentará em sua extremidade final, o reservatório existente RAP-SO5 (Sobradinho I);
- Adutora de Água Tratada AD-NC-1, que terá início na Estação Elevatória EAT NC-1, a ser implantada junto ao RAP-SO5, que irá alimentar o futuro Centro de Reserva RAP-NC1;

O desenho P.PBA.DEN.PAR.GER.01.001 apresenta, a seguir, o esquema geral do Sistema Paranoá descrito anteriormente de forma sucinta.

1.3 Estrutura dos Relatórios do Projeto Básico Sistema Paranoá

O Projeto Básico do Sistema Paranoá está distribuídos nos seguintes volumes:

Volume I: Memorial Descritivo

Tomo 01/04: Memorial Justificativo para Captação no Lago Paranoá

Tomo 02/04: Memorial Descritivo do Projeto Hidromecânico

Tomo 03/04: Memorial Descritivo do Projeto de Eletricidade e Automação

Tomo 04/04: Memorial de Sondagens e Parecer de Geotecnia

Volume II: Especificações Técnicas

Tomo 01/04: Especificações Técnicas de Equipamentos Hidromecânico

Tomo 02/04: Especificações Técnicas de Serviços e Obras - Hidromecânico

Tomo 03/04: Especificações Técnicas do Projeto de Eletricidade e Automação

Tomo 04/04: Especificações Técnicas Subestações de 138 kV

Volume III: Desenhos Hidromecânicos

Tomo 01/15: Captação, Elevatória e Adutora de Água Bruta - Desenhos

Tomo 02/15: ETA - Desenhos

Tomo 03/15: ETA - Desenhos

Tomo 04/15: ETA - Desenhos

Tomo 05/15: ETA - Desenhos

Tomo 06/15: ETA - Desenhos

Tomo 07/15: EAT AD-06/07; RAP LS3, RAP PR2 - Desenhos

Tomo 08/15: RAP TR1, RAP Mangueiral e RAP SS1 - Desenhos

Tomo 09/15: RAP LS1, RAP TQ2, RAP SO5 e RAP NC1 - Desenhos

Tomo 10/15: Adutora de Água Tratada AD 06 - Desenhos

Tomo 11/15: Adutora de Água Tratada AD 07 - Desenhos

Tomo 12/15: Adutora de Água Tratada AD 09 - Desenhos

Tomo 13/15: Adutoras de Água Tratada AD 10 e AD NC-1 - Desenhos

Tomo 14/15: Adutora de Água Tratada AD 13 - Desenhos

Tomo 15/15: Adutora de Água Tratada AD 14 - Desenhos

Volume IV: Desenhos de Eletricidade e Automação

Tomo 01/09: Elevatória de Água Bruta - Desenhos

Tomo 02/09: ETA - Desenhos

Tomo 03/09: ETA - Desenhos

Tomo 04/09: EAT 6 e 7

Tomo 05/09: EAT 9 - Desenhos

Tomo 06/09: EAT 13 - Desenhos

Tomo 07/09: EAT NC1 - Desenhos

Tomo 08/09: Centros de Reservação e Sistema de Comunicação - Desenhos

Tomo 09/09: Subestações de 138 kV – Desenho

Volume V: Memórias de Cálculo

Tomo 01/02: Memórias de Cálculo da ETA - Hidromecânico

Tomo 02/02: Memórias de Cálculo das Elevatórias – Hidromecânico

Volume VI: Orçamento Estimativo

Tomo 01/02: Orçamento Estimativo

Tomo 02/02: Memórias de Cálculo

1.4 Apresentação Parcial

O presente documento, Volume 1 – Projeto Hidromecânico, Tomo 02/04 - Memorial Descritivo, descreve, a seguir, de forma sucinta, as principais características do projeto básico de hidromecânica de cada unidade do Sistema Paranoá.

2. Captação e Adução de Água Bruta

2.1 Características do Lago Paranoá

Seguindo sugestão da ANA – Agência Nacional de Águas, a captação de água bruta do Sistema Paranoá será feita no Lago Paranoá.

O Lago Paranoá foi criado em 1959 pelo barramento, na cota 1.000 m, do ribeirão homônimo, afluente do Rio São Bartolomeu, rio que faz parte da Bacia do Paraná. O fechamento das estruturas de barramento ocorreu em 12 de setembro de 1959. Ele teve como objetivo melhorar o clima da cidade e também paisagismo e recreação, além de permitir a geração de energia elétrica. Foram necessárias duas temporadas de chuvas para que as águas do lago atingissem a cota prevista de 1.000 m acima do nível do mar.

Para a sua recarga contribuem as águas de seus tributários, as águas tratadas nas Estações de Tratamento de Esgotos da CAESB, a precipitação direta sobre sua superfície e o escoamento superficial sobre áreas não monitoradas, e as águas subterrâneas. A bacia hidráulica do lago ocupa uma área de aproximadamente 38 km², acumulando um volume de aproximadamente 498 x 10⁶ m³. As características do Lago são apresentadas na Tabela 2.1.

TABELA 2.1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO LAGO PARANOÁ

ITEM	VALOR
Bacia de Drenagem	1034,07 km ²
Área Superficial	37,50 Km ²
Volume Total	498 x 10 ⁶ m ³
Profundidade Média	12,42 m
Profundidade Máxima	40,00 m
Perímetro	111,87 Km
Comprimento	40 Km
Largura Máxima	5 Km
Tempo de Retenção	299 dias

Fonte: Fonseca, F.O (2001)¹.

Para um maior detalhe das características hidrológicas, o lago Paranoá pode ser dividido em cinco segmentos, denominados respectivamente A, B, C, D e E, como mostrado na Figura 2.1

¹ Fonseca, F.O (org.); *Olhares sobre o Lago Paranoá*, SEMARH-DF, Brasília, 2001
A.SIS.LPA.001.I.02

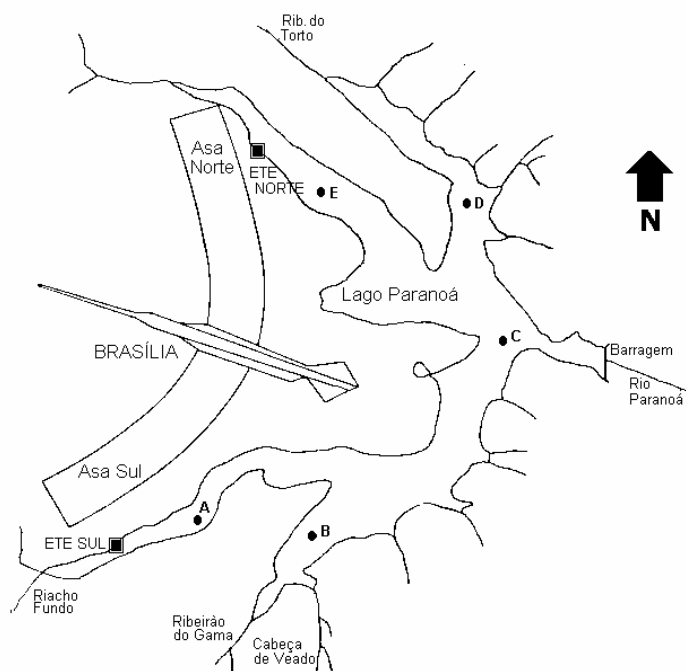


FIGURA 2.1 - LAGO PARANOÁ: DIVISÃO EM SEGMENTOS

A Tabela 2.2 apresenta uma síntese de alguns aspectos hidrológicos relativos a cada segmento e ao lago por inteiro.

TABELA 2.2 - CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DOS SEGMENTOS DO LAGO PARANOÁ

DESCRIÇÃO	SEGMENTOS					LAGO
	A	B	C	D	E	
Volume (106 m ³)	39,34	30,00	249,57	62,43	117,2	498,62
Área (106 m ²)*	4,52	2,97	14,84	5,59	8	37,50
Profundidade média (m)	8,57	9,97	16,57	11,01	9,58	12,42
Profundidade máxima (m)	19,00	20,00	40,00	40,00	12,05	40,00
Fluxo de saída (m ³ /s)	6,54	3,29		4,13	24,00	18,98

Fonte: Masini e Somlyody (1989)².

* Valores corrigidos em função da área do Lago em 1958.

Além das contribuições naturais, o lago recebe também os efluentes tratados a nível terciário de duas ETEs da CAESB. As vazões efluentes operacionais máximas das ETEs Sul e ETE Norte, são, atualmente, de 1,30 e 0,60 m³/s, respectivamente, e as máximas de projeto são, respectivamente, de 1,50 e 0,92 m³/s.

Já existe uma outorga para captação de 0,6 a 0,92 m³/s em um afluente do lago, o Ribeirão Bananal.

Na barragem do lago existe uma usina hidroelétrica, a UHE Paranoá que turbinou entre 1979 e 2002 vazões variáveis entre 1,9 e 27,5 m³/s. Cumpre salientar que a

² MASINI, I. e SOMLYODY, L. 1989. *Evaluation of the sanitary and environmental characteristics of the Sao Bartolomeu river and lake Paranoa basins*. Project UNDP BRA/87/011. Brasília-DF, Brasil.

ANA não considera prioritária a geração de energia no Lago Paranoá, caso o mesmo seja utilizado pela CAESB para fins de abastecimento público.

Estudo hidrológico elaborado pelo Consórcio, constante do documento "Estudo de Possibilidades de Captação – Análise de Vazões e de Regularização da Bacia do Lago Paranoá", com base em dados de 1979 a 2002, mostra que o lago nas condições mais críticas (setembro de 2001) apresentou uma vazão mínima média mensal da ordem de 3,72 m³/s.

Como este valor é superior aos 2,1 e 2,8 m³/s que se pretende captar em 1ª e 2ª etapas, respectivamente, para fins de abastecimento público de água através do Sistema Paranoá, conclui-se que o Lago Paranoá tem capacidade de fornecer esta água, sem necessidade de qualquer regularização, o que significa que não ocorrerá abaixamento do nível de água do reservatório, permitindo uma sobra na saída do lago da ordem de 1,62 e 0,92 m³/s em 1ª e 2ª etapas, respectivamente, nas condições mais críticas.

No passado, entre 1978 e 1998, o Lago Paranoá apresentou uma eutrofização, com a proliferação de intensa de algas, devido principalmente ao lançamento dos efluentes das ETEs da CAESB, que então operavam com um tratamento a nível secundário. Com a implantação, há alguns anos, de um tratamento a nível terciário nas ETEs, procedimento bastante avançado para o nosso país, o problema foi resolvido e as águas do lago vem apresentando um aspecto bastante agradável.

O Lago Paranoá pertence a Classe 2 da Resolução nº 397, de 03/04/2008, do Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Segundo esta Resolução as águas do Lago Paranoá podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional.

A CAESB desde 1976 monitora a qualidade das águas do lago em diversos pontos e a diversas profundidades. Na Tabela 2.3 é apresentado um resumo deste monitoramento a partir do ano 2004, no Ponto C da Ilustração 2.1, próximo ao local onde é proposto a captação de água do Sistema Paranoá.

Mais recentemente a CAESB vem monitorando as águas do lago no local da captação levantando praticamente todos parâmetros de qualidade de águas de Classe 2. Na Tabela 2.4 é apresentado o resultado da mais recente análise.

TABELA 2.3-CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS DO LAGO PARANOÁ NO PONTO C

PARÂMETRO	PROFUNDIDADE														
	1m			10m			15m			20m			1m do Fundo		
	MAX	MIN	MÉD	MAX	MIN	MÉD	MAX	MIN	MÉD	MAX	MIN	MÉD	MAX	MIN	MÉD
Temperatura (°C)	27	20,1	24,2	26,2	22,0	23,7	26,0	20,0	23,0	24,1	20,0	22,1	23,7	19,3	21,5
OD (mg/l)	9,6	4,22	6,91	7,85	4,10	5,97	7,42	2,1	4,76	7,22	1,90	4,56	7,12	1,58	4,35
Transparência (cm)	430	210	285,6												
pH	8,1	7,1	7,58	8,1	7,0	7,5	7,7	6,5	7,1	7,5	6,5	7,0	7,5	6,4	6,9
Cor (uH)	12,0	2,0	7,00	11,0	2,0	6,5	13,0	3,0	8,0	60,0	2,0	31,0	80,0	2,0	41,0
Turbidez (uT)	7,7	1,0	4,35	7,80	0,90	4,35	10,0	0,8	5,4	23,9	0,7	12,3	15,1	1,0	8,1
Condutividade (uScm)	101,4	63,7	82,5	101,2	20,5	60,8	100,9	69,0	85,0	105,4	62,8	84,1	107,5	76,3	91,9
SDT (mg/l)	68,9	43,3	56,1	92,7	14,1	53,4	68,6	46,8	57,9	71,7	51,5	61,6	73,1	51,8	62,4
SS (mg/l)	7,6	0,0	3,8	8,8	0,0	4,4	8,8	0,0	4,4	10,0	0,0	5,0	20,8	0	10,4
DQO/OC (mg/l)	6,3	2,1	4,2												
Cloreto (mg/l)	6,7	3,06	4,88	7,1	3,26	5,18	6,1	2,4	4,2	6,1	2,4	4,2	6,7	2,5	4,6
Fe Total (mg/l)	0,203	0,016	0,110	0,237	0,27	0,132	0,381	0,032	0,207	1,99	0,034	1,012	3,23	0,037	1,634
P Total (mg/l)	0,028	0,002	0,015	0,032	0,002	0,017	0,045	0,002	0,024	0,055	0,002	0,029	0,087	0,002	0,045
NH3 (mg/l)	0,784	0,073	0,467	0,785	0,062	0,424	1,313	0,056	0,685	1,089	0,04	0,565	1,729	0,020	0,875
N Total (mg/l)	1,307	0,535	0,921	1,341	0,585	0,963	1,532	0,622	1,077	2,267	0,569	1,418	2,748	0,578	1,663
Fitoplankton (mg/l)	1,692	0,024	0,858	2,695	0,036	1,366	1,127	0,014	0,571	0,724	0,0	0,362	1,003	0,0	0,502
Zooplankton (Ind/l)	370	0,0	185,0	635,0	0,0	317,5	490	0,0	245,0	515	0,0	257,5	445,0	0,0	222,5
Clorofila (ug/l)	9,10	1,10	5,10	7,70	0,50	4,10	15,4	0,0	7,70	5,8	0,0	2,90	5,80	0,0	2,90

Resumo do monitoramento efetuado pela Caesb no Ponto C desde 01/2004

TABELA 2.4 – CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS DO LAGO PARANOÁ NO LOCAL DA CAPTAÇÃO

Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
Oxigênio dissolvido (mg/l)	7,1	Chumbo (mg/l)	< 0,00319
pH	6,9	Cobalto (mg/l)	< 0,034
Cor Aparente (uH)	10	Cobre (mg/l)	0,00234
Cor Verdadeira (uH)	4	Cromo (mg/l)	0,0087
Turbidez (uT)	1,6	Lítio (mg/l)	< 0,011
Condutividade (uScm)	88,1	Manganês (mg/l) (*)	< 0,024
Dureza (mg/l)	23,9	Mercurio (mg/l) (*)	< 0,0003
Sulfato (mg/l)	7	Níquel (mg/l)	0,0036
Sulfeto (mg/l)	< 0,5	Prata (mg/l)	0,00007
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l)	59,7	Selênio (mg/l) (*)	< 0,001
Alcalinidade (mg/l)	21,6	Zinco (mg/l)	< 0,010
CO ₂ Livre (mg/l)	5,4	Aldrin (ug/l)	< 0,003
Fluoreto (mg/l)	< 0,23	Atrazina (ug/l)	< 10
Cloreto (mg/l)	6,9	Benzeno (ug/l)	< 2,5
Ferro Total (mg/l)	0,034	Clordano (ug/l)	< 0,02
NH ₃ (mg/l)	0,042	DDT Total (ug/l)	< 0,001
NO ₂ (mg/l)	0,010	Dieldrin (ug/l)	< 0,003
NO ₃ (mg/l)	0,223	Endossufan (ug/l)	< 0,028
Nitrogênio Total (mg/l)	0,742	Eldrin (ug/l)	< 0,002
Fósforo Total (mg/l)	0,008	Etilbenzeno (ug/l)	< 45
Fósforo Solúvel (mg/l)	< 0,002	Hep.Epóxido (ug/l)	< 0,005
Coli Total (NMP/100mg/l)	2419	Heptacloro (ug/l)	< 0,005
E. Coli (NMP/100mg/l)	<1	HCB (ug/l)	< 0,0033
Fitoplancton (mg/l)	0,842	Lindano (ug/l)	< 0,01
Clorofila (mg/l)	6,8	Metoxicloro (ug/l)	< 0,015
Alumínio (mg/l)	0,069	Limazina (ug/l)	< 1,0
Antimônio (mg/l) (*)	< 0,0002	Alacloro (ug/l)	< 10,0
Arsênio (mg/l) (*)	< 0,0008	Estireno (ug/l)	< 10,0
Bário (mg/l)	< 0,0020	Triclorobenzeno (ug/l)	< 10,0
Cádmio (mg/l)	< 0,00014		

Amostra coletada em 23/09/2008

(*) Com base em análises anteriores

Com base nestas análises, verifica-se que as águas do Lago Paranoá nas proximidades do Ponto C, onde é proposto a captação do Sistema Paranoá, estão dentro dos padrões de qualidade da Classe 2 da Resolução Conama 357 e apresenta boa qualidade para potabilização através de um tratamento convencional.

Preocupada com a possibilidade de uma eventual futura eutrofização das águas do lago, como o ocorrido no passado, recentemente a CAESB, analisou a variação do teor de algas a diferentes profundidades, concluindo que o ideal seria captar águas a diferentes profundidades até um limite da ordem de 15m.

Tendo em vista, contudo, as dificuldades para a implantação e operação de uma captação com coleta de água a diferentes profundidades no Lago Paranoá, e que o teor de algas atualmente existente no lago, nas proximidades do Ponto C, é muito pequeno em qualquer profundidade e plenamente aceitável pelo tratamento proposto (vide item 3), é proposto na 1ª etapa uma captação através de um canal lateral na margem do lago, captando água a cerca de 3m de profundidade, com facilidades para eventualmente, no futuro caso seja necessário, ser complementada para permitir a captação de água a diferentes profundidades.

Segundo levantamento efetuado pelo Consórcio junto a CEB, operadora da UHE Paranoá, os níveis máximo e mínimo do lago estão situados nas cotas 1000,80 m e 999,50 m, respectivamente.

2.2 Captação

A captação de água bruta será feita na margem direita do Lago Paranoá em local situado a cerca de 650m a montante da barragem de fechamento do lago.

No desenho P.PBA.DEN.PAR.EAB.01.101 é apresentado o levantamento topográfico da área onde será implantada a captação e elevatória de água bruta, onde pode ser observada a localização da captação, bem como a locação de sondagens realizadas, cujos perfis são apresentados no volume I Tomo 04/04 do Volume1.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.EAB.01.102 a 107 são apresentados detalhes da captação de água bruta proposta para a 1ª etapa de obras do Sistema Paranoá.

A água bruta do lago será captada por um canal de tomada perpendicular a margem do lago, que aduzirá a água, por gravidade, para o poço de sucção da elevatória.

No canal de tomada de água bruta foram previstos três canais de gradeamento independentes e operando em paralelo, sendo um de reserva.

Cada canal de gradeamento poderá captar e gradear, com folga, uma vazão mínima de 1,4 m³/s, nas condições mais críticas de captação, ou seja, quando o reservatório estiver com nível mínimo, na cota 999,50m. Assim, a tomada de água bruta, com um canal de gradeamento paralisado e dois em operação, poderá captar nas condições mais críticas, uma vazão mínima de 2,8 m³/s, ou seja, a capacidade final do Sistema Paranoá.

Cada canal de gradeamento terá uma grade fina e uma tela, ambos removíveis a partir do piso de operação. Não foi previsto um gradeamento grosseiro, visto que a tomada da água bruta estará sempre submersa, o que impedirá a entrada de sólidos de grandes dimensões, geralmente flutuantes. Na hipótese improvável da entrada de sólidos de grandes dimensões na tomada, os mesmos não provocarão danos à grade fina, face a baixa velocidade de aproximação dos sólidos à grade fina e a robustez do equipamento previsto.

As grades finas e telas serão verticais, com guias do tipo “stop log”, removíveis para limpeza na superfície com o auxílio de jatos de água de mangueira. Para remoção das grades e telas são propostos dois conjuntos trolley-talha-monovia com acionamento elétrico.

Cada grade fechará uma abertura de 2,4 m de largura por 2,7 m de altura, e será formado por barras metálicas paralelas de 10x50mm (“3,8 x 2”), espaçadas com vãos livres de 4cm e montadas em uma moldura metálica que se deslocará verticalmente em dois perfis metálicos do tipo “U”, embutidos nas paredes do canal de gradeamento.

A tela fechará também uma abertura de 2,4 m de largura por 2,7 m de altura, e será formada por uma malha de fios metálicos cruzados. A cada decímetro foram previstos 8 fios, cada fio com 2,5 mm de diâmetro, espaçados com vãos livres de 1 cm. A tela, também será montada em uma moldura metálica que se deslocará verticalmente em dois perfis metálicos do tipo “U” embutidos nas paredes do canal de gradeamento.

As grades, telas, guias, cabos de içamento e todos acessórios submersos deverão ser fabricadas com aço inoxidável AISI 304.

A montante e a jusante de cada canal de gradeamento foram previstas comportas quadradas de 1,4x1,4 m, do tipo de duplo fluxo e com pedestal de manobra com acionamento elétrico.

A comporta de montante deverá ser fechada, quando for necessário retirar a grade e/ou a tela para limpeza. Antes do fechamento desta comporta deverá ser colocado em operação o canal de gradeamento de reserva. A comporta de jusante poderá permanecer sempre aberta, devendo ser fechada em caso de paralisação total do canal de gradeamento, para manutenção do canal.

Após passagem pelo gradeamento, a água bruta afluirá por gravidade para o poço de sucção da elevatória.

A montante dos canais de gradeamento foi prevista uma parede com quatro bocais flangeados, para a tomada de água bruta na 1ª etapa, que servirão para implantação de uma eventual captação futura do tipo flutuante, caso seja necessário captar águas a diferentes profundidades, até uma profundidade de 15 m. Para tanto seriam conectadas 4 tubulações de PEAD com diâmetro de 1200 mm, suportadas através de flutuantes ancorados no fundo do lago. No projeto da captação de 1ª etapa foi prevista, com folga, a perda de carga desta eventual captação futura.

2.3 Elevatória de Água Bruta EAB- 05

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.EAB.01.102 a 107 são apresentados detalhes da Elevatória Água Bruta EAB - 05.

Após passagem pelo gradeamento, a água bruta afluirá por gravidade para o poço de sucção da elevatória. O poço foi dimensionando para evitar a formação de vórtice ou correntes indesejáveis às bombas nele instaladas.

No poço de sucção foram previstas quatro bombas, sendo uma de reserva, que recalcarão a água bruta para a ETA através da adutora AD-5. As bombas serão verticais, do tipo afogadas e interligadas por eixos de prolongamento a motores instalados no piso operacional da elevatória.

As bombas serão de velocidade variável com inversor de frequência, cada uma com vazão nominal de 933 l/s e altura manométrica de 120 m.c.a, com motor com potência estimada de 2100 cv em tensão de 6.600V.

Todas as tubulações após o recalque das bombas terão válvulas e acessórios classe PN-16. As válvulas de retenção serão de fechamento rápido, do tipo Clasar ou similar.

Para evitar fluxo reverso da água da adutora para as bombas, no caso de falha de uma válvula de retenção das bombas, foi previsto o seguinte esquema, a pedido da CAESB:

- Foi previsto um sensor de fluxo nas tubulações de recalque de cada bomba;
- Caso ocorra um fluxo invertido na tubulação de recalque de uma bomba, será acionado um alarme local e no CCO da ETA, será desligada a bomba e fechada a válvula de isolamento situada jusante da válvula de retenção;
- Caso ocorra um corte de energia durante a ocorrência do problema, o sistema será sustentado por um pequeno gerador de energia.

Para proteger o recalque das bombas pela adutora AD-5 contra transientes hidráulicos, foram previstos 3 acumuladores hidráulicos do tipo de membranas, interligados ao barrilete de saída da elevatória. Os acumuladores hidráulicos serão de eixo vertical, cada um com volume de 30m³.

Para movimentar as bombas, seus acessórios e equipamentos elétricos no interior da elevatória, foi prevista uma ponte rolante com capacidade de carga de 20 t. No projeto executivo esta capacidade deverá ser verificada em função das características reais dos equipamentos a serem fornecidos que serão movimentados pela ponte.

A pedido da CAESB foi prevista uma área no interior da elevatória para abrigar os operadores da elevatória, com uma sala, dois sanitários e uma copa. Estas dependências deverão ter tratamento acústico.

Na área que abrigará a captação, elevatória de água bruta foi prevista uma cerca para proteção das unidades. Na entrada na área foi prevista uma pequena portaria.

A elevatória de água bruta será comandada, via rádio, a partir do CCO da ETA. Em função dos níveis do reservatório “pulmão” e da experiência adquirida na operação do sistema, o Operador, a partir do CCO poderá ligar, desligar ou alterar a vazão das bombas principais.

O CCO da ETA receberá os seguintes sinais principais da elevatória: nível do poço de sucção, estado, alarmes, temperatura e rotação dos conjuntos motor bomba e pressão do recalque.

A pedido da CESB procurou-se conceber a elevatória com uma arquitetura agradável e relativamente arrojada, seguindo o visual de algumas edificações existentes em Brasília. Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.EAB.01.201 a 206 são apresentados detalhes da arquitetura proposta.

O fechamento lateral da elevatória foi feito com vidros temperados colados em estrutura de alumínio, dentro do processo chamado de “pele de vidro” (“structural glazing”). Os vidros propostos serão do tipo metalizados e em parte basculantes, para melhorar o conforto térmico no interior da elevatória.

Tendo em vista, contudo, que grande parte dos equipamentos da elevatória exalam muito calor, foram também previstos cinco insufladores de ar para o interior da elevatória. Cada insuflador terá uma vazão de 35000 m³/h, pressão de 15 mm.c.a. e potência estimada de 7,5 CV. Estes equipamentos serão acionados automaticamente por sensores de temperatura, toda vez que a temperatura no interior da elevatória exceda a 25°C, ou outra a ser ajustada pela Operação.

2.4 Adutora de Água Bruta

A água captada no Lago Paranoá será aduzida até a Caixa da Mistura Rápida da ETA Paranoá pelo recalque da Elevatória de Água Bruta através da Adutora de Água Bruta AD-05.

O ponto Inicial dessa adutora (estaca 0+0,00) está localizado a cerca de 60m do final do barrilete da elevatória e o ponto final (estaca 123+6,82 m) está posicionado na entrada da Caixa da Mistura Rápida da ETA Paranoá.

O traçado dessa linha, mostrado no desenho P.PBA.DEN.PAR.EAT.01.101, se desenvolve por áreas atualmente não ocupadas com vegetação de pouco significado e rua secundária sem pavimentação, situadas ao lado de condomínios existente e projetados.

A adutora cortará a rodovia DF-025. No trecho situado entre a rodovia e a Elevatória de Água Bruta foi prevista uma faixa de servidão, ou de desapropriação, com 24m de largura, o suficiente para acomodar uma estrada de acesso à área da elevatória a partir da rodovia DF-025, a adutora AD-05 e eventual futura duplicação da adutora. No trecho entre a rodovia e a ETA foi prevista uma faixa de servidão, ou de

desapropriação, de 7m de largura apenas para a passagem e manutenção da adutora e eventual futura duplicação da adutora.

A adutora foi dimensionada para veicular uma vazão de 2,8 m³/s no final do plano, terá extensão de 2466,82 m e será formada por tubos de aço soldados, com diâmetro de 1.300 mm (52"). As classes de pressão, espessuras de chapa e tipo de aço a serem empregadas serão os seguintes:

- 1º trecho, entre as estacas 0+0,00 m e 23+0,00 m, classe PN-16 e tubos de aço ASTM A-1018 grau 36 com espessura de 5/16" (7,94 mm);
- 2º trecho, entre as estacas 23+0,00 e 123+6,82 m, classe PN-10 e tubos de aço ASTM A-1018 grau 36 com espessura de 5/16" (7,94 mm).

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.EAT.01.102 a 104 são apresentadas as plantas e os perfis da adutora, nas escalas 1:2.000 (H) e 1: 200 (V). Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.EAT.01.105 e 106 são apresentados, respectivamente, os detalhamentos das caixas de descarga. No desenho P.PBA.DEN.PAR.EAT.01.107 são apresentados detalhes, a nível de projeto básico, da travessia da adutora pela rodovia DF-025, a ser construída por método não destrutivo no interior de um tubo camisa com 2,20 m de diâmetro.

Na fase de projeto executivo deverá ser detalhada a proteção catódica da adutora. A nível de projeto básico, na ausência de medições da resistividade do solo, foi estimada uma proteção catódica através de "corrente impressa", utilizando-se retificador de 110 V/30 A, com 20 anodos e 10 pontos de teste. Na fase de projeto executivo, a partir de medições diretas da resistividade do solo, esta estimativa deverá ser revista.

3. Estação de tratamento de água

3.1 Introdução

A ETA Paranoá ficará localizada próxima à rodovia DF-001 a cerca de 3 km ao sul do Lago Paranoá, ao lado da “Estrada de Acesso aos Condomínios”.

No desenho P.PBA.DEN.PAR.ETA.100 é apresentado o levantamento topográfico utilizado para elaboração do projeto, extraído do levantamento aerofotogramétrico SICAD-DF, onde pode ser observada a localização da área escolhida para estação, bem como a locação de sondagens realizadas, cujos perfis são apresentados no Tomo 04/04 do Volume1.

A ETA Paranoá será implantada em duas etapas. A 1ª etapa possui capacidade para tratar até 2,1 m³/s, com três módulos de 0,7 m³/s em operação na fase líquida. A 2ª etapa possui capacidade para tratar até 2,8 m³/s, com quatro módulos de 0,7 m³/s em operação.

Na área da ETA estão previstas também duas Elevatórias de Água Tratada, as EATs AD-06 e AD-07 abrigadas numa mesma edificação e duas grandes subestações uma de 138 kV e outra da CEB. O projeto destas elevatórias e subestações não faz parte do projeto da ETA, que finda no reservatório “pulmão”.

3.2 Processo de tratamento

A escolha do processo de tratamento da ETA Paranoá baseou-se em diversos trabalhos e relatórios feitos anteriormente pelo Consórcio dentro do Estudo de Viabilidade, em estreito contato com a equipe técnica da CAESB, onde foram analisados, entre outros aspectos, a qualidade atual e provável futura de diversos mananciais da região e a opinião de diversos consultores especializados na área de tratamento de água e aspectos econômicos e financeiros dos possíveis processos de tratamento.

Com base neste acervo, e na análise das características das águas do Lago Paranoá, apresentadas anteriormente no item 2, é proposto para a fase líquida da ETA Paranoá um processo de tratamento convencional formado por coagulação, floculação, clarificação e filtração.

Para clarificação é proposto o processo de flotação por ar dissolvido, considerado como o melhor processo para clarificação de águas de baixa turbidez com possibilidades de surgimento de elevadas concentrações de algas, como é o caso do Lago Paranoá. Flocos leves formados após a coagulação de águas de baixa turbidez contendo algas são bem mais suscetíveis a flotação que à decantação. Dessa forma, tem-se uma eficiente barreira para evitar sobrecargas danosas à filtração.

Por solicitação da CAESB foi previsto também na fase líquida, como segurança adicional, uma desinfecção final com irradiação de luz ultra-violeta (UV).

A irradiação com UV é hoje mundialmente reconhecida como um dos métodos mais eficazes para inativação de todos os tipos de microorganismos, incluindo os cistos de giardia e de cryptosporidium, que apresentam grande resistência ao processo convencional de desinfecção final com cloro. Além disso, a irradiação com UV constitui o único método de desinfecção de águas para abastecimento que não gera sub-produtos nocivos. Porém, apresenta a desvantagem, em relação ao cloro, de não deixar residual na água.

Para a ETA Paranoá foi adotada a associação dos dois processos de desinfecção: irradiação com UV seguida de pequena cloração apenas para manter um residual de cloro no sistema de distribuição. Dessa forma tem-se um sistema seguro, capaz de inativar inclusive cistos de giardia e cryptosporidium eliminando, ou minimizando, a geração de sub-produtos nocivos, com a garantia de se manter um residual de cloro no sistema de distribuição. Foi previsto também a possibilidade de se operar apenas com a cloração, de forma convencional, caso seja necessário.

No processo de tratamento proposto, além dos produtos químicos usualmente empregados no tratamento convencional - cal para correção de pH da água bruta e tratada, coagulante para coagulação da água bruta, polímero como auxiliar da coagulação, cloro para desinfecção (pré, inter e pós) e ácido fluossilícico para fluoretação - foi prevista também a possibilidade da dosagem de carvão ativado em pó (CAP) e de permanganato de potássio na água bruta.

Águas sujeitas ao processo de eutrofização, tratadas de forma convencional, podem apresentar episódios com o surgimento de gosto e odor na água tratada, ou episódios em que se tenha o surgimento de cianobactérias capazes de liberar substâncias tóxicas (cianotoxinas) dissolvidas. Para fazer frente a esse possível cenário, foram previstas duas eficientes barreiras já mencionadas: o sistema de adsorção com dosagem de carvão ativado em pó (CAP); e o sistema de pré-oxidação com dosagem de permanganato de potássio. A dosagem do permanganato foi prevista como normal e contínua, deixando-se possibilidades para o uso de pré-cloração de forma emergencial. O uso de carvão ativado em pó foi previsto de forma esporádica, caso seja necessário.

A opção da pré-oxidação com permanganato de potássio tem por base sua reconhecida eficiência na remoção de cianotoxinas e no controle do crescimento de microorganismos nas unidades de tratamento (floculadores, flotadores e filtros), aliada ao fato que esse tipo de agente oxidante, ao contrário do cloro, não gera subprodutos halogenados (como trialometanos, ácidos haloacéticos, haloacetoneitrilas) entre outras substâncias tóxicas, quando em contato com a matéria orgânica natural presente na água bruta.

Cumprе salientar que o processo de tratamento proposto para a 1ª etapa de obras da ETE Paranoá tratará com grande eficiência as águas do Lago Paranoá, permitindo a produção de água dentro dos padrões de potabilidade, mesmo ocorrendo uma sensível degradação da qualidade atual das águas do lago, visto que o processo proposto é semelhante, e em diversos aspectos superior, ao utilizado, por exemplo, pela SABESP para potabilização, com sucesso, da água bruta do Reservatório Guarapiranga, existente na cidade de São Paulo, que apresenta-se bastante poluído e com uma qualidade de água muito inferior a do Lago Paranoá.

Caso no futuro ocorra uma degradação extremamente forte da qualidade da água bruta do Lago Paranoá, ora sequer imaginável, e mesmo utilizando-se os processos de tratamento previstos, tornem-se crônicos problemas de gosto e odor na água tratada, e a utilização do CAP torne-se freqüente e economicamente não desejável, poder-se-ia cogitar da implantação de uma inter-ozonização e filtros de carvão ativado granular.

Prevendo-se esta possibilidade, foi deixado espaço e cargas hidráulicas disponíveis no “lay-out” da ETA de 1ª etapa para implantação destes processos no futuro, caso sejam necessários.

Na Figura 3.1 é apresentado o fluxograma básico do tratamento proposto para ETA Paranoá, dentro do exposto anteriormente.

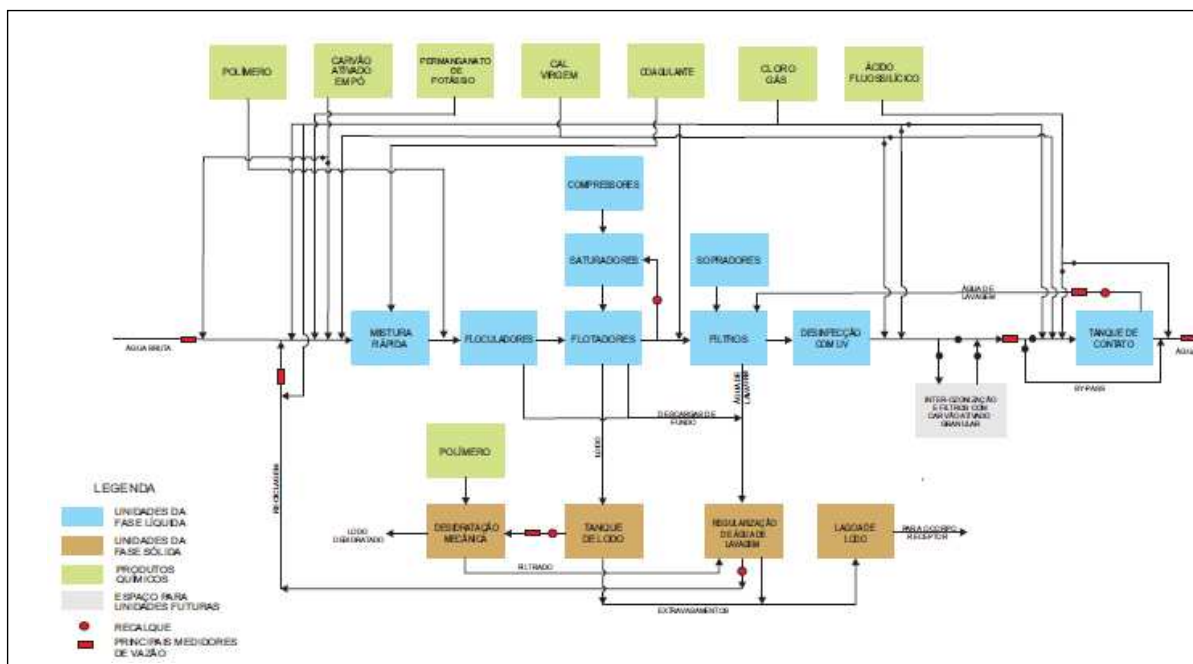


FIGURA 3.1 - ETA PARANOÁ – FLUXOGRAMA BÁSICO DO TRATAMENTO – ILUSTRAÇÃO 1

3.3 Características da ETA proposta

3.3.1 Preliminares

Conforme o já mencionado, é proposta a implantação da ETA Paranoá em duas etapas, sendo a 1ª etapa com capacidade para até 2,1 m³/s (com três módulos de 0,7 m³/s na fase líquida) e a 2ª etapa para até 2,8 m³/s (com quatro módulos de 0,7 m³/s na fase líquida).

Em função do fluxograma do processo do tratamento proposto, mostrado anteriormente na Ilustração I-1 e de dimensionamentos apresentados no Tomo 01/02 do Volume V, formados pelo Memorial de Cálculo do Processo e Memorial de Cálculo de Hidráulica, montou-se o layout geral da ETA apresentado nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ETA.01.101 a 103.

Na fase líquida da ETA são propostas as seguintes unidades:

- Um medidor de vazão de água bruta;
- Uma câmara para mistura rápida;
- Unidades de floculação, flotação e filtração, agrupadas em módulos com capacidade para 700 l/s, cada módulo formado por dois floculadores, dois flotadores e dois filtros. Na 1ª etapa serão implantados 3 módulos e na 2ª etapa mais um módulo adicional;
- Uma unidade para efetuar a desinfecção da água filtrada com luz ultravioleta;
- Um tanque de contato anexo a uma elevatória para a lavagem dos filtros;
- Um reservatório “pulmão”.

Para dosagem de produtos químicos na fase líquida da ETA são propostas as seguintes unidades:

- Uma Casa de Química para dosagem de coagulante, cloro, polímeros e permanganato de potássio;
- Um pátio para o estacionamento de carretas de cloro;
- Tanques para estocagem de coagulante;
- Duas torres pré-fabricadas para dosagem de cal;
- Duas torres pré-fabricadas para dosagem de carvão ativado e espaço para mais uma torre eventual.
- Tanques para estocagem de ácido fluossilícico anexo a uma pequena casa de dosagem, situados próximos do tanque de contato.

Para a fase sólida da ETA são propostas as seguintes unidades:

- Um tanque de regularização de água de lavagem dos filtros anexo a uma elevatória de recirculação;
- Um tanque de lodo oriundo da flotação anexo a uma casa de desidratação de lodos;
- Uma lagoa de lodo.

Como unidades auxiliares foram previstas:

- Uma portaria com balança para carga rodoviária;
- Uma casa de operação;
- Um reservatório elevado de água filtrada e potável;
- Duas subestações de eletricidade.

Para permitir maior integração entre a Casa de Operação com as unidades da fase líquida e com a Casa de Química foram previstos corredores, interligando estas unidades.

As linhas de produtos químicos serão acomodadas em canaletas com tampas removíveis o que facilitará a detecção de vazamentos e eventuais manutenções.

A ETA foi prevista para operar em grande parte de forma automática, através de um Sistema de Supervisão e Controle (SSC), comandado e supervisionado a partir de um Centro de Controle Operacional (CCO), situado em uma sala da Casa de Operação, que será também responsável pela operação de todo Sistema Paranoá.

No layout da ETA foi previsto espaço para eventual implantação de uma inter-ozonização e filtros de carvão ativado granular (CAG), caso ocorra no futuro uma sensível degradação da qualidade da água bruta. A perda de carga hidráulica destas unidades foi considerada no perfil hidráulico de 1ª etapa.

Além destas unidades, na área da ETA foram previstas uma edificação para abrigar duas elevatórias de água tratada (EATs 06 e 07) e uma subestação de 138 kV, cujos projetos não fazem parte do projeto da ETA.

A seguir são descritas as unidades da ETA. Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ETA.01.104 ao 112 são apresentados desenhos gerais da ETA proposta.

3.3.2 Unidades da Fase Líquida

3.3.2.1 Medição de Vazão e Mistura Rápida

A água bruta chegará a ETA, por recalque, através de uma adutora de aço com 1.300 mm de diâmetro.

Na adutora de água bruta, no interior da área da ETA, foram previstas duas caixas: uma para instalação de um medidor eletromagnético de vazão do tipo de inserção; e outra a jusante uma para dosagem de suspensão de carvão ativado aplicados sob pressão na adutora. O tempo de contato do carvão será obtido na adutora e principalmente nas unidades de floculação.

A montante do ponto de aplicação de carvão ativado foram previstos analisadores de pH, turbidez e cor da água bruta com transmissão de sinais para indicação no CCO e uma derivação de uma linha de amostragem para o laboratório.

O medidor de vazão terá diâmetro de 1.300 mm, e deverá medir vazões entre 0,7 e 2,8 m³/s. Ao lado do medidor está previsto um indicador de vazão e um transmissor para indicação da vazão no CCO – Centro de Controle Operacional da ETA.

Após a medição de vazão e passagem pelo ponto de aplicação de carvão, a água bruta chegará a uma unidade de mistura rápida, mostrada nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ETA.01.114 ao 116. Esta unidade é formada por uma câmara de entrada e uma câmara de mistura rápida hidráulica de produtos químicos.

Na câmara de entrada da mistura rápida será dosado permanganato de potássio através de uma calha distribuidora e, de forma emergencial, cloro para pré-cloração, através de um difusor submerso. Foi prevista neste local, também, uma calha distribuidora para eventual dosagem de carvão ativado, caso seja necessário.

Na câmara de mistura foi previsto um vertedor plano com 9 m de comprimento, com descarga livre e com condições de jusante para formação de um ressalto hidráulico, com gradientes de velocidade superiores a 1.000 s⁻¹, nas diversas condições de vazão de operação da ETA.

A cal da pré-alkalinização será dosada a montante do vertedor, o coagulante no início do ressalto hidráulico e o eventual polímero auxiliar de floculação no final do ressalto.

O carvão ativado, o permanganato, a cal, o coagulante e o polímero serão dosados na forma líquida e chegarão à unidade de mistura sob recalque. Os produtos serão rediluídos com adição de água filtrada oriunda do reservatório elevado da ETA e, a seguir, distribuídos em toda a largura das câmaras por calhas distribuidoras de fibra de vidro, com largura de 0,20 m e orifícios em sua face inferior. A regulação da vazão de rediluição será manual e bastante esporádica, para garantir fluxo em todos os orifícios das calhas distribuidoras.

O cloro chegará à unidade de mistura sob vácuo produzido por um injetor instalado na parede da unidade. Para alimentação deste injetor foram previstas duas bombas, sendo uma reserva, ao lado da unidade.

Na câmara de saída de água coagulada foi previsto um aparelho "streaming current monitor", com envio de sinal para o SSC para automatizar a dosagem de coagulante.

Após a passagem pela unidade de mistura, a água coagulada será encaminhada, por gravidade, para os floculadores por uma tubulação sob pressão.

3.3.2.2 Floculação

Foram previstos na 1ª etapa três módulos de tratamento e em 2ª etapa quatro, cada um com capacidade nominal de 700 l/s. Cada módulo de tratamento possui dois floculadores mecanizados, cada um com capacidade nominal de 350 l/s.

Cada floculador foi dimensionado com uma vazão nominal de 382,5 l/s (350 l/s de vazão nominal de água bruta mais 32,5 l/s de reciclo) e um tempo de detenção da ordem de 18,3 minutos, resultando um volume de 420 m³.

Cada floculador é composto por quatro câmaras de floculação operando duas a duas em série. Cada câmara possui 5,4 m de lado, 3,60 m de altura útil e é dotada de um agitador mecânico do tipo turbina de eixo vertical e fluxo axial.

Os agitadores serão de velocidade variável com inversor de frequência, e deverão produzir uma mistura com gradientes de velocidade entre 70 e 110 s⁻¹. A potência do motor de cada agitador é estimada em cerca de 3 CV.

A regulação da rotação dos floculadores será esporádica e será feita de forma manual nos inversores de frequência ou pelo CCO.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ETA.01.117 ao 126 são mostrados o conjunto dos módulos de tratamento, os floculadores e o sistema de distribuição de água coagulada aos floculadores.

A água coagulada, oriunda da câmara de mistura, será distribuída em um canal de equalização de vazões por um "manifold", com diâmetro da tubulação principal de 1.700 mm, dotado de 6 tubulações secundárias com diâmetros de 500 mm na 1ª etapa. Pequenos erros na distribuição de vazão, proporcionada pelo manifold, serão corrigidos no canal de equalização que terá um nível constante.

No canal de equalização de água coagulada foram previstos dois vertedores para alimentação de cada floculador. Cada vertedor terá 1 m de largura e será dotado de lâmina vertedora de fibra de vidro ajustável. Todas as lâminas vertedoras do canal deverão ser perfeitamente niveladas para permitir uma distribuição eqüitativa de vazões para os floculadores.

A montante de cada vertedor foi prevista uma comporta superficial com 1 m de largura com acionamento elétrico, que permitirá o isolamento de cada floculador, e flutador anexo, para manutenção. O fechamento ou abertura destas comportas poderá ser local através de botoeiras, ou remoto a partir do CCO.

A água coagulada introduzida em cada floculador pelos dois vertedores anteriormente mencionados, será distribuída em toda largura e no fundo das duas primeiras câmaras de floculação, por um canal dotado de 18 orifícios distribuidores, cada um com 200 mm de diâmetro.

A seguir, a água passará das duas primeiras câmaras de floculação para as duas segundas, por aberturas situadas na parte superior da parede que separa cada conjunto de duas câmaras. Foram previstas 18 aberturas quadradas, cada uma com 250 mm de lado.

Das duas segundas câmaras de floculação a água floculada será distribuída no fundo de cada flutador anexo a cada floculador.

No canal de equalização de água coagulada foram previstos dois extravasores, que enviarão a água excedente para o sistema de drenagem da ETA, caso ocorram erros operacionais no fechamento das comportas de isolamento dos flotores. Neste canal foi previsto, também, um medidor de nível de água do tipo ultrassônico, que enviará sinal para o CCO permitindo que a Operação verifique a ocorrência de extravasamentos.

3.3.2.3 Flotação

a) Preliminares

Foram previstos na 1ª etapa três módulos de tratamento e em 2ª etapa quatro, cada um com capacidade nominal de 700 l/s. Cada módulo de tratamento possui dois flotores operando com ar dissolvido e com remoção mecanizada de lodo flotado, cada um com capacidade nominal de 350 l/s.

Os flotores foram projetados considerando-se as últimas conclusões do recente congresso de flotação ocorrido na Coréia. Atualmente a CAESB está iniciando a operação de flotores na ETA Brasília. Recomenda-se que na fase de projeto executivo, os flotores ora projetados sejam eventualmente revistos para agregar a experiência da CAESB adquirida na operação de flotores.

Cada flotador foi dimensionado considerando a vazão nominal de água bruta somada as vazões de recirculação de água saturada e de água de lavagem dos filtros, da ordem de 38 l/s e 32,5 l/s, respectivamente, e uma taxa de aplicação superficial da ordem de 259 m³/m².dia. Cada flotador terá 10,80 m de largura, 13,00 m de comprimento, 4,20 m de altura útil e 0,30 m de borda livre.

Na entrada de cada floculador foi prevista uma câmara de reação, com 10,80 m de comprimento, 0,90 m de largura e cerca de 2,10 m de altura, com tempo de detenção da ordem de 49 s com a vazão de dimensionamento do flotador.

Nos desenhos P.PBA.DEN..ETA.01.128 ao 137 são mostrados os flotores propostos e a galeria anexa onde estarão acomodados os equipamentos dos sistemas de saturação dos flotores.

A água floculada será introduzida na base e ao longo de todo comprimento da câmara de reação de cada flotador, onde receberá água saturada com ar dissolvido, através de difusores do sistema de saturação de cada flotador.

As micro-bolhas de ar agregadas aos flocos formados na floculação, farão com que os mesmos sejam flotados para superfície líquida do flotador, formando o lodo flotado.

O lodo flotado será continuamente removido da superfície do flotador, por um removedor mecanizado de lodo em direção a uma calha de coleta de lodo flotado e, a seguir, encaminhado para desidratação mecânica por recalque.

Pequenas parcelas de lodo que eventualmente não sejam flotadas se depositarão no fundo do flotador, e serão removidos através de descargas hidráulicas esporádicas, e enviadas, junto com as águas de lavagem dos filtros, para o tanque de regularização de água de lavagem.

O efluente líquido (água flotada ou clarificada) será coletado próximo do fundo flotor por 12 tubos com diâmetro de 250 mm, cada um dotado de 43 orifícios com diâmetro de 38 mm situados na geratriz superior dos tubos.

Os tubos enviarão a água flotada para uma câmara dotada de vertedor basculante e, a seguir, para o canal de água clarificada que alimentará os filtros da ETA.

b) Sistema de Saturação

Cada flotor contará com um sistema de saturação que preparará água saturada com ar dissolvido, formado basicamente por uma bomba de recirculação, um saturador, bocais difusores e um compressor. O compressor alimentará também o sistema de saturação de outro flotor pertencente ao mesmo módulo de tratamento.

As bombas de recirculação serão de velocidade variável com inversores de frequência, contarão com um medidor de vazão do tipo eletromagnético na linha de recalque e recalcarão água flotada para os saturadores. As bombas permitirão a recirculação de 9,4 a 10,7% da vazão nominal de cada flotor (350 l/s).

Cada bomba terá uma vazão máxima de 135 m³/h e altura manométrica de 60 m.c.a., podendo, através de regulação do inversor de frequência, atender vazões menores, da ordem de 118 m³/h com altura manométrica no entorno de 60 m.c.a. Para otimizar a flotação, esta vazão deverá ser ajustada pela Operação, em função da quantidade de sólidos em suspensão presente na água afluenta a flotação. Esta regulação será esporádica e será feita de forma manual no inversor de frequência ou no CCO.

Cada saturador será formado por um vaso de pressão metálico, cilíndrico de eixo de eixo vertical, com diâmetro mínimo de 1.600 mm, dimensionado com uma taxa de aplicação superficial entre 1.400 e 1.750 m³/m².dia. No interior do vaso existirá um recheio com elevado valor de superfície, do tipo Palm ou similar, com 1 m de altura mínima, que permita uma eficiência mínima de saturação (fator de eficiência em relação à saturação prevista pela Lei de Henry) de no mínimo 85%.

Apesar do fato de que a água de alimentação das câmaras de saturação ser pré-clarificada por flotação, deverá ser implantada no interior dessas câmaras (no plano situado junto à base de suporte da camada de recheio) tela de aço inox com malha de aberturas livres de 2mm com vistas à proteção dos orifícios dos bocais difusores contra obstruções.

As câmaras de saturação a serem fornecidos deverão ser testados para verificar a eficiência anteriormente mencionada.

A água recalcada pela bomba de recirculação será aspergida dentro do saturador e escoará pelo recheio em contato com o ar comprimido, fornecido pelo compressor, absorvendo ar em ambiente de alta pressão, tornando-se saturada com ar dissolvido. Essa água, chamada de água saturada, que será encaminhada para os difusores situados na câmara de mistura do flotor, por uma tubulação com diâmetro de 200 mm.

Cada compressor, que alimentará dois saturadores, terá uma vazão mínima de 1.210 l/min, pressão máxima de 12 bar e reservatório de ar comprimido com volume

mínimo de 427 l. Os compressores serão do tipo de parafusos rotativos, para minimizar ruídos, e operarão automaticamente mantendo o ar comprimido no reservatório.

Cada sistema de saturação operará de forma contínua e automática. A entrada de ar comprimido no saturador será automática, comandada por uma válvula solenóide controlada pelos níveis de água na parte inferior do saturador a serem lidos por um medidor de nível ultrassônico. Com nível máximo será aberta a válvula solenóide que introduzirá ar comprimido no saturador. Com o nível mínimo a válvula será fechada. A bomba de recirculação operará de forma contínua.

Em cada flotador foram previstos 10 bocais difusores. Cada difusor contará com 55 orifícios com diâmetro de 2,0 mm. Estes orifícios deverão ser torneados de forma a apresentar um coeficiente de descarga (Cd) em torno de 0,7 (com tolerância de $\pm 0,1$). Os bocais deverão ser testados em bancada de forma a se garantir os valores de coeficiente de descarga dos orifícios.

Os equipamentos dos sistemas de saturação dos flotadores (bombas, compressores e saturadores) serão instalados em uma galeria situada entre os flotadores e filtros da ETA.

Em cada galeria, além dos equipamentos de cada flotador, foi previsto uma bomba de recirculação e um compressor, ambos de reserva, que atenderão todos os sistemas de saturação.

c) Sistema de Remoção de Lodo

Cada flotador contará com um removedor mecânico de lodo flotado, que arrastará o lodo com uma concentração de sólidos da ordem de 3%, para uma canaleta de coleta de lodo situada na saída do flotador.

O removedor de lodo será superficial, cobrirá toda a área do flotador situada a 9,5 m da saída, e será formado por lâminas raspadoras com movimento longitudinal acionadas por correntes ou cabos. O espaçamento máximo entre lâminas raspadoras será de 0,90 m. O acionador de removedor será de velocidade variável com inversor de frequência, e permitirá a regulação da velocidade horizontal das lâminas raspadoras entre 0,010 e 0,050 m/s. A regulação da velocidade será esporádica e será feita de forma manual no inversor de frequência ou no CCO.

As canaletas de coleta de lodo flotado de cada dois flotadores de cada módulo de tratamento estão interligadas e operarão como poço sucção. Deste poço o lodo será recalcado para a desidratação mecânica do tratamento da fase sólida, por duas bombas do tipo helicoidal, sendo uma de reserva, cada uma com vazão de 6 m³/h. As bombas operarão automaticamente controladas pelos níveis do poço de sucção.

Tendo em vista que os removedores mecânicos de lodo existente no mercado nacional admitem uma oscilação de nível de água máxima no flotador de 5 cm, foi previsto um vertedor basculante na saída do flotador que permitirá a regulação fina do nível de água do flotador.

Este vertedor totalmente aberto (na posição horizontal) permitirá o flotador operar com vazão de até 500 l/s, e na posição totalmente fechado (na posição inclinada com altura de 0,16 m) com até 120 l/s. A Operação deverá regular os vertedores dos

flotadores para obter uma faixa de vazões que atenda as vazões de operação da ETA, com submersão adequada aos raspadores de lodo

A Operação deverá também adequar o número de flotadores em operação com a vazão afluente à ETA, procurando usar sempre o menor número de flotadores (para economia de energia), que atenda a faixa de vazões anteriormente mencionada.

Os lodos eventualmente depositados no fundo do flotador deverão ser removidos periodicamente, abrindo-se uma válvula situada na galeria de equipamentos, que permitirá o esgotamento da unidade e a sua limpeza com jatos de água de mangueiras. O lodo bastante fluido e de pequeno volume será conduzido, junto com a água de lavagem, para o tanque de regularização de água de lavagem dos filtros situados no tratamento da fase sólida. Face a baixa turbidez da água bruta, e ao eficiente processo de flotação proposto, acredita-se que estas descargas serão bastante raras.

3.3.2.4 Filtração

a) Preliminares

Foram previstos na 1ª etapa três módulos de tratamento e em 2ª etapa quatro, cada um com capacidade nominal de 700 l/s.. Cada módulo de tratamento possui dois filtros, cada filtro com capacidade nominal de 350 l/s.

Os filtros serão do tipo rápido de gravidade, cada um com duas bacias de filtração, operando com taxas declinantes. O leito filtrante é de dupla camada, formado por antracito e areia, sobre camada suporte apoiada em fundo drenante do tipo Leopold ou similar. A lavagem dos filtros será feita com ar comprimido seguido de água em contracorrente.

Os critérios de projeto adotados para o dimensionamento de cada filtro foram os seguintes:

- Vazão por filtro: 350 l/s;
- Número de bacias por filtro: 2;
- Dimensões em planta de cada bacia de filtração:
 - Comprimento: 10,26 m;
 - Largura: 4,91 m.
- Área de cada bacia de filtração: 50,4 m²;
- Área total de filtração por filtro: 100,8 m²;
- Taxa média de aplicação superficial: 300 m³/m².dia;
- Leito filtrante:
 - Antracito (topo): espessura: 0,5 m; tamanho efetivo: 1,0 mm; coeficiente de uniformidade: < 1,5;

- Areia (meio): espessura: 0,3 m; tamanho efetivo: 0,5 mm; coeficiente de uniformidade: < 1,5;
- Camada suporte (fundo): espessura total de 0,35 m, formada por 7 camadas, cada uma com espessura de 0,05 m, com os seguintes diâmetros de pedregulhos do topo para o fundo (em milímetros): 12,7 a 19,0; 6,4 a 12,7; 3,2 a 6,4; 1,6 a 3,2; 3,2 a 6,4; 6,4 a 12,7; 12,7 a 19,0;
- Fundo drenante: blocos pré-fabricados apropriados para lavagem com ar e água, do tipo Leopold ou similar, considerado no projeto como o melhor fundo drenante quando se utiliza lavagem com ar e água;
- Carga hidráulica total disponível: 2,33 m;
- Taxa de lavagem com ar: 15 l/s.m²;
- Vazão de ar necessária: 756 l/s = 2.722 m³/h;
- Sopradores previstos para lavagem com ar:
 - Número: 1 + 1;
 - Tipo: "Roots" com cabine acústica;
 - Vazão: 2.700 m³/h;
 - Pressão de saída: 4,5 m.c.a.;
 - Potência estimada do motor: 75 CV.
- Taxa de lavagem com água: 1.100 m³/m².dia;
- Expansão do material filtrante (com regulagem da vazão de lavagem): 25 a 30 %;
- Vazão de água necessária: 641,67 l/s;
- Bombas previstas para lavagem com água:
 - Número: 1 + 1;
 - Tipo: centrífuga de eixo horizontal com carcaça bi-partida de velocidade variável com inversor de frequência;
 - Vazão máxima: 650 l/s;
 - Altura manométrica máxima: 14,1 m.c.a;
 - Potência estimada do motor: 200 CV.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ETA.01.138 ao 146 são apresentadas as características dos filtros, do corredor de comando e galeria de tubulações previstas.

A água clarificada dos flotores da ETA será reunida em um canal comum para permitir a inter-cloração. Este canal comum, após inter-cloração, enviará a água clarificada para os 6 filtros previstos na 1ª etapa e 8 na 2ª etapa.

A água clarificada será introduzida em cada filtro por uma comporta com diâmetro de 900 mm com acionamento elétrico.

Como os filtros operarão com taxas declinantes, o nível de água em todos os filtros será aproximadamente igual e oscilará, com o tempo, em função das perdas de carga dos filtros.

A seguir, a água clarificada passará pelo antracito, areia, camada suporte, fundo drenante e tubulação de saída com 600 mm de diâmetro de cada câmara de filtração, até uma tubulação única de 800 mm que alimentará uma caixa dotada de vertedor, para garantir um nível de água mínimo nos filtros. Na tubulação de saída de água filtrada de cada câmara de filtração, foi prevista uma válvula borboleta com 600 mm de diâmetro com acionamento elétrico.

A água filtrada, proveniente das caixas dotadas de vertedores dos filtros, será reunida em um canal de água filtrada, e será conduzida, por gravidade, até uma unidade para desinfecção com luz ultravioleta.

b) Lavagem dos filtros

Os filtros, por decisão da CAESB, não terão mesas de comando para efetuar as lavagens. As operações de lavagem dos filtros serão controladas pelo SSC- Sistema de Supervisão e Controle e comandadas a partir do CCO- Centro de Controle Operacional.

Será necessário lavar um filtro quando ocorrer qualquer das seguintes condições: o nível de água no canal de água clarificada atingir o nível de água máximo operacional (em princípio N.A. 1104,56); um filtro ultrapassar um valor máximo de turbidez de água filtrada (em princípio maior 0,5 UT); um filtro atingir a máxima perda de carga desejável (em princípio 0,80m); um filtro atingir uma vazão mínima (em princípio 150 l/s). Estes valores limites poderão ser alterados pela Operação no CCO.

Para lavagem dos filtros foram previstos:

- Uma comporta de entrada de água clarificada em cada filtro com abertura quadrada 900 mm com acionamento elétrico;
- Uma tubulação de saída de água filtrada para cada câmara de filtração com uma válvula borboleta com 600 mm de diâmetro com acionamento elétrico;
- Dois sopradores do tipo "Roots", sendo um de reserva, na galeria de equipamentos da 1ª etapa, que recalcará o ar para os filtros através de uma tubulação com 200 mm de diâmetro. Esta tubulação alimentará cada câmara de filtração de cada filtro por uma tubulação, dotada de uma válvula borboleta com 200 mm de diâmetro com acionamento elétrico. Os sopradores, a pedido da CAESB, serão dotados de "by pass" no recalque, com silenciadores, com descargas para atmosfera controladas por válvulas com acionamento elétrico;

- Uma elevatória anexa ao tanque de contato, dotada de dois conjuntos motor bomba, sendo um de reserva, que recalcará água tratada para uma chaminé de equilíbrio, por uma tubulação com 700 mm de diâmetro. Esta chaminé alimentará, por gravidade, duas tubulações de água de lavagem, com diâmetro de 600 mm, situados na galeria de canalização dos filtros. Estas tubulações alimentarão cada câmara de filtração de cada filtro por uma tubulação, dotada de válvula borboleta com 600 mm de diâmetro com acionamento elétrico;
- Uma comporta de descarga de água de lavagem em cada filtro com abertura quadrada de 700 mm com acionamento elétrico, que conduzirá a água de lavagem para dois canais, uma em cada etapa da ETA. A água de lavagem destes canais será conduzida, por gravidade, para o tanque de regularização de água de lavagem da fase sólida;

A cada filtro estará associado um CLP, interligado ao SSC e CCO, onde estarão instalados os dispositivos de comando, automatismos e seqüenciamentos associados ao controle e supervisão da operação do mesmo.

Basicamente, serão controladas pelo SSC e CCO as válvulas dos filtros, bem como os equipamentos associados ao processo de lavagem, ou seja, as bombas de água de lavagem e os sopradores de ar de lavagem.

Além disto, serão supervisionadas também, as condições de cada filtro. Esta supervisão consiste na verificação contínua: da turbidez da água da câmara de água filtrada; da perda de carga em cada câmara de filtração; vazão do filtro; e verificação contínua do nível de água no canal de água clarificada.

A verificação da turbidez será efetuada através de instrumento analisador que tomará amostra na câmara de água filtrada. A verificação da perda de carga será feita por dois medidores de pressão diferencial, um em cada câmara de filtração. A medição de vazão será feita por um medidor de nível ultrassônico instalado a montante do vertedor de saída do filtro, que medirá a lâmina de água sobre o vertedor, permitindo ao CLP calcular a vazão com a largura do vertedor. A verificação do nível será efetuada através de um medidor de nível ultrassônico instalado no canal de água clarificada. Estes instrumentos serão dotados de transmissores que enviarão sinais contínuos ao CLP. Estes sinais serão enviados também, via rede local, para apresentação ao operador no CCO através do SSC.

Através do CCO o Operador fornecerá os valores limites de turbidez, perda de carga, nível e vazão dos filtros ao CLP. Quando algum destes valores medidos superar os valores limites ocorrerá uma sinalização no CCO.

A presença da informação de que um valor limite foi atingido, indicará a necessidade de se proceder a lavagem do filtro.

A operação de lavagem de um determinado filtro poderá ser comandada pelo operador a partir do CCO.

Para tanto, no CCO cada filtro deverá ser dotado de dois comandos: “automático”; “manual”.

No comando “manual”, o operador poderá lavar o filtro pelo CCO, atuando nos comandos “abre-fecha” ou “liga-desliga” dos equipamentos de lavagem do filtro, como o descrito mais adiante.

No comando “automático o operador poderá desencadear a operação de lavagem automática do filtro através de um comando” lavar filtro “através do CCO”.

Ao ser acionada a lavagem automática do filtro, um CLP deverá, através de lógica nele implementada, executar as seguintes operações:

- Comandar o fechamento da comporta de entrada de água clarificada no filtro;
- Confirmado o fechamento da comporta de entrada de água clarificada, comandar o fechamento das válvulas de saída de água filtrada, assim que o nível de água atingir cerca de 0,20m acima do topo do leito filtrante em qualquer câmara de filtração;
- Confirmado o fechamento das válvulas de saída de água filtrada, comandar o fechamento da comporta de entrada de água flotada;
- Confirmado o fechamento das válvulas de saída de água filtrada, comandar a abertura da comporta de descarga de água de lavagem;
- Confirmado a abertura da comporta de descarga, comandar abertura da válvula de entrada de ar de lavagem na câmara de filtração 1;
- Confirmada a abertura da válvula de entrada de ar de lavagem, comandar a ligação de um dos compressores de ar de lavagem com a válvula de “by pass” para atmosfera totalmente aberta;
- Confirmada a ligação do compressor fechar lentamente a válvula de “by pass” do compressor por um tempo t1, a ser definido pela Operação (em princípio 15 a 30 s), para que o ar entre lentamente no filtro sem “explosões” localizadas;
- Confirmada o fechamento da válvula de “by pass” do compressor de ar de lavagem, iniciar a contagem de um tempo t2 (este tempo deverá ser regulado pela Operação para minimizar o consumo de água de lavagem, e evitar a formação de “bolas de lodo” no leito filtrante, devendo-se situar, em princípio, no entorno de 2 a 3 minutos);
- Decorrido o tem t2, comandar o desligamento do compressor de ar de lavagem;
- Confirmado o desligamento do compressor de ar de lavagem, comandar o fechamento da válvula de ar de lavagem;
- Confirmado o fechamento da válvula de ar de lavagem, comandar a abertura da válvula de entrada de água de lavagem na câmara de filtração 1;
- Confirmada a abertura da válvula de entrada de água de lavagem, comandar a ligação de uma bomba de água de lavagem.

- Confirmado a ligação da bomba de água de lavagem, iniciar a contagem de tempo t_3 (este tempo deverá ser regulado pela Operação para obter uma turbidez no final da saída de água de lavagem da ordem de $5 \mu T$, devendo-se situar, em princípio, no entorno de 5 a 10 minutos);
- Decorrido o tempo t_3 , comandar o desligamento da bomba de água de lavagem;
- Confirmado o desligamento da bomba de água de lavagem, comandar o fechamento da válvula de entrada de água de lavagem da câmara de filtração 1
- Repetir os mesmos procedimentos anteriores de lavagem da câmara de filtração 1 para câmara de filtração 2;
- Confirmado o fechamento da válvula de entrada de água de lavagem para câmara de filtração 2 comandar o fechamento da comporta de descarga de água de lavagem;
- Confirmado o fechamento da comporta de descarga de água de lavagem, comandar a abertura da comporta de entrada de água clarificada;
- Confirmado a abertura da comporta de entrada de água clarificada, e verificado que o filtro atingiu um nível de água satisfatório, comandar a abertura das válvulas de saída de água filtrada, encerrando a operação;

Após a lavagem, o filtro voltará a operar normalmente, sendo controlado a abertura das válvulas de água filtrada para evitar a ocorrência de taxas de filtração excessivas no filtro (em princípio superior a $450 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$).

A não complementação de qualquer das etapas descritas anteriormente deverá implicar em sinalização no CCO, alertando o operador que a seqüência não foi completada. A interrupção automática da operação deverá produzir também a desativação do comando de partida da seqüência automática e lavagem.

As válvula e comportas deverão ser fornecidas com transmissor de sinal para o SSC indicando válvula ou comporta totalmente aberta ou fechada.

Os sopradores e bombas de lavagem terão rodízio automático dos equipamentos. As bombas de água de lavagem previstas são de velocidade variável. No início da operação da ETA a rotação máxima de cada bomba deverá ser ajustada, através de leitura de vazões em um medidor eletromagnético de vazão, instalado na linha de recalque, que enviará sinal para o CCO através do SSC. Esta regulagem será manual no CCO com atuação nos inversores de frequência previstos para as bombas, de modo a obter-se a vazão de lavagem desejada, que no máximo será de 650 l/s .

Quando for acionada uma bomba de lavagem, o motor deverá partir da menor rotação aceitável pela bomba, e atingir a rotação máxima após um tempo a ser ajustado pela Operação de maneira a introduzir água de lavagem nos filtros de forma suave e gradativa, sem golpes de aríete. Igual procedimento será adotado quando a bomba for desligada, para permitir uma parada da água de forma lenta.

3.3.2.5 Desinfecção com luz ultravioleta

Após passagem pelos filtros, a água será encaminhada por gravidade e por um canal para uma unidade de desinfecção com luz ultravioleta.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ETA.01.153 ao 156 são apresentadas as características básicas da unidade prevista.

A unidade será formada basicamente por dois canais, um de entrada e outro de saída, interligados por cinco tubulações com 750 mm de diâmetro, dotadas cada uma com um módulo de desinfecção com luz ultravioleta, do tipo de inserção em condutos forçados, e duas válvulas borboletas para isolamento do módulo para manutenções.

Cada módulo de desinfecção terá uma capacidade para o tratamento de 700 l/s. Na 1ª etapa deverão ser instalados quatro módulos, sendo um de reserva. Na 2ª etapa deverá ser implantado mais um módulo.

Os módulos de desinfecção deverão operar com os seguintes parâmetros básicos:

Características da água encaminhada a desinfecção com UV:

- Turbidez < 0,5 UT;
- Cor < 15 uH;
- Ferro < 0,1 mg/l;
- Manganês < 0,1 mg/l.

Eficiência pretendida para desinfecção com luz ultravioleta, no final da vida útil das lâmpadas:

- Remoção de 99,9 % de coliformes fecais;
- Remoção de 99,9 % de criptosporidium;

Transmitância > 90 %;

Dosagem de UV > 25 mW/cm².

A critério da CAESB, no projeto executivo poderão ser utilizados outros sistemas de desinfecção, com equipamentos de UV diferentes dos adotados no projeto básico. Neste caso caberá ao Fornecedor dos equipamentos respeitar os parâmetros básicos mencionados anteriormente e efetuar as modificações necessárias no projeto.

Após a passagem pela desinfecção com UV, a água será encaminhada por gravidade para o tanque de contato da ETA por uma tubulação com 1700 mm de diâmetro.

No canal de saída da unidade de desinfecção com UV, foi prevista a possibilidade de eventual dosagem de cal e cloro, caso seja necessário paralisar o tanque de contato para manutenções.

3.3.2.6 Tanque de contato

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ETA.01.156 ao 161 são apresentadas as características do tanque de contato e estação elevatória anexa responsável pelo envio de água para a lavagem dos filtros.

O tanque de contato, dimensionado com um tempo de detenção da ordem de 30 minutos, terá uma câmara com volume útil 5040 m³. A câmara terá chicanas internas para minimizar o "curto-circuito" das águas, cada uma com comprimento de 28 m, largura útil de 5 m e altura útil de 6 m.

Do tanque de contato a água será conduzida, por gravidade, para o reservatório "pulmão" da ETA.

Conforme o anteriormente mencionado, foi prevista no final do tanque de contato uma elevatória para recalcar água tratada para a lavagem dos filtros. No lay-out do tanque de contato/elevatória foram previstas facilidades para isolamento do tanque de contato, para limpeza ou manutenção, sem a necessidade de paralisação da elevatória, bem como facilidades para isolamento da elevatória sem a necessidade de paralisação do tanque de contato.

No tanque de contato foram previstas dosagens de cloro para pós- cloração, cal para pós-alcalinização e ácido fluossilícico para fluoretação.

No final da câmara de contato foram previstos os seguintes analisadores automáticos de parâmetros da água tratada, que enviarão sinais para o CCO, através do SSC: medidor de turbidez; medidor de cor; medidor de pH; medidor de cloro residual; medidor de flúor.

Para controle da produção de água tratada pela ETA foi previsto um medidor de vazão do tipo eletromagnético inserido na tubulação de saída do tanque de contato, que também enviará sinais para o CCO, através do SSC

As dosagens dos produtos químicos serão controladas pelos analisadores previstos e/ou por um medidor de vazão do tipo eletromagnético de inserção instalado na tubulação afluente ao tanque de contato.

3.3.2.7 Reservatório "pulmão"

A água tratada após passagem pelo tanque de contato será encaminhada, por gravidade, para um reservatório "pulmão" mostrado nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ETA.01.162 e 165.

Este reservatório terá por função compatibilizar as vazões mais fixas de produção com as de as vazões mais variáveis de adução de água tratada, bem como permitir pequenas paralisações na ETA, para manutenções, sem afetar a adução de água tratada. Para esta função foi considerado razoável um tempo de detenção da ordem de 1h.

Assim, foi previsto uma reservação com volume da ordem de 10800 m³, composta por dois reservatórios metálicos circulares padrão CAESB, cada uma com 36 m de diâmetro, 5,31 m de altura útil e volume de 5400 m³.

Nestes reservatórios foram previstos dois medidores de nível do tipo ultrassônico, um em cada reservatório, que enviarão sinais para o CCO, através do SSC. Através da análise dos níveis do reservatório, a Operação poderá regular a vazão de produção da ETA, controlando a vazão de adução de água bruta.

Do reservatório “pulmão” a água tratada será encaminhada, por recalque, para os centros de reservação RAPs LS3 e PR2, pelas elevatórias de água tratada EATS AD-6 e AD-7 situadas em uma mesma edificação ao lado do reservatório “pulmão”.

3.3.3 Produtos Químicos

3.3.3.1 Introdução

Para o tratamento da água, nas unidades da fase líquida, foram previstos os seguintes produtos químicos, com as seguintes funções e pontos de aplicação:

- Coagulação: A critério da Operação poderão ser aplicados, logo após o vertedor da unidade de mistura rápida, os seguintes coagulantes líquidos, após diluição, com os seguintes percentuais de pureza aproximados: policloreto de alumínio (PAC) a 11%; sulfato de alumínio a 50%; sulfato férrico a 42%;
- Correção de pH: Cal virgem micropulverizada com pureza da ordem de 87%, aplicada, após extinção e rediluição, a montante do vertedor da unidade de mistura rápida para correção do pH da água bruta, e no tanque de contato, ou alternativamente na câmara de saída da unidade de desinfecção com UV, para correção do pH da água tratada;
- Desinfecção: Permanganato de potássio em pó com pureza de 97%, aplicado, após diluição a 1% e rediluição, na câmara de entrada de água bruta da ETA para pré-desinfecção. Cloro gás, aplicado em solução, no canal de água clarificada para inter-desinfecção e na câmara de contato para pós-desinfecção, ou alternativamente na câmara de saída da unidade de desinfecção com UV. Na pré-desinfecção foi prevista, também, a possibilidade de aplicação de cloro de forma emergencial;
- Fluoretação: Para prevenção de cáries dentárias, com utilização de ácido fluossilícico líquido, com pureza da ordem de 22%, aplicado no tanque de contato;
- Auxiliar de floculação: Polímero em pó com pureza da ordem de 98%, aplicado, após diluição a 0,5%, a jusante do vertedor da unidade de mistura rápida, caso necessário para auxiliar a floculação;
- Adsorção: Carvão ativado em pó, aplicado, após diluição no mínimo a 5%, na adutora de água bruta no interior da área da ETA, ou alternativamente na câmara de entrada da mistura rápida.

As bombas dosadoras operarão de forma manual ou automática. Na forma automática as bombas serão controladas por sinal remoto oriundo de um controlador de coagulante ("streaming current monitor"), que amostrará continuamente a água coagulada, ou alternativamente por sinal do medidor de vazão de água bruta (dosagem proporcional a vazão).

O coagulante será rediluído com água filtrada e será distribuído sobre a água bruta, por uma calha distribuidora situada próxima do ponto de menor altura do ressalto hidráulico, formado logo após o vertedor da unidade de mistura rápida. A regulação da vazão de água filtrada da rediluição será manual, local e esporádica para garantir fluxo em todos os orifícios da calha distribuidora.

3.3.3.3 Cal

O fornecimento de cal virgem micropulverizada será feito em carretas de 15 a 20 t de capacidade, dotadas de compressor para efetuar a transferência da cal das carretas para os silos de cal da ETA.

Para o armazenamento, extinção e dosagem da cal virgem, optou-se pela utilização de torres metálicas pré-fabricadas. Foram previstas duas torres de cal com os seguintes equipamentos principais:

- 2 silos superiores, cada um com volume útil de 40 m³, o suficiente para cerca de 20 dias de operação, consideradas as dosagens médias e a vazão máxima de fim de plano;
- os silos contarão com filtros de manga para o controle de poeiras e vibradores para auxiliar o deslocamento da cal em direção a saída;
- 1 transportador de rosca que permitirá a conexão de qualquer silo com qualquer dosador/extintor de cal;
- 1 + 1 extintor e dosador automático de cal virgem e preparo de leite de cal na concentração de 5%, cada um com capacidade para extinguir até 314 kg/h (700 lb/h) de cal, situados sob os silos de cal;
- 1 + 1 reservatório de leite de cal com volume mínimo de 10 m³ situado sob os extintores;
- 2 bombas dosadoras de leite de cal do tipo helicoidal para pré-alkalinização cada uma para recalcar vazões variáveis entre 100 e 1000 l/h;
- 3 bombas dosadoras de leite de cal do tipo helicoidal para pós-alkalinização cada uma para recalcar vazões variáveis entre 100 e 1000 l/h.
- 1 bomba dosadora igual as anteriores como reserva para pré e pós-alkalinização.

As torres deverão operar de forma manual ou automática. Na condição automática as bombas dosadoras serão controladas por sinal remoto de medidores de pH, ou alternativamente de forma proporcional a vazão da ETA, controladas por sinais remotos do medidor de vazão de água bruta para pré-alkalinização e do medidor de vazão de água filtrada para pós-alkalinização. Em função dos níveis no reservatório

de leite de cal (poço de sucção das bombas dosadoras) as demais partes da torre, também, operarão automaticamente.

As torres deverão ser fornecidas completas, com todos os recursos necessários à operação, e montadas por um único fornecedor, com experiência comprovada através de fornecimentos anteriores.

Caberá a CAESB, apenas o fornecimento das fundações e laje de base das torres, água filtrada, energia elétrica e sinais necessários à operação das bombas dosadoras das torres. Caberá ao fornecedor dispor sinais de estado dos equipamentos da torre e carga disponível dos silos para o Sistema de Supervisão e Controle da ETA. A partir do CCO será possível operar o sistema de cal na forma automática ou manual.

Tendo em vista que as torres possuem dimensões e características diversas, conforme os fornecedores, recomenda-se que as obras sejam iniciadas apenas após a definição das características do sistema a ser realmente fornecido, e após a compatibilização do projeto deste sistema com o projeto da ETA.

3.3.3.4 Permanganato de Potássio

O fornecimento de permanganato de potássio será feito em pó em tambores de 150 kg. Foi previsto espaço no compartimento de dosagem do produto para estocar 25 tambores, o suficiente para um período de estocagem da ordem de 20 dias, considerando a vazão máxima e a dosagem média.

O pó, a partir dos tambores, será aspirado, alimentando os silos de armazenagem de dois equipamentos de preparo de solução com concentração da ordem de 1%, sendo um de reserva. Cada equipamento terá capacidade para preparar até 4.000 l/h de solução e terá um silo com volume mínimo de 1 m³. Os equipamentos operarão de forma automática, mantendo o nível de solução no tanque de saída.

A solução, preparada e estocada no equipamento, será dosada por 6 bombas dosadoras do tipo diafragma, sendo uma reserva, cada uma para recalcar vazões variáveis entre 60 e 600 l/h;

As bombas dosadoras operarão de forma manual ou automática. Na forma automática as bombas operarão de forma proporcional a vazão de água bruta, controladas por sinal remoto do medidor de vazão de água bruta da ETA.

A solução depois de dosada será rediluída com água filtrada nas proximidades da calha distribuidora do produto, situada no canal de chegada de água bruta da unidade de mistura rápida. A regulação de água filtrada da rediluição será manual, local e esporádica, para garantir fluxo em todos os orifícios da calha distribuidora.

3.3.3.5 Cloro

A pedido da CAESB foi previsto espaço coberto para estacionamento de 3 carretas de cloro de 18 t. Uma carreta ficará apenas estacionada e duas ficarão apoiadas em balanças rodoviárias ligadas ao sistema de dosagem, uma em operação e outra de reserva. As três carretas serão suficientes para operação por cerca de 28 dias, considerando a dosagem média e a vazão de fim de plano da ETA.

O cloro líquido será levado sob pressão para uma sala de cloração, onde estão previstos os seguintes equipamentos:

- 2 evaporadores de cloro, sendo um reserva, cada um com capacidade para 4.000 kg/dia;
- 4 cloradores, cada um com capacidade para 200 kg/dia, um para pré-cloração, um para inter-cloração, um para pós-cloração e um reserva.
- 2 cloradores, sendo um de reserva, cada um com capacidade para dosar até 250 kg/dia de cloro na água de lavagem dos filtros que retornará ao processo da fase líquida.

Na sala de cloração foram previstos dois detectores de gás cloro na atmosfera que acionará, em caso de vazamentos, alarme sonoro local e no CCO através de SSC, e um sistema de lavagem de gases que succionará o ar da sala. No local de estacionamento das carretas foi previsto também um detector de gás cloro na atmosfera que acionará, em caso de vazamentos, alarme sonoro local e no CCO através de SSC.

O sistema de lavagem de gases terá capacidade para processar 4.500 m³ de gás (troca de todo volume de ar da sala em 3 minutos). A lavagem será feita com soda comercial líquida. O sistema deverá ter: 1 exaustor centrífugo; 2 bombas, sendo 1 de reserva, para recircular a soda; 1 lavador de gases; e um tanque de estocagem de soda.

Os sistemas de dosagem de cloro deverão operar de forma manual e automática. Na condição automática serão controladas por sinal remoto de medidores de residual de cloro, ou alternativamente de forma proporcional a vazão dos locais de aplicação.

Em cada ponto de aplicação de cloro foram previstos: um injetor; duas bombas, sendo uma de reserva para alimentação do injetor; um difusor de solução de cloro submerso. A vazão mínima de cada bomba de alimentação dos injetores será de 15 m³/h, exceto a da cloração da água de lavagem que será de 2,2 m³/h.

As alturas manométricas das bombas deverão ser definidas pelo fornecedor do sistema de cloração, em função das características dos injetores a serem fornecidos.

As bombas operarão de forma contínua, com rodízio automático dos equipamentos a cada 24 h.

3.3.3.6 Ácido Fluossilícico

O ácido fluossilícico será recebido na ETA na forma líquida em caminhões tanque de 20 m³.

Para estocagem do produto foram previstos 2 tanques de resina plástica reforçada com fibra de vidro, de eixo vertical, cada um com volume de 10 m³, o suficiente para operar a ETA por cerca de 31 dias, considerando o consumo médio do produto e a vazão máxima da ETA.

Os tanques serão instalados em uma caixa de concreto para contenção de vazamentos, com volume suficiente para conter, com folga de 10%, o vazamento de

um tanque. Cada tanque terá um medidor de nível do tipo ultrassônico com sinalização no CCO.

O produto químico será transferido dos caminhões tanque para os tanques de estocagem através de duas bombas, sendo uma reserva, cada uma com vazão de 20 m³/h e altura manométrica de 5 m.c.a., o suficiente para descarregar um caminhão em cerca de 1 hora.

Para evitar a emissão de gases de flúor para atmosfera, por ocasião da transferência do ácido fluossilícico do caminhão para os tanques de estocagem, foi previsto a passagem dos respiros dos tanques de estocagem por um lavador de gás ou um filtro de carvão ativado.

Os tanques alimentarão, por gravidade, duas bombas dosadoras do tipo diafragma, sendo uma reserva, cada uma com capacidade para recalcar vazões entre 4 e 40 l/h.

As bombas operarão de forma manual ou automática. Na forma automática serão controladas por sinal remoto de medidores de residual de flúor, ou alternativamente de forma proporcional a vazão dos locais de aplicação.

3.3.3.7 Polímero

Foi prevista a aplicação, caso seja necessário, de um polímero auxiliar de floculação na água bruta.

O polímero será recebido na ETA em pó e em sacos de 25 kg. No compartimento de dosagem do produto foi previsto espaço para estocar 20 sacos, o suficiente para operação da ETA por um período da ordem de 20 dias, considerando-se a vazão máxima da ETA e a dosagem média do produto.

Para preparo de uma solução com 0,5% foram previstos dois equipamentos de preparo contínuo, sendo um reserva, cada um com capacidade para preparar até 500 l/h de solução a 0,5%. Cada equipamento terá um silo de 0,5 m³, e um sistema de carregamento do silo formado por um tanque, onde serão descarregados os sacos, e um aspirador ("hopper loader") que transportará o produto do tanque para o silo. Os equipamentos operarão de forma automática, mantendo o nível de solução no tanque de saída.

A solução, preparada e estocada no equipamento, será dosada por 2 bombas dosadoras do tipo diafragma, sendo uma reserva. Cada bomba deverá ter capacidade para dosar vazões entre 40 e 400 l/h.

As bombas dosadoras operarão de forma manual ou automática. Na forma automática as bombas operarão de forma proporcional a vazão de água bruta, controladas por sinal remoto do medidor de vazão de água bruta da ETA.

A solução depois de dosada será rediluída com água potável nas proximidades da calha distribuidora do produto, situada na unidade de mistura rápida. A regulação de água potável de rediluição será manual, local e esporádica, para garantir fluxo em todos os orifícios da calha distribuidora.

3.3.3.8 Carvão Ativado

Foi prevista a dosagem de carvão ativado em pó (CAP), de forma eventual e esporádica, caso necessário.

O fornecimento de CAP será feito em carretas de 15 a 20 t de capacidade, dotadas de compressor para efetuar a transferência do carvão das carretas para os silos da ETA.

Para o armazenamento e dosagem do CAP, optou-se pela utilização de torres metálicas pré-fabricadas, semelhantes as proposta para a cal.

Foram previstas duas torres de CAP com os seguintes equipamentos principais:

- 2 silos superiores, cada um com volume útil da ordem de 30 m³, o suficiente para cerca de 5,6 dias de operação da ETA, considerando a dosagem média e a vazão máxima de fim de plano;
- os silos contarão com filtros de manga para o controle de poeiras e vibradores para auxiliar o deslocamento do carvão em direção a saída;
- 1 transportador de rosca que permitirá a conexão de qualquer silo com qualquer dosador de CAP;
- 1+1 dosador volumétrico, formado por uma válvula rotativa, com capacidade para dosar até 600 kg/h de CAP;
- 1+1 sistema de dosagem de água, com capacidade para dosar até 500 l/h de água;
- 1+1 tanque de estocagem suspensão com concentração de 5%, cada um com 6 m³ de volume útil;
- 2 + 1 bombas dosadoras de suspensão de carvão, do tipo helicoidal, cada uma com capacidade para dosar de 505 à 5050 l/h, que enviarão a suspensão sob pressão para o ponto de aplicação, situado na adutora de água bruta no interior da área da ETA.

Foi previsto espaço para mais duas torres de carvão ativado com silos de maior volume, caso durante a operação da ETA se verifique ser necessário dosagens freqüentes do produto e a CAESB venha a desejar uma estocagem do produto para cerca de 15 dias.

As torres deverão operar de forma manual ou automática. Na condição automática as bombas dosadoras serão controladas por sinal remoto do medidor de vazão de água bruta. Em função dos níveis nos tanques de estocagem de suspensão (poço de sucção das bombas dosadoras) as demais partes da torre, também, operarão automaticamente.

No fornecimento e instalação das torres de CAP deverão ser considerados os mesmos aspectos mencionados anteriormente para as torres de cal.

3.3.3.9 Esquema Geral dos Sistemas de Dosagem

Para dosagem do coagulante, cloro, permanganato de potássio e polímero foi prevista uma Casa de Química situada entre os tanques de estocagem de coagulante e o estacionamento das carretas de cloro.

Nesta Casa de Química, além dos sistemas de dosagens foi previsto um compartimento para o envasamento de copos de água, com área da ordem de 50 m², conforme o solicitado pela CAESB, e sanitários para os operadores.

As torres de dosagem de cal e carvão ativado serão instaladas fora da Casa de Química.

Tanto a Casa de Química como as torres de dosagem foram previstas ao lado de amplo pátio de manobras de caminhões, para facilitar a descarga dos produtos químicos nos sistemas de dosagem.

Para o ácido fluossilícico foi prevista uma instalação de dosagem isolada situada ao lado do tanque de contato, conforme solicitação da CAESB.

3.3.4 Unidades da Fase Sólida

3.3.4.1 Introdução

Para o tratamento da fase sólida da ETA Paranoá serão encaminhadas as seguintes águas residuárias do processo de tratamento da fase líquida:

- Águas de lavagens dos filtros junto com descargas esporádicas de fundo dos flotadores;
- Lodo flotado dos flotadores;

As águas de lavagens dos filtros, com as descargas de fundo dos flotadores, serão encaminhadas para um tanque de regularização, e a seguir serão recirculadas para o início do processo de tratamento da fase líquida, a montante da unidade de mistura rápida, por uma elevatória de recirculação.

O lodo dos flotadores será encaminhado para um tanque de estocagem de lodo, e a seguir para desidratação mecânica com o uso de centrífugas. O lodo desidratado será encaminhado para disposição final em aterros sanitários. O "filtrado" da desidratação será encaminhado para o tanque de regularização de água de lavagem.

Em caso de falhas no sistema de tratamento da fase sólida, as águas residuárias provenientes da fase líquida serão encaminhadas para uma lagoa de lodo e, a seguir, para o corpo receptor pelo sistema de drenagem da ETA.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ETA.01.166 ao 172 são apresentadas as unidades de tratamento propostas para a fase sólida da ETA. A seguir estas unidades são descritas de forma sucinta.

3.3.4.2 Sistema para Água de Lavagem dos Filtros

A água de lavagem de cada filtro, com vazão máxima da ordem de 650 l/s e duração da ordem de 10 min., será encaminhada, por gravidade, para um tanque de regularização, que terá por objetivo a regularização das vazões e a homogeneização do líquido.

Juntamente com as águas de lavagem dos filtros, serão encaminhadas para o tanque de regularização as descargas de fundo dos flotores. Estas descargas terão por objetivo remover pequenas parcelas de lodo que eventualmente se depositem no fundo dos flotores. Estas descargas serão bastante esporádicas, com frequência e duração a serem definidas pela Operação.

O tanque de equalização de água de lavagem foi dimensionado para estocar as águas oriundas de duas lavagens de filtros em seguida, resultando na necessidade de um volume útil para o tanque da ordem de 1.540 m³.

O tanque foi previsto com duas câmaras, cada câmara dotada com um agitador mecânico superficial do tipo flutuante. Os agitadores terão por função impedir a decantação de sólidos no tanque e efetuarão uma homogeneização do líquido a ser recirculado. A potência do agitador deverá ser definida pelo fornecedor do equipamento, em função da eficiência de mistura do equipamento a ser fornecido e da geometria do tanque, considerando que o líquido terá um teor de sólidos máximo de 0,5%. Estima-se a potência mínima do agitador em cerca de 10 CV.

O agitador de cada câmara será ligado automaticamente toda vez que o nível de água na câmara suplantar 10 cm acima do N.A. mínimo, e será desligado quando for atingido o N.A. mínimo.

Cada câmara do tanque de equalização terá 16 m de lado e 3,30 m de profundidade máxima útil. Tendo em vista que o agitador necessitará de uma lâmina de água com altura mínima da ordem de 1,5 m para operar com o nível mínimo da câmara, adotou-se uma profundidade líquida total de 4,8 m para câmara.

Foram previstas facilidades no tanque para: efetuar o "by-pass" do tanque; extravasar o líquido afluente no caso do tanque atingir níveis acima do máximo; descarga de fundo para limpeza das câmaras; possibilidades para o uso de uma câmara enquanto outra estiver paralisada para limpeza ou manutenção.

Os extravasamentos, descargas de fundo e "by-pass" do tanque serão encaminhados para um sistema de drenagem que conduzirá os efluentes para a lagoa de lodo.

O líquido homogeneizado no tanque de regularização será enviado para a câmara de entrada de água bruta da unidade de mistura rápida por uma elevatória de recirculação anexa ao tanque.

Esta elevatória será dotada de três bombas sendo uma reserva. As bombas serão de velocidade variável com inversor de frequência. A regulação da vazão de cada bomba será feita pela Operação, no CCO através do SSC, em função do número de filtros em operação na ETA e suas carreiras de filtração, procurando-se reciclar

sempre a menor vazão possível sem extravasamentos no tanque de regularização. Cada bomba terá uma vazão máxima de 120 l/s com uma altura manométrica de 16,8 m.c.a., e poderá operar com uma vazão mínima de até 60 l/s.

Para auxiliar a Operação na regulação das vazões das bombas foi previsto, na linha de recalque da elevatória, um medidor de vazão do tipo eletromagnético com 450 mm de diâmetro e com capacidade para medir vazões entre 50 e 300 l/s. Este medidor enviará sinal remoto de vazão para o SSC, que será apresentado à Operação no CCO da ETA.

Uma vez regulada as vazões das bombas, a elevatória operará de forma automática em função dos níveis de água nas câmaras do tanque de regularização. Para tanto foi previsto em cada câmara do tanque um medidor de nível ultrassônico, com indicação contínua de níveis do tanque no SSC, que serão apresentados à Operação no CCO. Com o nível de água situado 10 cm acima do nível mínimo será ligada a primeira bomba; com o nível de água situado 10 cm acima do nível médio será ligada a segunda bomba; com o nível de água médio será desligada a segunda bomba; com o nível mínimo será desligada a primeira bomba; atingindo um nível 10 cm acima do máximo será disparado um alarme.

A água a ser reciclada ao processo da fase líquida poderá ser desinfetada, caso seja necessário. A dosagem de cloro será feita por um difusor de solução de cloro instalado no interior da linha de recalque da elevatória, situado a montante da medição de vazão.

3.3.4.3 Sistema para o Lodo dos Flotadores

O lodo flotado, com concentração de sólidos da ordem de 3%, proveniente de cada dois flotadores de um módulo de tratamento da fase líquida será recalcado, por uma linha de recalque única para o tanque de estocagem de lodo.

Admitindo-se um tempo de estocagem de lodo de um dia, com uma folga para eventualmente receber lodo dos flotadores com concentração mínima da ordem de 2%, estima-se que será necessário um tanque com duas câmaras, cada uma com volume útil de 320 m³.

Cada câmara do tanque de lodo terá 16 m de lado e 2,23 m de profundidade máxima útil. Tendo em vista que o agitador necessitará de uma lâmina de lodo, com altura mínima da ordem de 1,5 m, para operar com o nível mínimo da câmara, adotou-se uma profundidade líquida total de 3,73 m para câmara.

Em cada câmara do tanque foi previsto um agitador mecânico superficial do tipo flutuante. Os agitadores terão por função impedir a decantação de sólidos no tanque e efetuar uma homogeneização do lodo a ser desidratado. A potência do agitador deverá ser definida pelo fornecedor do equipamento, em função da eficiência de mistura do equipamento e da geometria do tanque, considerando que o líquido terá um teor de sólidos máximo de 3%. Estima-se a potência mínima do agitador em cerca de 15 CV.

O agitador de cada câmara será ligado automaticamente toda vez que o nível de água na câmara suplantará 10 cm acima do N.A. mínimo, e será desligado quando for atingido o N.A. mínimo. Para tanto foi previsto em cada câmara um medidor de nível ultrassônico com indicação contínua dos níveis no SSC, que serão apresentados à

Operação no CCO, que deverá também acionar um alarme caso ocorram níveis acima do máximo do tanque.

Foram previstas facilidades no tanque para: efetuar o "by-pass" do tanque; extravasar o lodo no caso do tanque atingir níveis acima do máximo; descarga de fundo pra limpeza das câmaras; possibilidades para o uso de uma câmara enquanto outra estiver paralisada para limpeza ou manutenção.

Os extravasamentos, descargas de fundo e "by-pass" do tanque serão encaminhados para um sistema de drenagem que conduzirá o lodo para a lagoa de lodo.

Para o tratamento do lodo estocado no tanque foi previsto um sistema de desidratação mecânica de lodo que utilizará, como equipamento de desidratação, centrífugas do tipo "decanter".

O sistema de desidratação será formado por 2 conjuntos independentes de equipamentos, sendo um reserva, cada um formado basicamente por uma bomba de lodo, um dosador de polímero e uma centrífuga. O lodo desidratado será encaminhado para caçambas de lodo do tipo "roll on roll off", cada uma com 30 m³. O filtrado da desidratação será encaminhado por gravidade para os tanques de regularização de água de lavagem dos filtros.

Cada conjunto de desidratação, deverá ter capacidade para tratar até 30 m³/h de lodo com concentração de sólidos mínima de 2%, e deverá produzir "torta" com concentração mínima de sólidos de 20%, com captura mínima de sólidos de 95%.

As bombas de lodo serão do tipo helicoidal com inversor de frequência, cada uma com capacidade para recalcar de 15 a 30 m³/h. A regulagem de vazão será feita pela Operação em função da quantidade de lodo a ser desidratado e do número de horas por dia desejado para operação do sistema de desidratação. Para facilitar a regulagem da vazão das bombas, e para controle operacional do sistema de desidratação, foi previsto na linha de recalque de cada bomba um medidor de vazão do tipo eletromagnético.

O lodo será recalcado pela bomba para uma centrífuga. Na linha de recalque foi previsto um misturador estático que receberá polímero de um dosador.

O dosador de polímero de cada conjunto de equipamentos de desidratação operará com polímero em pó fornecido em sacos de 25 kg. O dosador será formado por um equipamento automático de preparo de solução e uma bomba dosadora. O equipamento automático de preparo de solução terá capacidade para preparar até 1.600 l/hora de solução a 0,5%, e será equipado com silo com 0,5 m³ de capacidade, e um sistema de carregamento do silo formado por um aspirador de pó ("hopper loader"), e um tanque para descarga de sacos. A bomba dosadora deverá ter capacidade para dosar vazões de 190 a 1600 l/h de solução a 0,5%.

No local onde serão instalados os dosadores de polímero foi previsto espaço para estocar 24 sacos de 25 kg de polímero em pó, o suficiente para uma autonomia de 20 dias, considerando a vazão da ETA de segunda etapa e a dosagem média de polímero.

Após paralisação de cada conjunto de equipamentos de desidratação, foi previsto um sistema automático de lavagem do conjunto, com a introdução de água potável na sucção da bomba de lodo. Para tanto na sucção das bombas foram previstas válvulas de lodo e água com acionamento elétrico.

Todos equipamentos e instrumentos do sistema deverão ser fornecidos por um único fornecedor, para evitar incompatibilidades entre os componentes do sistema. Este fornecedor deverá ter ampla experiência no fornecimento de sistemas de desidratação de lodos. No fornecimento deverá estar incluso o fornecimento do quadro elétrico do sistema, que contará com todo o automatismo necessário a operação e controle do sistema. Este quadro elétrico deverá enviar para o SSC sinais de estado dos equipamentos do sistema, níveis do tanque de lodo e vazão das bombas de lodo. O CCO poderá operar o sistema na forma manual ou automática.

3.3.5 Edificações de Apoio

Foram previstas as seguintes edificações de apoio para a ETA:

- Uma Portaria ao lado de uma balança rodoviária;
- Uma Casa de Operação;
- Duas Subestações de Eletricidade.

A portaria estará situada entre no portão de entrada da ETA. A portaria é formada por uma pequena sala, para acomodar um guarda, anexa a sanitário.

A balança rodoviária terá por função pesar caminhões com produtos químicos para o controle das cargas recebidas na ETA. A balança terá uma plataforma com 18,00 m de comprimento, 3,00 m de largura e uma capacidade para pesar até 60 t. O terminal eletrônico de pesagem será instalado na sala da portaria.

A Casa de Operação foi concebida em conjunto com a CAESB e terá basicamente duas áreas. Na área mais nobre foram previstos os seguintes compartimentos:

- Uma sala de recepção, ou hall de entrada, para acomodar uma recepcionista, anexa a dois sanitários, um masculino e um feminino;
- Um auditório para acomodar 50 pessoas;
- Uma copa anexa ao hall de entrada para servir bebidas em eventos que ocupem o auditório e o hall de entrada;
- Uma sala para o CCO – Centro de Controle Operacional, anexa a 3 salas para supervisores e uma pequena sala para arquivo técnico;
- Uma sala para acomodar uma secretária;
- Uma sala para acomodar um coordenador;
- Uma sala para acomodar um gerente;

- Uma sala de reuniões;
- Uma sala para arquivo técnico;
- Um laboratório com compartimentos para análises físico-químicos, para microbiologia, para balanças, para análises de lodo e um almoxarifado.

Anexo a área mais nobre, foram previstos os seguintes compartimentos adicionais:

- Uma sala para lazer;
- Uma cozinha anexa a um refeitório para funcionários da CAESB;
- Uma pequena cozinha anexa a um pequeno refeitório para pessoal terceirizado;
- Vestiário masculino e feminino para funcionários da CAESB;
- Vestiários masculino e feminino para pessoal terceirizado;
- Um depósito de materiais pra limpeza.

Para permitir ampla integração da Casa de Operação com as unidades da fase líquida e com a Casa de Química, foram previstos dois corredores de circulação.

As Subestação de Eletricidade (SE-01 e SE-02) terão basicamente um compartimento para acomodar transformadores e quadros elétricos; a Subestação SE-01 terá também um compartimento para acomodar um conjunto motor-gerador de emergência.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ETA.01.202 ao 208, 222 e 223 são apresentados esquemas das edificações mencionadas.

3.3.6 Sistemas Auxiliares e Aspectos Diversos

No presente item são abordados de forma sucinta sistemas auxiliares e aspectos diversos previstos para a ETA que deverão ser detalhados no projeto executivo.

As características indicadas são fruto de pré-dimensionamentos apenas com o intuito de se obter subsídios para elaboração do orçamento estimativo da ETA.

3.3.6.1 Sistemas de Água, de Esgotos e de Drenagem

No memorial de cálculo de hidráulica é apresentado um pré-dimensionamento dos sistemas de água potável, esgotos sanitários e de drenagem pluvial previstos para ETA. Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ETA.01.108 e 109 são apresentados esquemas destes sistemas.

O sistema de abastecimento de água potável da ETA será formado por um reservatório elevado e duas redes de distribuição, uma de água potável e outra de água filtrada.

O reservatório elevado terá duas câmaras de reservação: uma superior de água potável e outra inferior de água filtrada.

A câmara de água potável será alimentada por uma derivação de uma das adutoras de água tratada que sairá da ETA. A câmara de água filtrada será alimentada por duas bombas, sendo uma de reserva, cada uma com vazão de 30 l/s e altura manométrica de 29,7 m.c.a, instaladas na galeria de canalizações dos filtros da ETA. No desenho P.PBA.DEN.PAR.ETA.01.173 é apresentado um esquema do reservatório.

A rede de distribuição de água potável alimentará basicamente as unidades com sanitários ou cozinhas, ou seja: Portaria; Casa de Operação; Casa de Química; Casa de Desidratação. A rede de distribuição de água filtrada alimentará as demais unidades ou usos, tais como: sistemas de preparo e diluição de produtos químicos; bombas do injetor de cloro da pré-cloração; torneiras para lavagem das unidades; torneiras de rega de jardim; hidrantes de incêndio.

A ETA contará com 3 sistemas de esgotos sanitários independentes: um para a Portaria; um para as Casas de Operação e de Química; e outro para a Casa de Desidratação. Cada sistema conduzirá os esgotos para um conjunto de fossas sépticas seguidas de filtros anaeróbios e sumidouros.

O sistema de drenagem pluvial será formado por bocas de lobo e tubulações que se interligarão com o sistema de drenagem da ETA. Estes sistemas conduzirão as águas até um emissário de drenagem final, com 1200 mm de diâmetro, que transportará as águas para o ribeirão Alagado. O emissário encontra-se esquematizado no desenho P.PBA.DEN.PAR.ETA.01.195.

3.3.6.2 Arquitetura e Urbanização

Nos desenhos P.PBA.DEN.ETA.PAR.01.201 ao 223 é apresentado um detalhamento básico da urbanização da estação e da arquitetura de diversas edificações da ETA que exigem algum acabamento de arquitetura, que serviu de base para a elaboração do orçamento estimativo da ETA.

3.3.6.3 Fundações e Estruturas

Com base nas sondagens efetuadas próximas a área da ETA, foi elaborado um parecer de geotecnia, feito por firma especializada, onde foram definidos aspectos básicos das fundações das obras e da terraplenagem necessárias a implantação da estação. A partir deste parecer, apresentado no Tomo 04/04 do Volume 1, as estruturas da ETA foram pré-dimensionadas, de forma expedita, por especialistas da área de estruturas, para fornecer subsídios aos levantamentos de quantitativos do orçamento estimativo da obra.

4. Estações elevatórias de água tratada

4.1 Estações Elevatórias EAT AD-06 e EAT AD-07

Toda a vazão produzida na ETA Paranoá será encaminhada a uma edificação localizada nas proximidades do reservatório “pulmão” da ETA, que abrigará duas elevatórias, a EAT AD-06 que alimentará o RAP LS3 através da adutora AD-06, e a EAT AD-07 que alimentará o RAP PR2 através da adutora AD-07.

Pela concepção oriunda do Estudo de Viabilidade, da demanda total de água de fim do plano, de 3470 l/s, cerca de 31 % (1.078 l/s) seria encaminhada para a região Sul pela EAT AD-06, e 69 % (2.392 l/s) para região Norte pela EAT AD-07.

Nesta Revisão 01, a demanda adotada para fim de plano (2ª etapa) é de 2800 L/s e para a 1ª etapa, 2100 L/s. Assim, cerca de 1050 L/s serão enviados para a região Sul pela EAT AD-06, e cerca de 1740 L/s para a região Norte pela EAT AD-07.

Junto ao reservatório “pulmão” da ETA foi previsto um poço de tomada do qual sairão as duas tubulações, uma destinada à EAT-06, com diâmetro de 1.200 mm, e outra com diâmetro de 1.800 mm que atenderá à EAT-07. Estas tubulações se constituirão nos barriletes de sucção dos conjuntos motor bomba.

As tubulações de sucção que interligam o barrilete de sucção a cada bomba serão dotadas de válvulas de bloqueio, do tipo borboleta. Na tubulação de recalque de cada bomba serão instaladas válvulas de retenção tipo Clasar e válvula de bloqueio, tipo borboleta.

Foram previstos na EAT AD-06 três conjuntos motor bomba de velocidade variável com inversor de frequência, sendo um reserva, do tipo de eixo horizontal e bi-partidas, cada uma com vazão nominal de 525,0 l/s (1890 m³/h) e altura manométrica de 105,0 mca, acionada por motor elétrico de 6 pólos com potência nominal de 1250 cv e tensão de 6.600 V.

Foram previstos na EAT AD-07 três conjuntos motor bomba de velocidade variável com inversor de frequência, sendo um reserva, do tipo eixo horizontal e bi-partidas, cada uma com vazão nominal de 870 l/s (3132 m³/h) e altura manométrica de 114 mca, acionada por motor elétrico de 6 pólos com potência nominal de 1800 cv e tensão de 6.600 V.

Os estudos de transientes hidráulicos indicaram a necessidade da implantação de dispositivos de alívio nos recalques, constituídos por acumuladores hidráulicos de membrana, a serem instalados no barrilete de saída de cada elevatória. Na elevatória AD-6 foi previsto um Acumulador Hidráulico de Membrana com volume de 25 m³ e na AD-07, três Acumuladores, com volume de 30 m³.

A pedido da CAESB, na elevatória foi previsto espaço para acomodar uma oficina que atenderá também a ETA.

A definição do número de bombas em operação e a regulação da vazão das bombas de cada elevatória serão feitas pela Operação no CCO da ETA, em função dos níveis dos reservatórios do centro de reserva atendido por cada elevatória. O CCO da ETA receberá sinais, via rádio, de medidores ultrassônicos de nível instalados nos reservatórios.

Nos desenhos P.PBA.PAR.EAT.01.101 ao 108 é apresentado o detalhamento básico da elevatória

4.2 Estação Elevatória EAT AD-09

Esta elevatória estará localizada junto às duas unidades de reserva a serem implantadas no Centro de Reserva RAP-PR2.

A alimentação do barrilete de sucção da elevatória dar-se-á através dos três reservatórios de 5.000 m³, um existente e dois a serem construídos, um em cada etapa.

As tubulações de sucção que interligam o barrilete de sucção a cada bomba serão dotadas de válvulas de bloqueio, do tipo borboleta. Na tubulação de recalque de cada bomba, serão instaladas válvula de retenção tipo Clasar e válvula de bloqueio tipo borboleta.

Foram previstos na elevatória três conjuntos motor bomba de velocidade variável com inversor de frequência, sendo um reserva, do tipo de eixo horizontal e bi-partidas, cada uma com vazão nominal de 525 l/s e altura manométrica de 96 mca, acionada por motor elétrico de 4 pólos com potência estimada de 800 cv e tensão de 6.600 V.

Essa elevatória recalcará água até o Centro de Reserva RAP TQ2. A definição do número de bombas em operação e a regulação da vazão das bombas serão feitas pela Operação no CCO da ETA, em função dos níveis dos reservatórios do centro de reserva atendido pela elevatória. O CCO da ETA receberá sinais, via rádio, de medidores ultrassônicos de nível instalados nos reservatórios.

Nos desenhos P.PBA.PAR.RES.08.101 ao 109 do Centro de Reserva RAP-PR2 é apresentado o detalhamento básico da elevatória.

4.3 Estação Elevatória EAT AD-13

Esta unidade deverá ser implantada na área do futuro Centro de Reserva RAP-LS3 e recalcará água para os Centros de Reserva do Manguelal (128 l/s), Papuda (71 l/s) e RAP-TR1 (125 l/s), pela adutora AD-13, em ferro fundido, com diâmetros de 500 e 400 mm.

A alimentação do barrilete de sucção da elevatória dar-se-á através dos reservatórios do Centro de Reserva.

As tubulações de sucção que alimentam cada bomba serão dotadas de válvulas de bloqueio, do tipo borboleta. Na tubulação de recalque de cada bomba serão

instaladas válvula de retenção de fechamento rápido e válvula de bloqueio tipo borboleta.

Foram previstos na elevatória três conjuntos motor bomba, sendo um reserva, com motor de velocidade variável, com inversor de frequência, e bombas de eixo horizontal, cada uma com vazão nominal de 162 l/s e altura manométrica de 57 mca. As bombas serão acionadas por motor elétrico de 4 pólos com potência nominal de 200 cv e tensão de 380 V.

As bombas deverão ser dotadas de volantes de inércia para atenuar golpes de aríete, de modo que cada conjunto motor, bomba e volante tenha um momento polar de inércia mínimo $J = 14 \text{ kgf.m}^2$.

A definição do número de bombas em operação e a regulação da vazão das bombas serão feitas pela Operação no CCO da ETA, em função dos níveis dos reservatórios do centro de reservação RAP-TR1. O CCO da ETA receberá sinais, via rádio, de medidores ultrassônicos de nível instalados nos reservatórios.

Nos desenhos P.PBA.PAR.RES.01.101 ao 109 do Centro de Reservação RAP-LS3 é apresentado o detalhamento básico da elevatória.

4.4 Estação Elevatória EAT-NC1

Esta unidade, projetada pela CAESB e reproduzida pelo Consórcio, deverá ser implantada na área do Centro de Reservação RAP-SO5 e recalcará água para o Reservatório RAP-NC1, denominado Nova Colina, pela adutora ADT-NC1.

A alimentação do barrilete de sucção da elevatória dar-se-á através de uma derivação do reservatório do Centro de Reservação RAP-SO5.

Foram previstos na elevatória dois conjuntos motor bomba de velocidade variável com inversor de frequência, sendo um reserva, com bombas de eixo horizontal, cada uma com vazão nominal de 39,0 l/s, altura manométrica de 47,75 mca, rendimento mínimo de 82% e potencia de 30cv.

A regulação da vazão das bombas será feita pela Operação no CCO da ETA, em função dos níveis dos reservatórios do centro de reservação RAP-NC1. O CCO da ETA receberá sinais, via rádio, de medidor ultrassônico de nível instalado no reservatório.

Nos desenhos P.PBA.PAR.RES.10.101 ao 104 do Centro de Reservação RAP-SO5 é apresentado o detalhamento da elevatória feito pela CAESB.

5. Adutoras de água tratada

5.1 Introdução

Os traçados básicos, os diâmetros e as vazões de adução das adutoras foram extraídos do relatório "Análise das Interligações do Sistema São Bartolomeu com os Sistemas Existentes", do Estudo de Viabilidade, com modificações posteriores oriundas de revisões da CAESB.

O projeto das adutoras foi desenvolvido com base em levantamentos topográficos executados pelo Consórcio, referenciado ao SICAD, em escala 1:2.000 com curvas de nível a cada metro. Em alguns trechos foram utilizados desenhos da base cartográfica do SICAD.

No que tange a interferências, foram obtidos dados cadastrais junto à CEB (rede elétrica), CAESB (tubulações de água), Telebrasil (instalações de telefonia) e NOVACAP (galeria de águas pluviais). Também foram mantidos contatos no DER e no DNIT para obtenção de informações sobre as rodovias de interesse para o projeto em pauta.

Na definição do traçado das adutoras foram estabelecidos caminhamentos que resultassem nas melhores condições construtivas e operacionais.

Com base nos resultados das sondagens disponíveis, foram estimadas as características de escavação, de escoramento, de assentamento das tubulações, de reaterro e compactação do solo nas valas.

A nível de projeto básico, e na ausência de medições da resistividade do solo, estimou-se uma proteção catódica para as adutoras que serão executadas em aço carbono, através de "corrente impressa", utilizando-se retificador de 110 V/30 A, com 20 anodos e 10 pontos de teste.

Na fase de projeto executivo recomenda-se a execução de levantamentos topográfico e geotécnico detalhados na faixa de caminhada das adutoras para melhor definição das interferências e aspectos construtivos das adutoras, bem como levantamento da resistividade dos solos ao longo das adutoras de aço para o projeto de proteção catódica.

A seguir são apresentadas as características das adutoras responsáveis pela condução da água tratada para a alimentação dos vários Centros de Reservação.

5.2 Adutora AD- 06

A adutora AD-06 conduzirá água tratada, por recalque, através da Estação Elevatória EAT-06, da ETA Paranoá até os Centros de Reservação RAP-LS3 e LS2.

A vazão prevista para o final do plano na adutora AD-06, será de 1.050 l/s.

Essa linha terá extensão total de 7.246 m e ser construída com tubos de ferro fundido série K7 com ponta e bolsa e juntas elásticas. Até a derivação para o RAP-LS2 a adutora terá extensão de 7020 m e diâmetro de 800 mm. Após a derivação para RAP-LS2 a adutora terá extensão de 226 m e diâmetro de 600 mm.

Para o detalhamento dessa adutora, em planta e perfil, nas escalas 1:200 (V) e 1:2000 (H), estabeleceu-se que a Estaca 0 (zero) estará localizada junto à EAT AD-06, a ser implantada na área da ETA.

Essa adutora, em seu trecho inicial, desenvolve-se pela margem esquerda de uma estrada vicinal, nas proximidades da ETA, e logo a seguir deflete à esquerda, passando a acompanhar, no sentido Norte-Sul e em toda a sua extensão, a faixa situada à esquerda da rodovia DF-001, atualmente com uma única pista de tráfego. De acordo com informações obtidas, a segunda pista deverá ser construída no lado oposto, ou seja, a oeste da via existente.

Dessa adutora sairá uma derivação, com diâmetro de 500 mm, para alimentar o reservatório existente RAP-LS2. Essa derivação deverá cruzar a rodovia DF-001, através de obra executada por método não destrutivo (MND), obedecendo às normas do DER-DF. A vazão derivada no referido ponto, de 354 L/s, será suficiente para atender também, através da adutora AD-12, o Centro de Reserva RAP-LS1, existente. Nesta derivação, na entrada do RAP-LS2, deverá ser implantada uma válvula de Controle, para garantir uma melhor performance no funcionamento hidráulico do sistema.

O ponto final da adutora corresponde a estaca 362+5,893 m posicionada junto ao Centro de Reserva RAP-LS3.

No desenho P.PBA.DEN.PAR.ADT.02.101 são apresentados a planta e perfil reduzido da adutora, nas escalas 1:10.000 (H) e 1:500 (V). Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.02.102 a 110 são apresentadas as plantas e os perfis da adutora para o RAP-LS3 e da sub-adutora para o RAP-LS2 nas escalas 1:2.000 (H) e 1: 200 (V).

Foram previstas válvulas de descarga e ventosas ao longo da adutora, conforme indicado nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.02.111 e 112. Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.02.113 e 114 são mostradas duas travessias por método não destrutivo previstas na sub-adutora para o RAP-LS2.

5.3 Adutora AD-07

A adutora AD-07 conduzirá água tratada, por recalque, através da Estação Elevatória EAT-07, da ETA Paranoá até o Centro de Reserva RAP-PR2, existente, que atende atualmente a região denominada Paranoá.

No projeto desta adutora utilizou-se, para o detalhamento do primeiro trecho, plantas do SICAD, com curvas de nível de 5 em 5 metros. Para o segundo e terceiro trechos foi utilizado o levantamento topográfico elaborado pelo Consórcio.

A vazão a ser veiculada no final do plano nessa adutora corresponde a 1.740 l/s.

Essa linha terá extensão total de 8.431 m, sendo 4.200 m em diâmetro de 1100 mm (44"), com tubos de aço carbono soldados, e os restantes 4231m em diâmetro 1000 mm, com tubos de ferro fundido classe K7 com ponta e bolsa e juntas elásticas.

No trecho em aço, as classes de pressão, o tipo de aço e as espessuras de chapa a serem empregadas serão os seguintes:

- Trecho 1, entre as estacas 0 e 11+1,885 m, classe PN-16 e aço ASTM 1018 grau A-36 com espessura de 5/16";
- Trecho 2, entre as estacas 11+1,885 e 107+11 m, classe PN-25 e aço API X-60 com espessura de 5/16";
- Trecho 3, entre as estacas 107+11m e 162, classe PN-40 e aço API X-60 espessura de 3/8";
- Trecho 4, entre as estacas 162 e 210 , classe PN-25 e aço API X-60 com espessura de 5/16".

No trecho em ferro fundido, as classes de pressão a serem empregadas serão os seguintes:

- Trecho 1, entre as estacas 210 e 272, classe PN-16;
- Trecho 2, entre as estacas 272 e 421+11,23 m, classe PN-10 .

Para o detalhamento da adutora, em planta e perfil, nas escalas 1:2000 (H) e 1:200(V), estabeleceu-se que a Estaca 0 estará localizada junto à EAT AD-07 e a Estaca Final (421+11,230 m) nas proximidades RAP-PR2.

Essa adutora, no seu primeiro trecho com cerca de 4.041 m, desenvolve-se através de uma estrada vicinal, nas proximidades da ETA, e logo a seguir passa a acompanhar arruamentos mal delineados, localizados numa gleba de terreno situada a jusante da Usina Hidrelétrica de Paranoá, cruzando o canal de descarga da usina na Estaca 152+10,00m. Em seguida o traçado da adutora deflete à esquerda, alcançando uma estrada secundária a qual vai convergir, num ângulo de aproximadamente 90°, com a rodovia DF-001. A partir desse ponto, em seu segundo trecho, a adutora passa a acompanhar, no sentido Sul-Norte, numa extensão de 4.390 m, a faixa situada à direita dessa rodovia, atualmente com uma única pista de tráfego. De acordo com informações obtidas, a segunda pista deverá ser construída no lado oposto, ou seja, a oeste da via existente. Na intersecção dessa rodovia com a DF-005, a adutora, agora em seu terceiro trecho, deflete à esquerda na Estaca 395+17,239 m. O ponto final dessa linha se dará junto ao Centro de Reserva RAP-PR2 na estaca 421+11,000 m.

No desenho P.PBA.DEN.PAR.ADT.03.101 são apresentados a planta e perfil reduzido da adutora, nas escalas 1:12.500 (H) e 1:1.000 (V). Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.01.102 a 110 são apresentadas as plantas e os perfis da adutora, nas escalas 1:2.000 (H) e 1: 200 (V).

Foram previstas válvulas de descarga e ventosas ao longo da adutora, conforme indicado nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.03.112 a 113.

Foram necessárias quatro travessias, apresentadas nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.03.114 a 117.

5.4 Adutora AD-09

A adutora AD-09 conduzirá água tratada, por recalque, através da Estação Elevatória EAT-09, desde o RAP-PR2 até o Centro de Reservação RAP-TQ2 (Taquari).

Para o detalhamento da adutora utilizou-se levantamento topográfico, referenciado ao SICAD, em escala 1:2.000 com curvas de nível a cada metro.

No desenho P.PBA.DEN.PAR.ADT.04.101 são apresentados a planta e perfil reduzido da adutora, nas escalas 1:20.000 (H) e 1:500 (V). Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.04.102 a 113 são apresentados a planta e perfil da adutora, nas escalas 1:2000 (H) e 1:200 (V).

A vazão prevista para o final do plano na adutora AD-09 será de 1.050 l/s.

Essa linha terá extensão total de 10.249 m, diâmetro de 800 mm, e será executada com tubos de ferro fundido série K7 com ponta e bolsa e juntas elásticas.

Para o detalhamento dessa adutora, em planta e perfil, nas escalas 1:200 (V) e 1:2000 (H), estabeleceu-se que a estaca 0 estará localizada junto à EAT AD-09, a ser implantada na área do RAP-PR2.

Essa adutora, em seu trecho inicial, desenvolve-se pela margem esquerda da DF-005, e logo a seguir deflete à esquerda, passando a acompanhar, no sentido Sul-Norte e em toda a sua extensão, a faixa situada à direita da rodovia DF-001, atualmente com uma única pista de tráfego. De acordo com informações obtidas, a segunda pista deverá ser construída no lado oposto, ou seja, a oeste da via existente.

O ponto final dessa adutora (estaca 512+8,858 m) estará posicionado junto ao Centro de Reservação RAP-TQ2.

As Caixas de Descarga e de Ventosas estão locadas nos desenhos da adutora. Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.04.114 e 115 são apresentados detalhes destas caixas.

No desenho P.PBA.DEN.PAR.ADT.04.116 e 117 é apresentado o detalhamento de duas travessias previstas na adutora.

5.5 Adutora AD-10

A adutora AD-10 terá início no futuro Centro de Reservação RAP-TQ2 (Taquari 2) e conduzirá água tratada, por gravidade, até o Centro de Reservação RAP-SO5 (Sobradinho), através de uma linha com 10220m de extensão formada por tubos com diâmetro de 800mm, de ferro fundido série K7, com ponta e bolsa e juntas

elásticas. Esta adutora apresenta dois trechos com vazões distintas: o 10A com extensão de 2.740 m e o 10 B com 7.480 m.

As vazões a serem aduzidas, previstas para o fim de plano, serão de 903 l/s no primeiro trecho (10A) e de 742 l/s no segundo trecho (10B). No ponto de transição entre os dois trechos (S16) haverá uma derivação para rede de distribuição, com vazões previstas de 137 e 208 l/s, no início e no final de plano, controlada por válvula controladora de vazão.

Para o detalhamento da adutora utilizou-se a base topográfica do SICAD para o trecho 10A e o levantamento topográfico executado pelo Consórcio para o trecho 10B, ambos na escala 1:2.000. O levantamento do SICAD apresenta-se com curvas de nível a cada cinco metros; já o levantamento topográfico possui curvas de nível a cada metro.

No desenho P.PBA.DEN.PAR.ADT.05.101 são apresentados a planta e perfil reduzido da adutora, nas escalas 1:12.500 (H) e 1:1.000 (V). Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.05.102 ao 113 são apresentados a planta e perfil da adutora, nas escalas 1:2.000 (H) e 1:200 (V).

Para o detalhamento dessa adutora, em planta e perfil, nas escalas 1:200 (V) e 1:2.000 (H), estabeleceu-se que a estaca 0 estará localizada nas proximidades da área do RAP-TQ2.

Essa adutora, em seu trecho inicial, desenvolve-se pela margem da DF-441, e mais adiante deflete à direita, passando a acompanhar, em toda a sua extensão, faixas situadas à direita da rodovia BR-020, com duas pistas de tráfego.

O ponto final dessa adutora (estaca 511+0,00 m) estará posicionado junto ao Centro de Reserva RAP-SO5.

Esta adutora não necessita ventosas. As Caixas de Descarga estão locadas nos desenhos da adutora. No desenho P.PBA.DEN.PAR.05.114 são apresentados detalhes destas caixas.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.05.115 ao 118 são apresentados os esquemas propostos para as quatro travessias previstas para a adutora.

5.6 Adutora AD-12

Essa adutora conduzirá água tratada, por gravidade, através de uma linha existente, constituída por tubulação de ferro fundido, classe K7, com diâmetro de 400 mm e 4.200 m de extensão, desde o RAP-LS2 até o RAP-LS1. A vazão a ser veiculada no final de plano será de 225 l/s.

Para o detalhamento dessa adutora utilizou-se a base topográfica do SICAD, na escala 1:2.000. O levantamento do SICAD apresenta-se com curvas de nível a cada cinco metros.

No desenho P.PBA.DEN.SBT.ADT.12.001 são apresentados a planta e perfil reduzido da adutora, nas escalas 1:10000 (H) e 1:1.000 (V).

5.7 Adutora AD-13

A adutora AD-13 conduzirá água tratada, por recalque, através da Elevatória de Água Tratada AD-13, a ser implantada junto ao futuro Centro de Reservação RAP-LS3, até o Centro de Reservação RAP-TR1 (Tororó) com derivação para os Centros de Reservação do Manguelral e Papuda.

Para o detalhamento da adutora utilizou-se levantamento topográfico, referenciado ao SICAD, em escala 1:2.000 com curvas de nível a cada metro.

No desenho P.PBA.DEN.PAR.ADT.07.101 são apresentados a planta e perfil reduzido da adutora, nas escalas 1:10.000 (H) e 1:500 (V). Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.07.102 ao 110 é apresentado o detalhamento da adutora, e da sub-adutora que alimentará Papuda, a nível de projeto básico. A sub-adutora que alimentará Manguelral, de pequena extensão, foi detalhada nos desenhos do Centro de Reservação Manguelral.

As vazões previstas para o final de plano na adutora AD-13, serão de 324 l/s para o primeiro trecho, 196 l/s para o segundo e 125 l/s para o terceiro trecho.

Essa linha terá extensão total de 7.760 m, diâmetros de 500 e 400 mm, e será executada com tubulação de ferro fundido, com junta elástica, classe K7.

Para o detalhamento dessa adutora, em planta e perfil, nas escalas 1:200 (V) e 1:2000 (H), estabeleceu-se que a Estaca 0 (zero) estará localizada nas proximidades da Estação Elevatória a ser implantada no Centro de Reservação RAP-LS3.

Essa adutora cruza a rodovia DF-001, através de travessia em método não destrutivo (MND), desenvolve-se pela margem direita, passando a acompanhar, no sentido norte-sul e em toda a sua extensão, a faixa da rodovia DF-001, atualmente com uma única pista de tráfego. De acordo com informações obtidas, a segunda pista deverá ser construída no lado oposto, ou seja, a leste da via existente.

O ponto final dessa adutora (estaca 388) estará posicionado junto ao Centro de Reservação RAP-TR1.

As Caixas de Descarga, de Ventosa e de Válvula Quebra-Vácuo previstas estão locadas nos desenhos da adutora. Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.07.112 e 114 são apresentados detalhes destas caixas.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.07.115 e 116 são apresentados o projeto das travessias previstas na adutora.

5.8 Adutora AD-14

A adutora AD-14 conduzirá água tratada, por gravidade, do Centro de Reservação RAP-LS3 até o RAP-SS1 (São Sebastião), através de uma linha constituída por dois trechos, sendo um com diâmetro de 600 mm e extensão de 3.383 m, e o outro com diâmetro de 500 mm e extensão de 2.870 m.

Para o detalhamento desta adutora utilizou-se a base topográfica do SICAD, na escala 1:2.000. O levantamento utilizado possui curvas de nível de metro em metro,

nos trechos inicial e final da adutora, e curvas de nível a cada cinco metros, em seu trecho intermediário.

No desenho P.PBA.DEN.PAR.ADT.08.101 são apresentados a planta e perfil reduzido da adutora, nas escalas 1:10.000 (H) e 1:1.000 (V). Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.ADT.08.102 ao 108 é apresentado o detalhamento da adutora a nível de projeto básico.

A vazão prevista para o final do plano (ano 2040), no ponto inicial da adutora AD-14, será de 444 l/s.

Essa linha terá extensão total de 6.084 m, será executada com tubulação de ferro fundido com junta elástica classe K7 será constituída por dois trechos distintos, em série:

- 1º Trecho: com diâmetro de 600 mm e extensão de 3.276 m;
- 2º Trecho: com diâmetro de 500 mm e extensão de 2.808 m.

Para o detalhamento dessa adutora, em planta e perfil, nas escalas 1:200 (V) e 1:2.000 (H), estabeleceu-se que a estaca 0 estará localizada nas proximidades da área do RAP-LS3. O ponto final dessa adutora (estaca 304+3,740 m) está localizado junto ao Centro de Reserva RAP-SS1

As Caixas de Descarga e de Ventosas estão locadas nos desenhos da adutora. Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.08.109 e 110 são apresentados detalhes destas caixas.

5.9 Adutora ADT AT-NC1

A adutora ADT AT-NC1, projetada pela CAESB e reproduzida pelo Consórcio, conduzirá a água tratada, por recalque, do RAP-SO5 até o RAP-NC1 (Nova Colina) através de tubulação em PVC DEFoFo com diâmetro 250mm e uma extensão de 2.137,70m. A vazão prevista para essa adutora é de 39 l/s.

O estudo dos transientes hidráulicos na adutora ADT AT-NC1 demonstrou ser desnecessária a inclusão de dispositivos de proteção contra os efeitos adversos desses transientes, portanto, os acessórios que irão compor a adutora serão apenas registros para descargas, e ventosas.

O perfil da adutora está detalhado no desenho P.PBA.DEN.PAR 06.101.

6. Centros de reservação

6.1 Introdução

Os locais, volumes e níveis dos centros de reservação foram extraídos do relatório "Análise das Interligações do Sistema São Bartolomeu com os Sistemas Existentes", do Estudo de Viabilidade, e de complementações oriundas de revisões posteriores da CAESB.

De acordo com a concepção preconizada nos citados trabalhos, é proposta a construção de novos Centros de Reservação, o RAP-LS3, o RAP-TR1, RAP-TQ2, Mangueiral e NC1, a implantação de novos reservatórios em áreas contíguas aos centros existentes RAP-LS1, RAP-SS1, RAP-PR2 e RAP-LN1, e o aproveitamento de centros existentes RAP-LS2 e RAP-SO5 mediante pequenas obras de remanejamento de tubulações.

O Centro de Reservação RAP-LS2 não terá sua capacidade ampliada e funcionará como alimentador do RAP-LS1. O RAP-SO5 também não será ampliado e será alimentado a partir do RAP-TQ2.

Segundo decisão da CAESB, os novos reservatórios serão de seção circular em planta, executados em chapas de aço carbono, de acordo com os padrões já utilizados pela CAESB.

Na ausência de levantamentos topográficos específicos para essas áreas especiais, utilizou-se a base cartográfica do SICAD.

Os Centros de Reservação serão operados a distância, via rádio, a partir do Centro de Controle Operacional (CCO) da ETA. Todos Centros de Reservação terão na sua tubulação de entrada um medidor eletromagnético de vazão, do tipo inserido, e todos reservatórios terão medidores de nível do tipo ultrassônico que enviarão sinais para o CCO. Do CCO poderão ser controlados os níveis dos Centros de Reservação alimentados por elevatórias, através da alteração do número de conjuntos motor bomba em operação e/ou da alteração da rotação dos mesmos. Do CCO poderão ser controlados os níveis dos Centros de Reservação alimentados por gravidade, através da alteração da abertura de válvulas de controle de vazão com acionamento elétrico, que enviarão para o CCO sinais com os percentuais de abertura das válvulas.

A seguir é apresentada uma descrição sucinta dos Centros de Reservação onde são previstas implantações de novos reservatórios ou elevatórias.

6.2 Centro de Reservação RAP- LS3

Este Centro de Reservação deverá ser implantado numa gleba de terreno a ser adquirida pela CAESB e receberá água recalcada através da adutora AD-06.

Compreenderá dois reservatórios cada um com capacidade de 2.000 m³, executados em duas etapas, e a EAT AD-13.

Além de fornecer água para a alimentação da referida elevatória, esse Centro de Reservação alimentará, por gravidade, Centro de Reservação RAP SS1 através da adutora AD-14.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.RES.01.101 ao 109 é esquematizado o centro de reservação.

6.3 Centro de Reservação RAP-LS1

Atualmente, existe nessa área, pertencente a CAESB, um reservatório de concreto armado, com volume útil de 4.500 m³, o qual abastece parte da região do Lago Sul. Está prevista a implantação nessa área, já em primeira etapa, de mais um reservatório com capacidade de 3.000 m³.

A alimentação desse Centro de Reservação se dará através da adução de água, por gravidade, a partir do Centro de Reservação RAP-LS2, existente, o qual receberá água de uma derivação da adutora AD-06. Essa adução será feita utilizando-se uma linha existente, constituída por uma tubulação de ferro fundido, classe K7, com diâmetro de 400 mm.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.RES.03.101 ao 105 é esquematizado o centro de reservação.

6.4 Centro de Reservação RAP-SS1

A região denominada por São Sebastião é atendida, atualmente, por cerca de 20 poços tubulares profundos, cuja produção é encaminhada a dois centros de reservação, designados por RAP-SS1 e RAP-SS2.

De acordo com a nova configuração preconizada para o Sistema São Bartolomeu, essa região passará a receber água do Centro de Reservação RAP-LS3, através da adutora AD-14, por gravidade, que alimentará o Centro de Reservação RAP-SS1.

Esse centro de reservação, pertencente a CAESB, possui dois reservatórios metálicos, com capacidade unitária de 2.000 m³.

Para fazer face às demandas futuras, foi prevista a implantação de mais dois reservatórios, sendo um em cada etapa, cada um com volume de 3.000 m³.

Tendo em vista que a topografia da área disponível é acentuadamente inclinada, é prevista a construção dos novos reservatórios em patamar mais elevado que o patamar dos reservatórios existentes. Para permitir a operação automática dos reservatórios, foi prevista a instalação de válvulas de altitude auto-operadas, controladas pelos níveis de água em cada reservatório e válvulas de retenção nas tubulações de saída dos reservatórios existentes, situados em patamar mais baixo.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.RES.04.101 ao 106 é esquematizado o centro de reservação.

6.5 Centro de reservação Mangueiral

Este centro de reservação foi projetado pela CAESB e adaptado pelo Consórcio para introduzir sua nova alimentação.

Serão construídos dois reservatórios metálicos, cada um com capacidade de 4.000 m³, que serão alimentados a partir de derivação da adutora AD-13.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.RES.05.101 ao 108 é esquematizado o centro de reservação

6.6 Centro de Reservação RAP-TR1

Este novo centro de reservação deverá ser implantado numa área a ser adquirida pela CAESB.

Neste centro serão implantados, em duas etapas, dois reservatórios cada um com 1500 m³ de capacidade, que serão alimentados por gravidade pela adutora AD-13, a partir do Centro de Reservação RAP-LS3.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.RES.07.101 ao 107 é esquematizado o centro de reservação.

6.7 Centro de Reservação RAP-PR2

Atualmente existe na área do RAP-PR2 um único reservatório, de concreto armado, com volume de 5.000 m³, que abastece as redes da região conhecida como Paranoá.

Está previsto para esse Centro de Reservação, a implantação da Elevatória de Água Tratada EAT-09 e dois reservatórios metálicos circulares, em duas etapas de obras, cada um com capacidade de 5.000 m³, totalizando 10.000 m³. Para essas ampliações, será necessária a aquisição, por parte da CAESB, de um terreno localizado nas proximidades do RAP-PR2.

A água será aduzida ao Centro de Reservação por meio da elevatória EAT AD-07 e adutora por recalque, AD-07. Desse centro partirão as adutoras AD-08, por gravidade, e a AD-09, por recalque.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.RES.08.101 ao 109 é esquematizado o centro de reservação.

6.8 Centro de Reservação RAP-TQ2

Este Centro de Reservação também deverá ser implantado em um terreno a ser adquirido pela CAESB.

Serão construídos dois reservatórios, cada um com capacidade de 4.000 m³, em duas etapas. Estas unidades, localizadas num ponto de cota elevada, se constituirão no elemento de transição entre a adutora de recalque AD-09 e a adutora de gravidade AD-10.

O centro de reservação, além de fornecer água para a alimentação do Centro de Reservação RAP-SO5, abastecerá as redes localizadas em sua área de influência.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.RES.09.101 ao 106 é esquematizado o centro de reservação.

6.9 Centro de reservação RAP-NC1

O RAP-NC1 foi projetado pela CAESB para abastecer o Setor Habitacional Nova Colina.

Neste Centro será implantado um reservatório metálico com capacidade de 1000 m³, que será alimentado pela adutora por recalque ADT-NC1, cuja origem é na elevatória EAT-NC1 e término no RAP-NC1.

Nos desenhos P.PBA.DEN.PAR.RES.11.101 ao 104 está esquematizado o centro de reservação a partir de desenhos fornecidos pela CAESB.