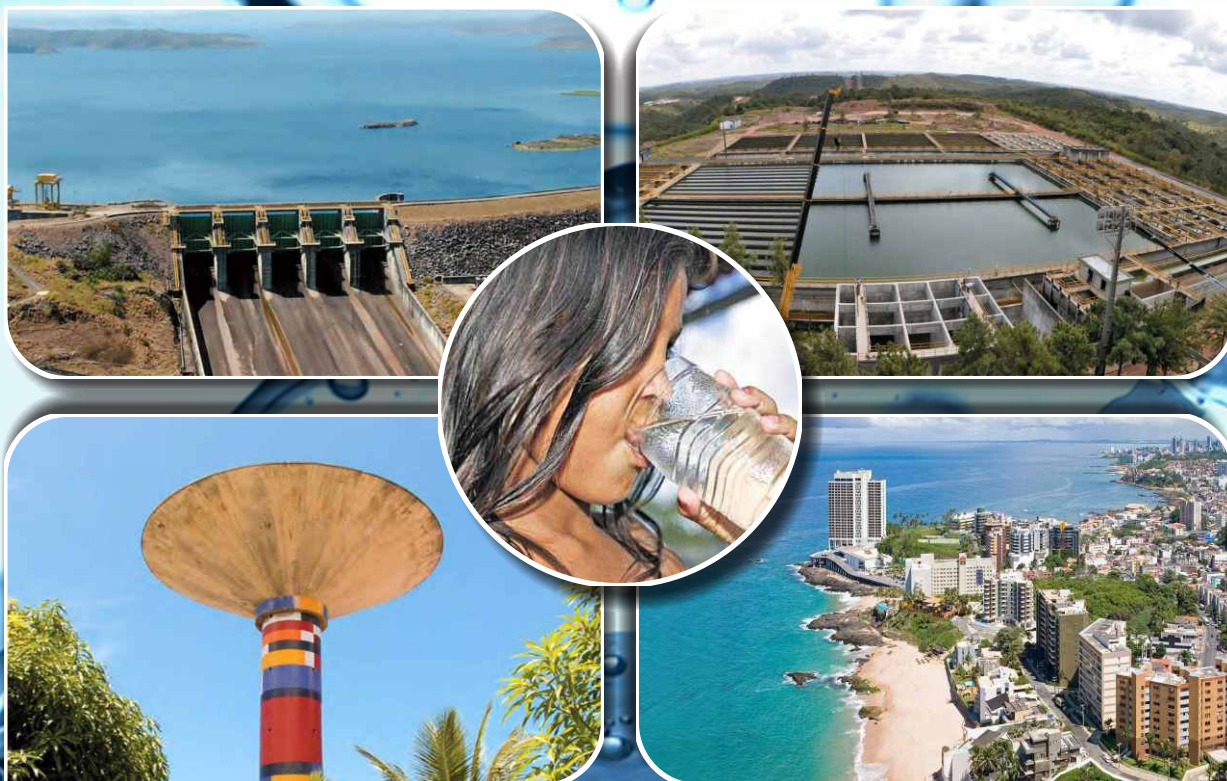


CONTRATO Nº 001/2014



PLANO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR, SANTO AMARO E SAUBARA

RELATÓRIO PARCIAL FASE 1 - TOMO II - ESTUDOS BÁSICOS

VOL. 04 – DIAGNÓSTICOS DOS SAA – RESERVATÓRIOS, REDES DE
DISTRIBUIÇÃO, AVALIAÇÃO DE PERDAS FÍSICAS E EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA

CAP.7 – MUNICÍPIO DE POJUCA

GEOHIDRO

REV.01 - JANEIRO DE 2016

GOVERNADOR DO ESTADO DA BAHIA

Rui Costa

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA E SANEAMENTO

Cássio Ramos Peixoto
Secretário

SUPERINTENDÊNCIA DE SANEAMENTO

Carlos Fernando Gonçalves de Abreu
Superintendente

DIRETORIA DE SANEAMENTO URBANO

Geraldo de Senna Luz
Diretor

Anésio Miranda Fernandes
Coordenador

GRUPO DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO – GAT

Engenheiro Civil	Carlos Fernando Gonçalves de Abreu
Engenheiro Civil	Anésio Miranda Fernandes
Analista Técnica	Tônia Maria Dourado Vasconcelos
Engenheira Civil	Renata Silveira Fraga
Engenheira Civil	Márcia Faro Dantas
Engenheiro Civil	Antonio Carlos Fiscina Mesquita
Engenheiro Agrônomo	Leonardo de Sousa Lopes

GEOHIDRO CONSULTORIA SOCIEDADE SIMPLES LTDA.

COORDENAÇÃO GERAL

Carlos Francisco Cruz Vieira

GERÊNCIA DE CONTRATO

Carlos Alberto Carvalho Heleno

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Engº. Civil e Sanitarista Edson Salvador Ferreira

EQUIPE TÉCNICA

Engenheiro Civil e Sanitarista	José Geraldo Barreto
Engenheiro Civil	Raydalvo Landim L. B. Louzeiro
Engenheiro Civil	André Luiz Andrade Queiroz
Engenheira Civil	Swan Pires Marques e Amorim
Engenheiro Civil	Leonardo Muller Adaime
Engenheira Sanitarista e Ambiental	Alessandra da Silva Faria
Engenheira Ambiental	Raquel Pereira de Souza
Engenheira Sanitarista e Ambiental	Renata Ramos Pinto
Engenheira Sanitarista e Ambiental	Olga Braga Oliveira
Engenheiro Civil	Francisco Henrique Mendonça
Geógrafo	Myron Paterson Neto
Geógrafo	Maurílio Queirós Nepomuceno
Designer Gráfico	Carlos Eduardo Araújo
Projetista Cadista	Jair Santos Fernandes
Cadista	Sérgio Marcos de Oliveira
Estagiária	Jamile Leite Bulhões
Estagiária	Raysa Paula Rosa Rocha
Estagiário	Údson Renan dos Santos Silva

RELATÓRIO PARCIAL

FASE 1 – TOMO II – ESTUDOS BÁSICOS

VOLUME 04 – DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – RESERVATÓRIOS, REDES DE DISTRIBUIÇÃO E AVALIAÇÃO DE PERDAS FÍSICAS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

CAPÍTULO 07 – DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – RESERVATÓRIOS, REDES DE DISTRIBUIÇÃO E AVALIAÇÃO DE PERDAS FÍSICAS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – MUNICÍPIO DE POJUCA

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	6
7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	7
7.2 SAA DE POJUCA	9
7.2.1 Reservatórios	11
7.2.2 Rede de Distribuição	13
7.2.2.1 Zoneamento do Sistema de Distribuição	13
7.2.2.2 Metodologia Seguida no Diagnóstico das Linhas Tronco da Rede de Distribuição	14
7.2.2.3 Rede de Distribuição de Pojuca	16
7.2.3 Avaliação de Perdas Físicas e Eficiência Energética	18
REFERÊNCIAS	20
ANEXOS	21
ANEXO 1 – Memorial de cálculo – Linhas tronco do SAA Sede Municipal de Pojuca	22
ANEXO 2 – Croqui esquemático das linhas tronco do SAA Sede Municipal de Pojuca	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 7.1 – Espacialização das unidades do SAA de Pojuca	8
Figura 7.2 – Croqui esquemático do SAA de Pojuca	10
Figura 7.3 - Reservatório Apoiados (RAP's 500 e 900).....	12
Figura 7.4 - REL 300, utilizado na lavagem dos filtros	12
Figura 7.5 - REL 300, utilizado como reservatório de compensação	12
Figura 7.6 – Delimitação das áreas de influência por nó e arranjo das redes de linha tronco de Pojuca.....	17

LISTA DE QUADROS

Quadro 7.1 –Descrição sucinta das unidades apresentadas nos Volumes 2 e 3 dos sistemas de abastecimento de água que atendem ao município de Pojuca	7
Quadro 7.2 - Principais características técnicas dos reservatórios que compõem o SAA de Pojuca	11
Quadro 7.3 - Volumes de reservação requeridos e existentes no SAA de Pojuca	13
Quadro 7.4 - Equações Hidráulicas	15
Quadro 7.5 - Área, população e demanda por nó da rede de linha tronco de Pojuca	16
Quadro 7.6 - SAA de Pojuca: Índices de Perdas no ano 2013/2014	19

APRESENTAÇÃO

Em 17 de fevereiro de 2014, a então Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (SEDUR) celebrou com a GEOHIDRO o Contrato nº 001/2014, referente à prestação de serviços de consultoria para a elaboração do Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador (PARMS), Santo Amaro e Saubara. Em 2015, com a criação da Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento (SIHS), pela Lei Estadual nº 13.204, de 11 de dezembro de 2014, por força do Primeiro Termo de Apostilamento ao Contrato nº 001/14, a SIHS passou a gerir o referido contrato e a acompanhar o desenvolvimento do PARMS.

O referido Plano tem como objetivo geral diagnosticar a situação atual do abastecimento de água na RMS e propor ações com viabilidade técnica, econômica e social, que garantam o fornecimento de água em quantidade e qualidade satisfatórias para as demandas nessa região, nos próximos 25 anos.

Conforme estabelecido no Termo de Referência, os documentos a serem produzidos e emitidos referentes aos estudos contratados deverão obedecer à seguinte estrutura básica:

- TOMO I – Relatório Sinopse;
- TOMO II – Relatório de Estudos Básicos, compreendendo:
 - Volume 1 – Relatório de População e Demanda;
 - Volume 2 – Relatório de Diagnóstico dos SAA (Mananciais, Barragens e Captações);
 - Volume 3 – Relatório de Diagnóstico dos SAA (Adutoras, Estações Elevatórias e Estações de Tratamento de Água);
 - Volume 4 – Relatório de Diagnóstico dos SAA (Reservatórios, Redes de Distribuição, Avaliação de Perdas Físicas e Eficiência Energética);
- TOMO III – Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade;
- TOMO IV – Relatório das Diretrizes e Proposições;
- TOMO V – Relatórios da Avaliação Ambiental Estratégica, incluindo:
 - Volume 1 – Relatório da Qualidade Ambiental;
 - Volume 2 – Relatório da Avaliação Ambiental Estratégica.

O presente relatório, intitulado *Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água – Reservatórios, Redes de Distribuição e Avaliação de Perdas Físicas e Eficiência Energética do Município de Pojuca*, trata-se de produto parcial que constitui o Capítulo 7 do Tomo II, Volume 4 – Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água – Reservatórios, Redes de Distribuição e Avaliação de Perdas Físicas e Eficiência Energética.

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na área de abrangência do município de Pojuca existe apenas um sistema de abastecimento de água constituído das unidades de captação, adução, estação de tratamento, reservação, redes de distribuição e ligações domiciliares. Esse único sistema é administrado pela Embasa e está subordinado a Unidade Regional de Alagoinhas.

Em volumes anteriores foi apresentado o diagnóstico da situação atual do sistema supracitado, contemplando as seguintes unidades:

- Mananciais, barragens e captações: *Volume 2 – Capítulo 5 – Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água – Mananciais, Barragens e Captações de Pojuca;* e
- Adutoras, estações elevatórias e estações de tratamento de água: *Volume 3 – Capítulo 6 – Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água – Adutoras, Estações Elevatórias e Estações de Tratamento de Água (ETA) de Pojuca.*

O **Quadro 7.1**, a seguir, apresenta uma descrição sucinta das unidades apresentadas nos referidos relatórios.

Quadro 7.1 – Descrição sucinta das unidades apresentadas nos Volumes 2 e 3 dos sistemas de abastecimento de água que atendem ao município de Pojuca

UNIDADES APRESENTADAS			SAA POJUCA
VOLUME 2 – CAPÍTULO 5 – MANANCIAIS, BARRAGENS E CAPTAÇÕES	Manancial		Superficial (rio Una)
	Barragens e Represas		Não se aplica
	Captações		Tomada direta
VOLUME 3 – CAPÍTULO 6 – ADUTORAS, ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E ETA	Adutoras	Água Bruta	4.931 m
		Água Tratada	1.900 m
	Elevatórias	Água Bruta	2
		Água Tratada	-
	Tratamento de Água		Convencional/Filtro Russo

Fonte: GEOHIDRO, 2014

O presente relatório apresenta o diagnóstico da situação atual das seguintes unidades: reservatórios, redes de distribuição e avaliação de perdas físicas e eficiência energética, integrantes do SAA de Pojuca.

A **Figura 7.1**, a seguir, ilustra a espacialização dessas unidades, bem como as zonas de abastecimento adotadas neste estudo.

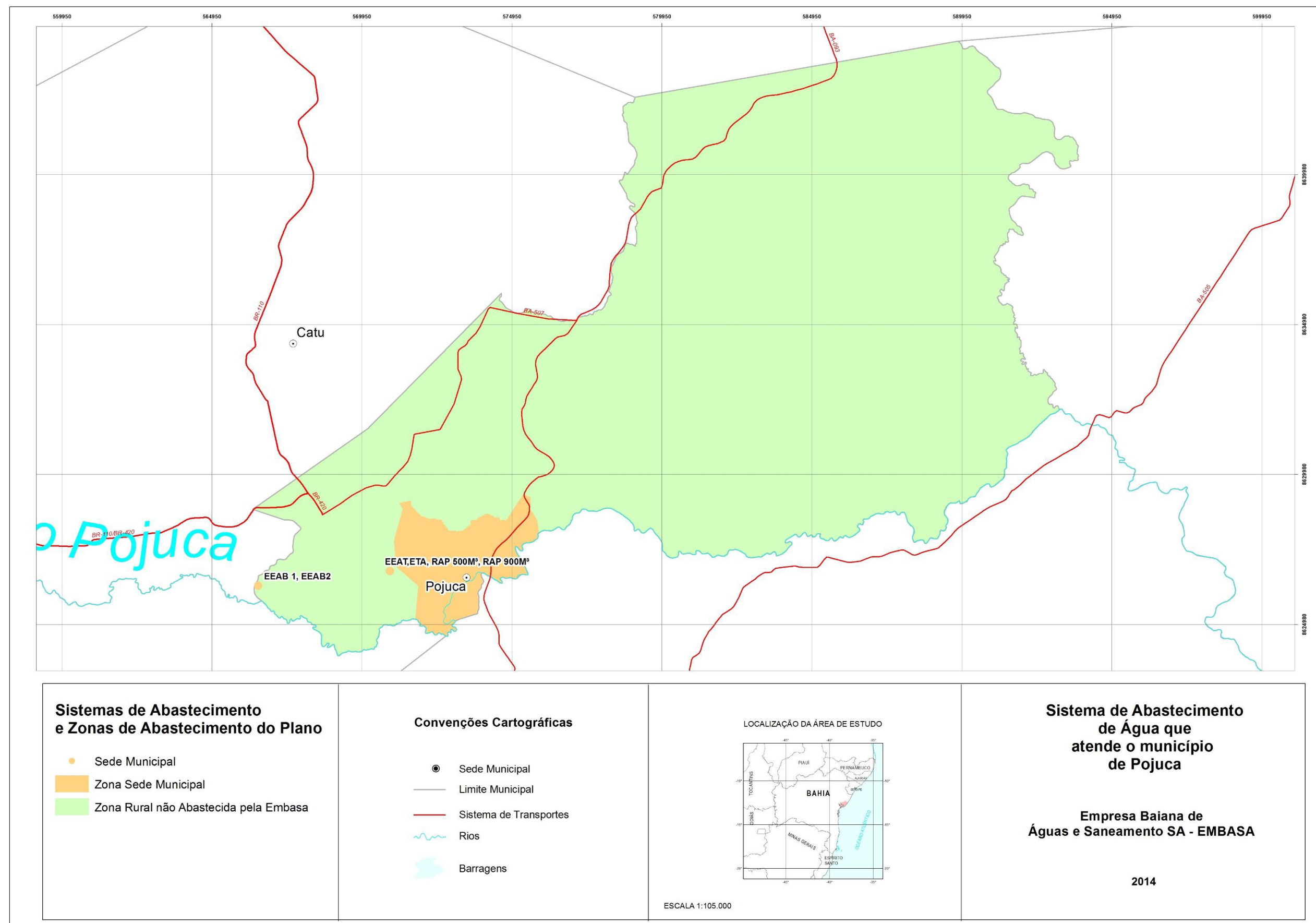


Figura 7.1 – Espacialização das unidades do SAA de Pojuca

Fonte: GEOHIDRO, 2014

7.2 SAA DE POJUCA

O SAA da Sede de Pojuca atende apenas a sede municipal de Pojuca e a localidade de Pau D'Arco, pertencente ao município de Mata de São João.

Atualmente, o SAA de Pojuca é abastecido por manancial de superfície, rio Una, através de uma captação tipo tomada direta, que recalca a água bruta até uma estação elevatória intermediária e desta para a ETA. A ETA é constituída de unidade de mistura rápida (calha *Parshall*), floculadores, decantadores e filtros de fluxo ascendente. Deste ponto, a água é encaminhada por gravidade para dois reservatórios apoiados, ambos implantados na própria área da estação de tratamento. Um desses reservatórios, cujo volume é de 900 m³, tem a função de abastecer a rede de distribuição de água da cidade. O outro reservatório, de 500 m³ de capacidade, serve de poço de sucção da estação elevatória de água tratada que recalca água para um reservatório elevado de 300 m³ utilizado para lavagem dos filtros (**Figura 7.2**), a seguir.

O sistema conta ainda com um reservatório elevado, com capacidade volumétrica de 300 m³, localizado no centro da cidade, mas que, por questão de cota altimétrica desfavorável e pelo arranjo da rede de distribuição, atualmente está sendo utilizado como reservatório de compensação.

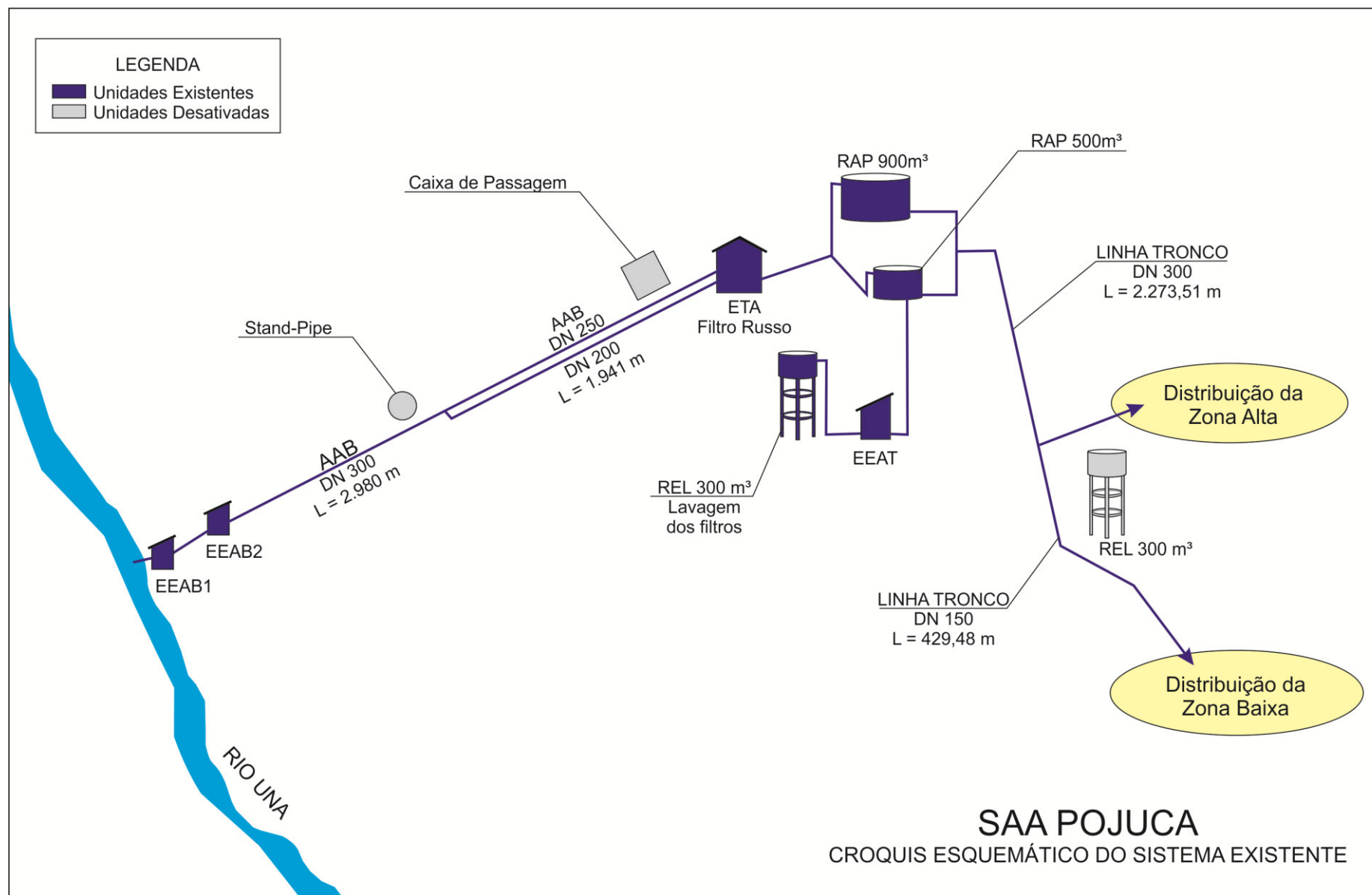


Figura 7.2 – Croqui esquemático do SAA de Pojuca
Fonte: GEOHIDRO, 2015

7.2.1 Reservatórios

Atualmente, o SAA de Pojuca dispõe de três reservatórios que estão posicionados na área destinada à ETA, nas coordenadas 570.892 e 8.626.763 (UTM SAD 69), sendo dois apoiados, com volumes de 500 m³ e 900 m³, e um elevado de 300 m³. A ETA é alimentada pela EEAB2, que por sua vez alimenta os reservatórios apoiados, enquanto que o reservatório elevado (REL 300) é alimentado pela elevatória de água tratada (EEAT), situada também na área da ETA, tendo como função promover a lavagem dos Filtros.

Conforme mencionado anteriormente, além desses três reservatórios, o sistema conta ainda com um reservatório elevado, com capacidade volumétrica de 300 m³, localizado no centro da cidade, mas que, por questão de cota altimétrica desfavorável e pelo arranjo da rede de distribuição, atualmente está sendo utilizado como reservatório de compensação.

Os reservatórios existentes não possuem sistema de automação e de medição de vazão.

O **Quadro 7.2**, a seguir, apresenta uma síntese das principais características técnicas dos reservatórios que compõem o SAA de Pojuca.

Quadro 7.2 - Principais características técnicas dos reservatórios que compõem o SAA de Pojuca

RESERVATÓRIO	COORDENADAS (UTM SAD 69)	TIPO	VOLUME (m ³)	FORMATO	MATERIAL	NA Máximo (m)	NA Mínimo (m)	FUNÇÕES
RAP 500	570.892 8.626.763	Apoiado	500	Circular	Concreto armado	119,30	115,60	- Poço de sucção da EEAT1.
RAP 900		Apoiado	900	Retangular	Concreto armado	120,30	116,60	- Abastecimento da sede de Pojuca; - Tanque de Contato.
REL 300		Elevado	300	Retangular	Concreto armado	SI	SI	- Lavagem dos Filtros
RED 300 (Desativado)	572.779 8.625.535	Elevado	300	Circular	Concreto armado	89,60	85,60	- Reservatório de compensação

Legenda: SI – Sem Informação

Fonte: GEOHIDRO, 2014

A área onde os reservatórios do sistema estão implantados dista cerca de 2 km da zona urbana e apresenta condições satisfatórias de proteção e vigilância, com área cercada e portão para o controle de acesso. Caso necessário, essa área apresenta plenas condições de abrigar novos reservatórios, tanto pela questão do espaço disponível, que é razoável, como pelo aspecto topográfico, pois a referida área pode atender toda a rede de distribuição da localidade totalmente por gravidade.

De um modo geral, os referidos reservatórios se encontram em bom estado de conservação, não apresentando vazamentos indicativos de problemas estruturais.

As fotografias adiante apresentadas ilustram estes comentários.



Figura 7.3 - Reservatório Apoiados (RAP's 500 e 900)

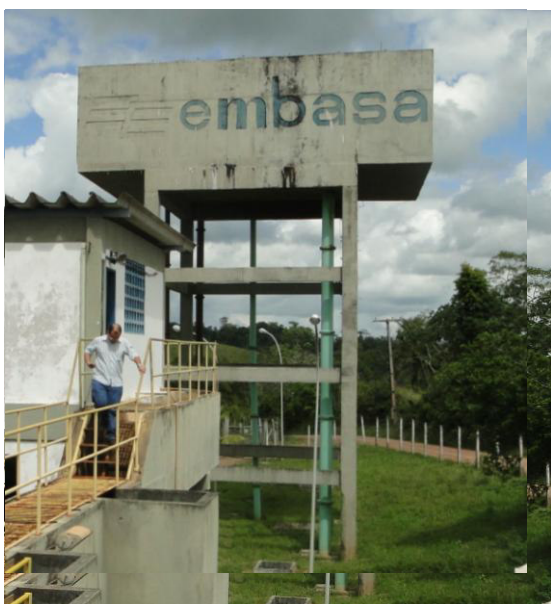


Figura 7.4 - REL 300, utilizado na lavagem dos filtros



Figura 7.5 - REL 300, utilizado como reservatório de compensação

Considerações Finais

Na avaliação da reservação do sistema em questão, foram considerados os seguintes critérios:

- que os reservatórios RAP 900m³ e RAP 500m³, mesmo com as funções complementares de tanque de contato e poço de sucção da EEAT, serão reutilizados na ampliação do sistema, uma vez que os mesmos encontram-se em bom estado de conservação;
- que o reservatório REL 300, atualmente fora de operação, será reincorporado ao sistema, tendo em conta o estado de conservação desse reservatório e a sua posição altimétrica favorável em relação a uma área mais baixa da cidade; e

- que a reservação necessária deve seguir a NB 594 – Elaboração de Projetos Hidráulicos de Redes de Distribuição de Água Potável para Abastecimento Público, a qual recomenda um volume igual a 1/3 do consumo máximo diário de cada setor de abastecimento.

Com base em tais critérios, o **Quadro 7.3** apresenta o volume de reservação atual e de fim de plano requerido pelo sistema, considerando as demandas máximas diárias previstas no Estudo Populacional e de Demanda para a área de abrangência do SAA de Pojuca.

Quadro 7.3 - Volumes de reservação requeridos e existentes no SAA de Pojuca

SISTEMA	RESERVAÇÃO EXISTENTE (m³)	DEMANDA MÁXIMA DIÁRIA (L/s)		RESERVAÇÃO REQUERIDA (m³)		DÉFICIT DE RESERVAÇÃO (m³)	
		2014	2040	2014	2040	2014	2040
Pojuca	1.700	69,76	108,28	2.009	3.118	309	1.419

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Cabe salientar que o RED de 300 m³, que fica na sede do município, está operando como reservatório de compensação, pois, toda a rede de distribuição da cidade está conectada diretamente na tubulação que o alimenta, e como consequência disso, apenas o excedente da água distribuída para a cidade chega até ele. O reservatório não possui cota altimétrica suficiente para atender a parte mais elevada da cidade e a parte mais baixa da cidade fica exposta a pressões elevadas provenientes da ETA. Considerando esses fatores fica evidente que uma reorganização da rede de distribuição poderá possibilitar o reaproveitamento mais adequado para este reservatório além de proporcionar uma melhor distribuição das pressões na rede, ainda mais quando considerando que o mesmo está em bom estado de conservação.

Analisando-se o **Quadro 7.3**, verifica-se que a atual capacidade de reservação do sistema (1.700 m³) é inferior à necessária para atender as demandas atuais e futuras. Desse modo, tendo em vista as deficiências de reservação do SAA de Pojuca, é fundamental a ampliação do atual sistema, considerando também as demandas projetadas para fim de plano (2040).

7.2.2 Rede de Distribuição

7.2.2.1 Zoneamento do Sistema de Distribuição

Foi considerada a setorização da distribuição de água a área de influência de cada reservatório ou setor abastecido através de bombeamento direto para a rede de distribuição, quando isso ocorrer em cada localidade verificada.

A verificação das redes existentes tem como principal objetivo avaliar a capacidade de condução e distribuição de água para cada rede de distribuição, para as vazões de final de plano (2040), a fim de verificar a necessidade de ampliação ou substituição de trechos que possam contribuir com a melhoria das condições de abastecimento, além de proporcionar um maior equilíbrio hidráulico na distribuição de cada setor de abastecimento existente.

A rede de distribuição existente é muito antiga e não atende todos os arruamentos da cidade. A operação local não dispõe de cadastro dessas unidades, com indicação de extensões, diâmetros e materiais.

A rede existente encontra-se bastante desequilibrada hidráulicamente, devido ao fato de ter sido ampliada ao longo dos anos de forma aleatória e sem nenhum critério técnico na tentativa de atender a todos os arruamentos da localidade. Este problema é potencializado nas áreas mais elevadas das localidades, cuja distribuição é bastante precária, fruto das baixas pressões nas tubulações e nas áreas mais baixas que estão

sujeitas a pressões elevadas trazendo como consequência um grande número de ocorrências de vazamentos.

A rede de distribuição será avaliada apenas de uma forma superficial, pois, segundo informação da própria Embasa, não existe cadastro atualizado dessa rede, contando-se apenas com o projeto original que já está bem ultrapassado, em meio impresso e em péssimo estado de conservação, ilegível, sendo inviável extrair as informações necessárias para uma avaliação mais precisa. Por isso, foram consideradas apenas as linhas tronco do único setor de abastecimento definido abastecido diretamente a partir dos reservatórios da área da ETA.

7.2.2.2 Metodologia Seguida no Diagnóstico das Linhas Tronco da Rede de Distribuição

Para a única zona de abastecimento existente foi feita a verificação da rede de linhas tronco compreendendo os trechos com DN igual ou superior a 100.

Para a montagem da rede de linha tronco e definição das vazões de cada nó foram seguidos os seguintes procedimentos.

- Foram identificados e demarcados nos desenhos encontrados das redes fornecidas pela Embasa, os trechos de tubulações existentes com DN igual ou acima de 100;
- Escolha de pontos nesses trechos (nó) que representem parcelas da área da zona de abastecimento;
- Determinação das extensões dos trechos compreendido entre dois nós consecutivos das linhas tronco;
- Determinação das cotas topográficas dos nós obtidos em campo através de GPS;
- Delimitação dos setores censitários definidos pelo IBGE, dividindo toda a área abastecida em apenas duas áreas de densidade, em sobreposição a área de influência de cada nó definido das linhas tronco das redes existentes;
- Delimitação das áreas correspondentes a cada parcela;
- Cálculo das áreas de cada parcela, expressa em hectares;
- Cálculo das populações abastecidas em cada nó antes definido mediante o produto das áreas das parcelas pela respectiva densidade demográfica correspondente;
- Cálculo das vazões concentradas em cada nó antes definido mediante a utilização da população e do *per capita* da referida sede municipal;

Conforme relatado anteriormente, a cidade foi dividida em duas zonas de densidade, sendo a primeira denominada de Área Urbana 01, correspondente ao cento da cidade com uma área de 232,10 ha e uma densidade de 88,69 hab/ha em 2010 e a segunda área foi denominada de Área Urbana 02, correspondente à periferia da cidade, totalizando uma área de 930,29 ha e uma densidade demográfica de 8,38 hab/ha em 2010. Considerando as taxas de crescimento do município, foram encontradas as seguintes densidades populacionais para cada área nos anos de interesse para o estudo:

- Área Urbana 01..... 98,11 hab/ha em 2014 e 152,29 hab/ha em 2040;
- Área Urbana 02..... 9,27 hab/ha em 2014 e 14,38 hab/ha em 2040.

Mais adiante será apresentado um quadro contendo de forma resumida o carregamento dos nós, composta pelas áreas de influência de cada nó com as suas correspondentes populações e demandas, para cada setor de abastecimento, e uma figura ilustrando as linhas tronco avaliadas, com os respectivos setores de abastecimento e as delimitações de cada nó utilizado dentro de cada setor de densidade admitido.

A verificação das linhas tronco foi realizada através do programa EPANET, software que emprega um sistema de equações lineares, resolvido por método iterativo, obedecendo aos critérios de limitação de velocidade,

perdas de carga e pressão, seguindo os critérios de dimensionamento da Norma da ABNT NBR-12218 (Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público). Os critérios e parâmetros adotados no PARMS estão relacionados a seguir:

a) Pressões

Para análise das redes principais existentes, foram consideradas as seguintes recomendações da Norma NBR-12218 /NB-594/77:

- Pressão estática máxima: foi adotada a pressão máxima de 50 mca, tolerando-se, no entanto, que em 10% da área estudada a pressão se situe entre 50 e 60 mca e em 5% da área analisada a pressão fique no intervalo de 60 a 70 mca.
- Pressão dinâmica mínima: foi adotando o valor de 15 mca, uma vez que os estudos das redes apresentadas no PARMS não contemplam as redes secundárias, de forma a identificar se as mesmas respeitam a pressão mínima de 10 mca, conforme recomendação da referida norma.

b) Coeficiente de Rugosidade para (K) para perda de carga unitária:

De acordo com ensaios de pitometria realizados pela EMBASA, a variação do coeficiente de rugosidade das redes existentes em Salvador é muito grande, com valores que oscilam de 0,3 mm, para redes de 7 anos de uso, até 7,0 mm, para algumas redes da Cidade Baixa, com cerca de 40 anos de uso.

Tendo em vista que as redes previstas no PARMS são relativamente antigas e visando uniformizar os estudos sobre essas unidades, recomenda-se que seja adotado um coeficiente de rugosidade único, no valor de 3,0 mm.

c) Perda de carga unitária máxima (8 m/km);

d) Coeficiente de reforço máximo diário (k_1) = 1,2;

Coeficiente de reforço máximo horário (k_2) = 1,5; e

e) Para cálculo da rede de distribuição considerou-se a demanda máxima horária para final de plano (2040).

Além dos critérios, metodologia e parâmetros descritos anteriormente, foram utilizadas as equações apresentadas no **Quadro 7.4**, a seguir, para o dimensionamento hidráulico da rede de distribuição.

Quadro 7.4 - Equações Hidráulicas

DESCRIÇÃO	EQUAÇÃO
Velocidade	$V = (4 \times Q) / (\pi \times D^2)$
Número de Reynolds	$Re = V \times D / \mu$
Coeficiente de Perda de Carga (f)	$1 / f^{(1/2)} = -2 \times \log \times \{k / (3,7 \times D) + 2,51 / (Re \times f^{(1/2)})\}$
Perda de Carga Distribuída (H)	$H = f \times L \times V^2 / (D \times 2 \times g)$

Sendo:

L = Extensão da adutora (m);

D = Diâmetro interno da adutora (m);

V = Velocidade da água (m/s);

k = Coeficiente de rugosidade (m);

μ = Viscosidade da água a 20°C (10-6 m²/s);

g = Aceleração da Gravidade = $9,81 \text{ m/s}^2$; e

H = Perda de carga distribuída (m)

O item a seguir descreve mais detalhadamente a verificação elaborada para as linhas tronco da rede de distribuição da sede municipal de Pojuca.

7.2.2.3 Rede de Distribuição de Pojuca

A metodologia descrita anteriormente para o zoneamento das redes de distribuição foi empregada na sede do município de Pojuca e o **Quadro 7.5** a seguir, apresenta resumidamente o carregamento dos nós, com as suas áreas de influência e as suas correspondentes populações e demandas, para as linhas tronco da rede de distribuição de água do único setor de abastecimento da sede do município.

Quadro 7.5 - Área, população e demanda por nó da rede de linha tronco de Pojuca

NÓ	ÁREA (ha)	2010		2014		2040	
		POP (hab)	DMH (L/s)	POP (hab)	DMH (L/s)	POP (hab)	DMH (L/s)
01	189,74	1.650	5,50	1.825	6,08	2.833	9,44
02	39,90	933	3,11	1.032	3,44	1.602	5,34
03	35,51	2.280	7,60	2.522	8,41	3.915	13,05
04	42,43	2.455	8,18	2.715	9,05	4.215	14,05
05	65,37	1.618	5,39	1.789	5,96	2.778	9,26
06	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
07	43,79	765	2,55	847	2,82	1.314	4,38
08	6,16	546	1,82	604	2,01	937	3,12
09	30,03	651	2,17	721	2,40	1.119	3,73
10	34,01	954	3,18	1.055	3,52	1.637	5,46
11	17,17	1.363	4,54	1.507	5,02	2.340	7,80
12	82,18	3.265	10,88	3.612	12,04	5.607	18,69
13	61,30	2.544	8,48	2.814	9,38	4.368	14,56
14	101,25	848	2,83	938	3,13	1.456	4,85
15	49,05	1.786	5,95	1.976	6,59	3.067	10,22
16	29,91	1.318	4,39	1.458	4,86	2.263	7,54
17	96,29	2.998	9,99	3.317	11,06	5.148	17,16
18	109,69	919	3,06	1.017	3,39	1.578	5,26
19	128,62	1.486	4,95	1.643	5,48	2.551	8,50
Total	1.162,39	28.378	94,59	31.393	104,64	48.726	162,42

Nota: O *per capita* da população urbana utilizado para o cálculo da vazão da sede do município de Pojuca foi de 160 L/hab/dia.

Fonte: GEOHIDRO, 2014

A **Figura 7.6**, na sequência, ilustra a rede de distribuição de água avaliada, apresentando as delimitações de cada nó utilizado dentro de cada setor demográfico considerado.

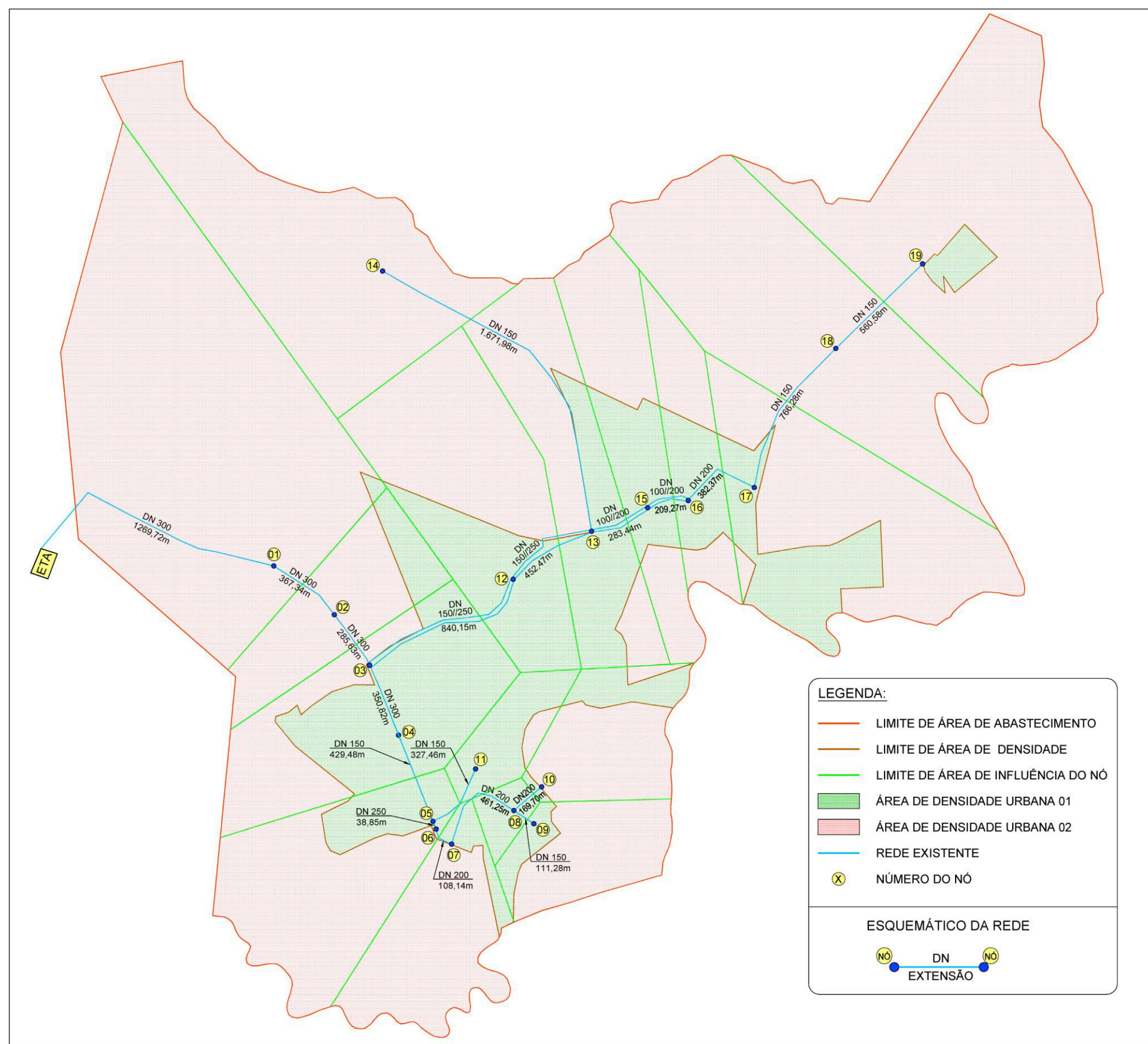


Figura 7.6 – Delimitação das áreas de influência por nó e arranjo das redes de linha tronco de Pojuca

Fonte: GEOHIDRO, 2014

As linhas tronco das redes existentes possuem uma extensão total da ordem de 10.872 m, com diâmetros variando entre 100 e 300. Estima-se que as linhas tronco correspondem a 16% da extensão total dos arruamentos da cidade.

O dimensionamento hidráulico da rede de linhas tronco do sistema de distribuição da sede do município de Pojuca foi elaborado considerando as demandas do ano de 2040 e seus resultados são apresentados de forma detalhada nos **Anexos 1 e 2**. A partir dos resultados, pode-se comentar:

- Muitos trechos apresentaram perda de carga unitária muito superior à máxima permitida, principalmente os trechos logo após a saída da ETA, ocasionando pressão negativa em toda a rede de distribuição, inviabilizando o abastecimento em qualquer área da cidade com as demandas calculadas. Portanto, o critério de que a perda de carga unitária não deve exceder a 8 m/km não foi atendido.
- A velocidade máxima verificada na rede é de 2,30m/s e ocorre no trecho inicial da rede, logo na saída da ETA, ressaltando que outros trechos também apresentaram velocidades semelhantes. A velocidade mínima verificada na rede é de 0,17m/s e ocorre no trecho 8-10. Velocidades baixas em redes de distribuição, no entanto, não se configuram como problemas, pois a água tratada normalmente está isenta de materiais sujeitos a deposições.

Considerando os comentários acima e o fato do reservatório de 300 m³ da cidade está sendo subutilizado, fica evidenciada a necessidade de uma reformulação da rede de distribuição de água considerando reforço das tubulações das linhas tronco e a divisão da cidade em duas zonas de pressão, sendo a zona alta alimentada a partir dos reservatórios da área da ETA e a zona baixa alimentada a partir do reservatório de 300 m³ da cidade.

Essas alterações serão necessárias para diminuir o número de ocorrências de vazamentos existentes nas áreas mais baixas e melhorar a oferta de água nas áreas mais elevadas.

7.2.3 Avaliação de Perdas Físicas e Eficiência Energética

Durante os processos de produção e distribuição de água tratada ocorrem inúmeras perdas no sistema, que se constituem num dos maiores problemas dos sistemas de abastecimento de água, pois produzem impactos negativos de diversas naturezas e são de difícil solução.

A EMBASA faz o controle de perdas nas diversas fases da produção e distribuição de água, onde são contabilizadas as perdas: no sistema produtor (PSP), no sistema adutor de água bruta (PSAB), no sistema de tratamento (PST), na distribuição (ANC) e as perdas por águas não faturadas (ANF). Essas informações são disponibilizadas no Controle Operacional de Água e Esgoto - COPAE. Outro índice de perdas que figura no COPAE como indicador de gestão dos Processos é o Índice de Perdas por Ligação - IPL. A Embasa disponibilizou o relatório do COPAE referente ao Sistema Pojuca para o período compreendido entre os meses de fevereiro de 2013 e janeiro de 2014.

Perdas Físicas do Sistema

As perdas físicas do sistema são avaliadas através de alguns índices. Esses índices são:

- i) O índice de perdas de água não contabilizada - ANC, onde:

$VU = \text{Volume utilizado} = \text{Volumes micromedidos} + \text{estimados} + \text{recuperados} + \text{operacional} + \text{especial}$

$VD = \text{Volume disponibilizado (volume aduzido para cada subsistema)}$

$ANC = (VD - VU) / VD$

- ii) O índice de perdas por ligação IPL, onde:

$IPL = ANC / N^{\circ}$ de ligações ativas faturadas

Perdas Financeiras do Sistema

A perda financeira do sistema é avaliada através do índice de perdas de água não faturada ANF, onde:

VF = Volume faturado;

VD = Volume disponibilizado

$ANF = (VD - VF) / VD$

O **Quadro 7.7** apresenta os diversos volumes mensais aferidos pela operação e os índices de perdas também mensais para todo o SAA Pojuca entre fevereiro de 2013 e janeiro de 2014, extraídos do relatório do COPAE, sendo apresentada na ultima coluna o calculo do índice do volume micromedido sobre a água disponibilizada.

Quadro 7.6 - SAA de Pojuca: Índices de Perdas no ano 2013/2014

Mês/Ano	VOLUMES (m³)							ANC (%)	ANF (%)	MIC/DIS (%)
	CAPTADO	ADUZIDO	DISPONIB	MICROMED	ESTIMADO	RECUP	FATURADO			
02/13	124.392	124.392	117.743	109.633	2.154	0	133.879	5,1	-13,7	93,11
03/13	129.717	129.717	125.957	105.219	1.520	18	129.956	15,2	-3,2	83,54
04/13	120.345	120.345	116.292	102.503	1.737	0	128.671	10,4	-10,6	88,14
05/13	124.605	124.605	117.972	105.440	1.641	0	130.911	9,2	-11	89,38
06/13	126.096	126.096	118.701	92.272	1.830	18	122.429	20,7	-3,1	77,73
07/13	130.782	130.782	125.436	93.148	1.825	18	122.754	24,3	2,1	74,26
08/13	122.604	122.604	115.720	92.741	2.063	54	123.692	18	-6,9	80,14
09/13	128.928	128.928	122.894	93.077	1.944	54	123.813	22,6	-0,7	75,74
10/13	141.597	141.597	136.068	93.708	1.890	0	123.485	29,7	9,2	68,87
11/13	143.319	143.319	138.720	95.885	1.469	442	125.609	29,5	9,5	69,12
12/13	140.987	140.987	135.467	96.416	1.850	0	125.396	27,5	7,4	71,17
01/14	137.819	137.819	133.592	94.425	1.620	18	123.265	28,1	7,7	70,68
Total	1.571.191	1.571.191	1.504.562	1.174.467	21.543	622	1.513.860	20,5	-0,6	78,06

Fonte: EMBASA 2013/2014.

O sistema de Pojuca registrou um aumento nos índices de perdas ao longo do ano de 2013 em torno de 82% para o ANC e no início deste período chegou a apresentar índices negativos para o ANF, em decorrência de ter faturado um volume maior que o volume disponibilizado. O índice de micromedição calculado apresentou declínio gradativo desde o início até o final do período disponibilizado.

No que concerne a eficiência energética, objeto do **Tomo II - Volume 4 – Relatório de Diagnóstico dos SAA (Reservatórios, Redes de Distribuição, Avaliação de Perdas Físicas e Eficiência Energética)**, o **Capítulo 1** apresenta a avaliação e recomendações pertinentes a operação dos sistemas que compõem a região metropolitana de Salvador, incluindo Santo Amaro e Saubara.

REFERÊNCIAS

EMBASA. Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A. Croqui do Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Janeiro, 2014.

EMBASA. Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A. DT/TS/TSD - Departamento de Desenvolvimento Operacional. COPAE - Controle Operacional de Água e Esgoto. Março, 2014.

EMBASA. Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A. Análises de Água Bruta do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Pojuca. 2014.

Geohidro. Dados de levantamento de campo, março de 2014.

ANEXOS

ANEXO 1 – Memorial de cálculo – Linhas tronco do SAA Sede Municipal de Pojuca

Link	-	Node	Table:	
Link ID	Start Node	End Node	Length m	Diameter mm
1	RAD	1	1269.72	300
2	1	2	367.34	300
3	2	3	285.63	300
4	3	12	840.15	150
5	3	12	840.15	250
6	12	13	452.47	150
7	12	13	452.47	250
8	13	14	1671.98	150
9	13	15	283.44	100
10	13	15	283.44	200
11	15	16	209.27	100
12	15	16	209.27	200
13	16	17	382.37	200
14	17	18	766.28	150
15	18	19	560.58	150
24	3	4	350.82	300
17	4	5	429.48	150
18	5	11	327.46	150
19	5	6	38.85	250
20	6	7	108.14	200
21	7	8	461.25	200
22	8	10	169.7	200
23	8	9	111.28	150

Node	Results:			
Node ID	Elevation m	Demand LPS	Head m	Pressure m
1	97	9.44	73.27	-23.73
2	75	5.34	62.15	-12.85
3	80	13.05	54.10	-25.90
12	71	18.69	40.27	-30.73
13	67	14.56	35.67	-31.33
14	61	4.85	33.53	-27.47
15	64	10.22	29.95	-34.05
16	67	7.54	27.30	-39.70
17	66	17.16	23.14	-42.86

Node	Results:			
Node ID	Elevation m	Demand LPS	Head m	Pressure m
18	57	5.26	15.38	-41.62
19	67	8.50	13.20	-53.80
4	73	14.05	53.05	-19.95
5	70	9.26	27.04	-42.96
11	65	7.80	25.97	-39.03
6	70	0.00	27.00	-43.00
7	66	4.38	26.66	-39.34
8	61	3.12	25.85	-35.15
9	62	3.73	25.77	-36.23
10	61	5.46	25.80	-35.20
RAD	116.6	-162.42	116.60	0.00

Link	Results:		
Link ID	Flow LPS	VelocityUnit m/s	Headloss m/km
1	162.42	2.30	34.12
2	152.98	2.16	30.28
3	147.64	2.09	28.20
4	17.56	0.99	16.46
5	69.23	1.41	16.46
6	13.78	0.78	10.15
7	54.33	1.11	10.15
8	4.85	0.27	1.28
9	6.50	0.83	20.20
10	42.18	1.34	20.20
11	5.14	0.65	12.63
12	33.33	1.06	12.63
13	30.92	0.98	10.88
14	13.76	0.78	10.13
15	8.50	0.48	3.89
24	47.80	0.68	2.98
17	33.75	1.91	60.56
18	7.80	0.44	3.28
19	16.69	0.34	0.97
20	16.69	0.53	3.19
21	12.31	0.39	1.74
22	5.46	0.17	0.35
23	3.73	0.21	0.76

ANEXO 2 – Croqui esquemático das linhas tronco do SAA Sede Municipal de Pojuca

