

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

Thomás Pinheiro Veloso

**AVALIAÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA COSANPA, NA REGIÃO
METROPOLITANA DE BELÉM-Pa**

Belém
2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Thomás Pinheiro Veloso

**AVALIAÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA COSANPA, NA REGIÃO
METROPOLITANA DE BELÉM-Pa**

Dissertação de Mestrado apresentada para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Recursos Hídricos e Saneamento.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Ana Rosa Baganha Barp.

Belém
2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Thomás Pinheiro Veloso

**AVALIAÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA DO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA COSANPA, NA REGIÃO
METROPOLITANA DE BELÉM-Pa**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Civil.

Defesa: Belém-PA, 30/03/ 2006

Conceito:

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Ana Rosa Baganha Barp

Dept^o de Hidráulica e Saneamento / UFPA – Orientadora

Prof. Dr. Lidemberg Lima Fernandes

Dept^o Hidráulica e Saneamento – Membro

Prof^a Ms. Miguel Elias de Souza Neto

Dept^o Hidráulica e Saneamento – Membro

Prof. Alberto Carlos de Melo Lima

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia / Unama – Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista aos meus pais, Darlindo Smoothness Veloso e Maria do Perpétuo Socorro Pinheiro Veloso, que sempre apoiaram e incentivaram minhas vitórias. Pai, mãe, minha vitória de filho é resultado do sucesso de vocês como pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, que sempre iluminou meu caminho.

A minha orientadora, Prof. Dra Ana Rosa Baganha Barp, pela confiança, dedicação e empenho para o desenvolvimento desta dissertação.

Ao Prof. Ms. Miguel Elias de Souza Neto por sua valiosa e decisiva contribuição na coleta de informações junto a COSANPA.

Ao Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes pelos valiosos esclarecimentos e sugestões.

Ao membro da banca Prof. Dr. Alberto Carlos de Melo Lima.

A minha namorada Ellen Leão pela compreensão e companheirismo durante a pesquisa.

Aos meus irmãos Thiago e Priscilla pela amizade e amor.

A todos aqueles que contribuíram de qualquer maneira para o desenvolvimento desta pesquisa.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar as perdas de água no sistema de abastecimento da COSANPA que atende a demanda da Região Metropolitana de Belém (RMB), enfatizando a importância que o processo de formação e o crescimento urbano da RMB tem em relação as perdas de água, na medida em que este processo forçou a COSANPA a atender um número cada vez maior de usuários com obras improvisadas, levando a prevalência da improvisação e do empirismo na operação deste sistema. A pesquisa foi realizada para toda a área da RMB, visto que seria impossível determinar os índices de perdas para um setor isolado, em decorrência da ausência de setorização da rede de abastecimento de água que dificulta a obtenção de informações operacionais mais precisas. A metodologia utilizada para a determinação dos índices de perdas do sistema de abastecimento de água da COSANPA na RMB, foi baseada no estudo realizado por Silva *et al* (1998) para o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) e que em 2004 foi revisado por Marcka (2004). Os resultados obtidos com a determinação dos indicadores de perdas de nível básico e médio de complexidade refletem a fragilidade da COSANPA através de elevadíssimos índices de perdas, que além de estarem relacionados a problemas estruturais, são agravados pelas deficiências operacionais deste sistema. Conclui-se que medidas como a setorização da rede de abastecimento de água, hidrometração, atualização de cadastro, uso de novas tecnologias para detecção de vazamentos e fraudes e a capacitação operacional, com a criação de manuais técnicos, são ferramentas de combate a perdas reais e aparentes que podem mudar o quadro atual da COSANPA.

Palavras-chave: Abastecimento de Água, Perdas de Água, Crescimento Urbano, Indicadores de Perdas, Recursos Hídricos.

ABSTRACT

This work has as objective to analyze the water losses in the supplying system of the COSANPA that takes care of to the demand of the Metropolitan Region of Belém (RMB), emphasizing the importance that the process of formation and the urban growth of the RMB has in relation the water losses, in the measure where this process forced the COSANPA to take care of to a number each bigger time of users with improvised workmanships, taking the prevalence of the improvisation and the empiricist in the operation of this system. The research was carried through for all the area of the RMB, since it would be impossible to determine the losses index for an isolated sector, in result of the absence of sectoring of the net of water supply that makes it difficult the attainment of more necessary operational information. The methodology used for the determination of the losses index of the system of water supply of the COSANPA in the RMB, was based on the study carried through for Silva et al (1998) for the National Program of Combat to the Wastefulness Water (PNCDA) and that in 2004 it was revised by Marcka (2004). The results gotten with the determination of the losses pointers of basic and average level of complexity reflect the fragility of the COSANPA through highest losses index, that besides being related the structural problems, are aggravated by the operational deficiencies of this system. One concludes that measured as the sectoring of the net of water supply, hydrometer, update of register in cadastre, use of new technologies for detention of emptyings and frauds and the operational qualification, with the manual technician creation, are combat tools the actual and apparent losses that can change the current picture of the COSANPA.

Key Words: Water supply, Water Losses, Urban Growth, Losses Pointers, Water Resources.

SUMÁRIO

1.0. Introdução	22
1.1. Tema	22
1.2. Caracterização do problema e justificativa do trabalho	24
1.3. Objetivos	31
1.3.1. Geral	31
1.3.2. Específicos	31
1.4. Metodologia	33
2.0. Região metropolitana de Belém (RMB)	42
2.1. Municípios constituintes e características geográficas da RMB	42
2.2. Formação da região metropolitana de Belém	49
2.3. Vetores de periferização da RMB	56
2.4. Instrumentos de ordenamento territorial da RMB	67
2.5. Bacias hidrográficas de Belém	71
3.0. Sistema de abastecimento de água da COSANPA na RMB	76
3.1. Histórico	76
3.2. Unidades do sistema de abastecimento de água da COSANPA	82
3.2.1. Manancial	82
3.2.1.1. Manancial superficial	84
3.2.1.2. Manancial subterrâneo	89
3.2.2. Captação	91
3.2.1.2. Manancial subterrâneo	91
3.2.2.2. Captação subterrânea	95
3.2.3. Adução	96
3.2.3.1 - Adução de água bruta – manancial superficial	97
3.2.3.1.1. Sistema guamá – água preta e água preta – bolonha	97
3.2.3.1.2. Sistema bolonha – E.T.A. Bolonha	102
3.2.3.1.3 Sistema utinga – são brás e utinga - 5º setor	104
3.2.4. Tratamento	109
3.2.4.1. Estação de tratamento de água (ETA) bolonha	110
3.2.4.2. Estação de tratamento de água (ETA) 5º setor	114
3.2.4.3. Estação de tratamento de água (ETA) são braz	117
3.2.5. Sistemas de reservação e distribuição	119
3.2.5.1. Zona central	120
3.2.5.1.1. 1º setor de abastecimento de água	122
3.2.5.1.2. 2º setor de abastecimento de água	124
3.2.5.1.3. 3º setor de abastecimento de água	126
3.2.5.1.4. 4º setor de abastecimento de água	128
3.2.5.1.5. 5º setor de abastecimento de água	131
3.2.5.1.6. 6º setor de abastecimento de água	133
3.2.5.1.7. 7º setor de abastecimento de água	135
3.2.5.1.8. 8º setor de abastecimento de água	137
3.2.5.1.9. 9º setor de abastecimento de água	139
3.2.5.2. Zona de expansão	141
3.2.5.2.1. 10º setor de abastecimento de água	141
3.2.5.2.2. 11º setor de abastecimento de água	142
3.2.5.2.3. 12º setor de abastecimento de água	143
3.2.5.2.4. 13º setor de abastecimento de água	144
3.2.5.2.5. 14º setor de abastecimento de água	145

3.2.5.2.6. 16º setor de abastecimento de água	146
3.2.5.2.7. 17º setor de abastecimento de água	147
3.2.5.2.8. 18º setor de abastecimento de água	148
3.2.5.2.9. 19º setor de abastecimento de água	149
3.2.5.2.10. 22º setor de abastecimento de água	150
3.2.5.2.11. 23º setor de abastecimento de água	151
3.2.5.2.12. 24º setor de abastecimento de água	152
3.2.5.2.13. 25º setor de abastecimento de água	153
3.2.5.2.14. 26º setor de abastecimento de água	154
3.2.5.2.15. 27º setor de abastecimento de água	155
4.0. Perdas de água	156
4.1. Perdas reais	156
4.2. Perdas aparentes	169
5. Estimativa de perdas de água na RMB.	177
5.1 Coleta de dados para a determinação dos indicadores básicos	177
5.1.1. Volume produzido	179
5.1.2. Volume utilizado ou consumido	181
5.1.3. Volume de água faturada hidrometrada	183
5.1.4. Volume de água faturada fixa	185
5.1.5. Volume de água faturada total	189
5.1.6. Volume total perdido	191
5.1.7. Volume de água não faturada	193
5.2. Volumes utilizados para a determinação dos indicadores de nível básico	195
5.3. Dados para a determinação dos indicadores intermediários	197
5.3.1. Volume fisicamente utilizado	197
5.3.2. Volume captado	198
5.3.3. Volume aduzido	198
5.4. Indicadores básicos de desempenho	199
5.4.1. Confiabilidade do volume disponibilizado	199
5.4.2. Confiabilidade do volume utilizado	203
5.4.3. Confiabilidade do volume faturado	205
5.4.4. Confiabilidade da extensão parcial da rede	206
5.4.5. Índice de perda na distribuição (IPD) ou água não contabilizada (ANC)	207
5.4.6. Índice de perda de faturamento (IPF) ou água não faturada (ANF)	207
5.4.7. Índice linear bruto de perda na distribuição (ILB)	208
5.4.8. Índice de perda por ligação (IPL)	209
5.5. Indicadores intermediários de desempenho	210
5.5.1. Indicadores específicos de perda real relacionados a condições operacionais	211
5.5.1.1 - Índice de perda real na distribuição (PRD)	211
5.5.1.2. Índice linear de perda real (ILR)	211
5.5.2. Indicadores de desempenho hídrico do sistema	212
5.5.2.1.. Índice de perda na real na produção (PRP)	212
5.5.2.2. Índice de perda na real na adução (PRA)	213
5.5.2.3. Índice de perda na real no tratamento (PTR)	213
5.5.2.4. Índice total de perda física (TPF)	214
5.6. Índices de perdas obtidos na pesquisa	215
6.0. Conclusões e recomendações	216
6.1. Processo de crescimento e ocupação da RMB	216
6.2. Perdas no sistema de abastecimento de água	217

6.3. Recomendações	219
Referências bibliográficas	221

LISTA DE TABELAS

Tabela 01-População e Densidade Demográfica, 2000 e Taxa de Crescimento 1980/1991/2000 na RMB.....	29
Tabela 02 - Indicadores recomendados pela IWA, com algumas de suas características.....	36
Tabela 03 – Quantidade de indicadores e dados avaliados, por categoria e entidade / programa.....	36
Tabela 04: Documentos Técnicos de Apoio já publicados.....	37
Tabela 05: Aplicação da Escala de Confiabilidade no Gerenciamento de Informações.....	40
Tabela 06: Área da Região Metropolitana de Belém por município- 1997...	43
Tabela 07: Populações de Belém e da RMB no período de 1950 a 1990...	55
Tabela 08 - Bairros de Belém e suas áreas alagáveis.....	56
Tabela 09: População residente em áreas de invasão.....	59
Tabela 10: Demonstrativo de Imóveis Comercializados e Ocupados.....	63
Tabela 11: Déficit Habitacional em Regiões Metropolitanas.....	64
Tabela 12: Índice de Carência Habitacional por R. M.....	66
Tabela 13: Conteúdo dos Principais Instrumentos de Planejamento no Brasil.....	68
Tabela 14: Instrumentos de Planejamento da RMB.....	68
Tabela 15 – Principais variações físicas do lago Água Preta.....	84
Tabela 16: Variação média do nível de água no lago Água Preta em 2003	85
Tabela 17: Principais variações físicas do lago Bolonha.....	87
Tabela 18: Variação média do nível de água no lago Bolonha em 2003.....	88
Tabela 19: Sistema de transporte de água bruta rio Guamá – Água Preta.	97
Tabela 20 – Sistema de Abastecimento de Água.....	108
Tabela 21 – Tipos de tratamento por setor isolado de abastecimento existente.....	109
Tabela 22: Características dos conjuntos motor-bombas da EAT 5º Setor.	115
Tabela 23: Divisão de setores por distrito operacional.....	119
Tabela 24: Dados gerais do 1º Setor de abastecimento de água.....	122
Tabela 25: Características das unidades constituintes do 1º Setor de abastecimento de água.....	122
Tabela 26: Dados gerais do 2º Setor de abastecimento de água.....	124
Tabela 27: Características das unidades constituintes do 2º Setor de abastecimento de água.....	124
Tabela 28: Dados gerais do 3º Setor de abastecimento de água.....	126
Tabela 29: Características das unidades constituintes do 3º Setor de abastecimento de água.....	126
Tabela 30: Dados gerais do 4º Setor de abastecimento de água.....	128
Tabela 31: Características das unidades constituintes do 4º Setor de abastecimento de água.....	128
Tabela 32: Dados gerais do 5º Setor de abastecimento de água.....	131
Tabela 33: Características das unidades constituintes do 5º Setor de abastecimento de água.....	131
Tabela 34: Dados gerais do 6º Setor de abastecimento de água.....	133
Tabela 35: Características das unidades constituintes do 6º Setor de abastecimento de água.....	133
Tabela 36: Dados gerais do 7º Setor de abastecimento de água.....	135

Tabela 37: Características das unidades constituintes do 7º Setor de abastecimento de água.....	135
Tabela 38: Dados gerais do 8º Setor de abastecimento de água.....	137
Tabela 39: Características das unidades constituintes do 8º Setor de abastecimento de água.....	137
Tabela 40: Dados gerais do 9º Setor de abastecimento de água.....	139
Tabela 41: Características das unidades constituintes do 9º Setor de abastecimento de água.....	139
Tabela 42: Dados gerais do 10º Setor de abastecimento de água.....	141
Tabela 43: Características das unidades constituintes do 10º Setor.....	141
Tabela 44: Dados gerais do 11º Setor de abastecimento de água.....	142
Tabela 45: Características das unidades constituintes do 11º Setor de abastecimento de água.....	142
Tabela 46: Dados gerais do 12º Setor de abastecimento de água.....	143
Tabela 47: Características das unidades constituintes do 12º Setor de abastecimento de água.....	143
Tabela 48: Dados gerais do 13º Setor de abastecimento de água.....	144
Tabela 49: Características das unidades constituintes do 13º Setor de abastecimento de água.....	144
Tabela 50: Dados gerais do 14º Setor de abastecimento de água.....	145
Tabela 51: Características das unidades constituintes do 14º Setor de abastecimento de água.....	145
Tabela 52: Dados gerais do 16º Setor de abastecimento de água.....	146
Tabela 53: Características das unidades constituintes do 16º Setor de abastecimento de água.....	146
Tabela 54: Dados gerais do 17º Setor de abastecimento de água.....	147
Tabela 55: Características das unidades constituintes do 17º Setor de abastecimento de água.....	147
Tabela 56: Dados gerais do 18º Setor de abastecimento de água.....	148
Tabela 57: Características das unidades constituintes do 18º Setor de abastecimento de água.....	148
Tabela 58: Dados gerais do 19º Setor de abastecimento de água.....	149
Tabela 59: Características das unidades constituintes do 19º Setor de abastecimento de água.....	149
Tabela 60: Dados gerais do 22º Setor de abastecimento de água.....	150
Tabela 61: Características das unidades constituintes do 22º Setor de abastecimento de água.....	150
Tabela 62: Dados gerais do 23º Setor de abastecimento de água.....	151
Tabela 63: Características das unidades constituintes do 23º Setor de abastecimento de água.....	151
Tabela 64: Dados gerais do 24º Setor de abastecimento de água.....	152
Tabela 65: Características das unidades constituintes do 24º Setor de abastecimento de água.....	152
Tabela 66: Dados gerais do 25º Setor de abastecimento de água.....	153
Tabela 67: Características das unidades constituintes do 25º Setor de abastecimento de água.....	153
Tabela 68: Dados gerais do 26º Setor de abastecimento de água.....	154
Tabela 69: Características das unidades constituintes do 26º Setor de abastecimento de água.....	154
Tabela 70: Dados gerais do 27º Setor de abastecimento de água.....	155

Tabela 71: Características das unidades constituintes do 27º Setor de abastecimento de água.....	155
Tabela 72: Redução de perdas reais em função da redução de pressão na rede de distribuição.....	165
Tabela 73: Perdas Reais por Sistema: Origem e Magnitude.....	167
Tabela 74: Causas Prováveis de Falhas e Rupturas em Tubulações.....	168
Tabela 75: Perdas Aparentes: Origem e Magnitude.....	169
Tabela 76: Produção de água superficial na RMB no ano de 2004.....	180
Tabela 77: Produção de água subterrânea na RMB no ano de 2004.....	180
Tabela 78: Volume de Água Consumida em m ³ / mês – Ano 2004.....	181
Tabela 79: Volume de Água Faturada Hidrometrada em m ³ / mês – Ano 2004.....	183
Tabela 80: Consumo fixo de água conforme a classificação da categoria..	185
Tabela 81: Subcategorias de imóveis segundo a atividade e número de pontos de água do mesmo.....	186
Tabela 82: Volume de Água Faturada Fixa em m ³ / mês – Ano 2004.....	187
Tabela 83: Volume de Água Faturada Total em m ³ / mês – Ano 2004.....	189
Tabela 84: Volume Total de Água Perdida Total em m ³ / mês – Ano 2004..	191
Tabela 85: Volume de água não faturada em m ³ / mês – Ano 2004.....	193
Tabela 86: Estrutura tarifária para consumidores hidrometrados	194
Tabela 87 – Volumes Utilizados na Pesquisa.....	195
Tabela 88: Vazão das Estações Elevatórias de Água Bruta do Sistema de Abastecimento da COSANPA.....	198
Tabela 89 – Índices de perdas de água.....	215

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Água Não Faturada nas Companhias Estaduais de Saneamento Básico em 1995.....	33
Gráfico 02: Percentual de Água Não Faturada em diversas regiões do mundo em 1995, segundo o IWA.....	39
Gráfico 03: Possível Perda Real por Extensão de Rede (m ³ /Km/dia).....	163
Gráfico 04: Possível Perda Real por Economia (m ³ /economia/dia).....	165
Gráfico 05: Possível Perda de Faturamento (percentual).....	169
Gráfico 06: Variação do Volume Consumido.....	182
Gráfico 07: Variação do Volume Faturado Hidrometrado.....	184
Gráfico 08: Variação do Volume Faturado Fixo.....	188
Gráfico 09: Variação do Volume Faturado Total.....	190
Gráfico 10: Variação do Volume de Perdas Totais	192
Gráfico 11: Variação do Volume de Água Não Faturada ano de 2004.....	195
Gráfico 12: Gráfico comparativo dos Volumes utilizados para a determinação dos indicadores de nível básico.....	196

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 01: Forte do Castelo.....	50
Fotografia 02: Canhão do Forte do Castelo.....	50
Fotografia 03: Extração de látex para a produção de borracha.....	53
Fotografia 04: Canal do Tucunduba.....	58
Fotografia 05: Conjunto Jardim Sevilha.....	62
Fotografia 06: Serviço de canalização no Utinga, 1883.....	78
Fotografia 07: Canal Yuna.....	79
Fotografia 08: Primeira adutora de água bruta di rio Guamá.....	81
Fotografia 09: Lago Água Preta.....	85
Fotografia 10: Extravasor do lago Água Preta.....	86
Fotografia 11: Canal de ligação do lago Água Preta ao lago Bolonha.....	86
Fotografia 12: Lago Bolonha.....	87
Fotografia13: Extravasor do lago Bolonha.....	88
Fotografia 14: Captação do rio Guamá.....	91
Fotografia 15: Canal de aproximação.....	92
Fotografia 16: Entrada do canal de aproximação.....	92
Fotografia 17: Conjunto motor-bomba de captação do rio Guamá.....	93
Fotografia 18: Tubulação de recalque da EAB Guamá.....	93
Fotografia 19: Posicionamento das adutoras de água bruta do rio Guamá.....	98
Fotografia 20: Adutora de água bruta do rio Guamá de 1500 mm.....	98
Fotografia 21: Adutora de água bruta do rio Guamá de 1750 mm.....	98
Fotografia 22: Adutora de água bruta do rio Guamá de 800 mm.....	99
Fotografia 23: Caixa de desvio da adutora de 1500 mm.....	99
Fotografia 24: Caixa de mudança de secção da adutora de 800 mm.....	99
Fotografia 25: Chegada das adutoras de do Guamá na caixa de transição	100
Fotografia 26: saída da adutora de 1500 mm da caixa de transição.....	100
Fotografia 27: chegada da adutora de 1500 mm no dissipador de energia.	100
Fotografia 28: chegada tamponada da segunda adutora de 1500mm no dissipador de energia.....	101
Fotografia 29: Dissipador de energia desaguando no lago Água Preta.....	101
Fotografia 30: Dissipador de energia.....	101
Fotografia 31: Tanque amortecedor unidirecional.....	102
Fotografia 32: Vazamento na adutora de água bruta Bolonha-ETA Bolonha.....	103
Fotografia 33: Conjunto motor-bomba da Estação Elevatória de Água Bruta (EAB) Bolonha.....	103
Fotografia 34: Estação Elevatória de Água Bruta da (EAB) Bolonha.....	104
Fotografia 35: Conjuntos motor-bomba da EAB Utinga.....	105
Fotografia 36: Canal de aproximação ou poço de captação da EAB Utinga.....	106
Fotografia 37: Vazamento na adutora Utinga-São Brás.....	106
Fotografia 38: Chegada da adutora de água bruta na ETA 5º Setor.....	106
Fotografia 39: Chegada da adutora de água bruta na ETA São Brás.....	107
Fotografia 40: Adição de sulfato de alumínio na calha de Parshall – ETA Bolonha.....	110
Fotografia 41: Decantadores ETA Bolonha.....	111

Fotografia 42: Saída dos efluentes dos decantadores – ETA Bolonha.....	112
Fotografia 43: Filtro de escoamento descendente – ETA Bolonha.....	112
Fotografia 44: Reservatório apoiado da ETA Bolonha.....	113
Fotografia 45: Estação Elevatória de Água Tratada – ETA Bolonha.....	113
Fotografia 46: Casa de bombas EAT Bolonha.....	114
Fotografia 47: Aplicação de sulfato de alumínio no medidor Parshall – ETA 5º Setor.....	115
Fotografia 48: Floco decantador tipo acelerador da ETA 5º Setor.....	115
Fotografia 49: Filtros de areia da - ETA 5º Setor.....	116
Fotografia 50: Reservatório enterrado – ETA 5º Setor.....	116
Fotografia 51: Reservatório elevado – ETA 5º Setor.....	116
Fotografia 52: Casa de bombas da ETA 5º Setor.....	117
Fotografia 53: Estação de Tratamento de Água (ETA) São Braz.....	118
Fotografia 54: Reservatório Apoiado – ETA São Braz.....	118
Fotografia 55: Casa de bombas – EAT São Braz.....	118
Fotografia 56: Reservatório elevado – ETA São Braz / 6º Setor.....	119
Fotografia 57: Reservatório elevado do 1º Setor de abastecimento.....	114
Fotografia 58: Reservatório apoiado do 1º Setor de abastecimento.....	123
Fotografia 59: Casa de bombas da EAT – 1º Setor.....	123
Fotografia 60: Reservatório elevado do 2º Setor de abastecimento.....	123
Fotografia 61: Reservatório apoiado do 2º Setor de abastecimento.....	125
Fotografia 62: Casa de bombas da EAT - 2º Setor.....	125
Fotografia 63: Reservatório elevado do 3º Setor de abastecimento.....	127
Fotografia 64: Reservatório apoiado do 3º Setor de abastecimento.....	127
Fotografia 65: Casa de bombas da EAT – 3º Setor.....	127
Fotografia 66: Reservatório elevado do 4º Setor de abastecimento.....	129
Fotografia 67: Reservatório apoiado de 4º Setor de abastecimento.....	129
Fotografia 68: Casa de bombas EAT -4º Setor.....	129
Fotografia 69: Poço 4º Setor (Desativado).....	130
Fotografia 70: Casa de bombas – Poço 4º Setor (Desativado).....	130
Fotografia 71: Bomba de recalque (cisterna – poço de captação).....	130
Fotografia 72: Reservatório elevado do 5º Setor de abastecimento.....	132
Fotografia 73: Reservatório apoiado do 5º Setor de abastecimento.....	132
Fotografia 74: Conjunto motor-bomba da EAT – 5º Setor.....	132
Fotografia 75: Reservatório elevado do 6º Setor de abastecimento.....	134
Fotografia 76: Reservatório apoiado do 6º Setor de abastecimento.....	134
Fotografia 77: Conjunto motor-bomba da EAT – 6º Setor.....	134
Fotografia 78: Reservatório elevado do 7º Setor de abastecimento.....	136
Fotografia 79: Reservatório apoiado do 7º Setor de abastecimento.....	136
Fotografia 80: Casa de bombas do 7º Setor de abastecimento.....	136
Fotografia 81: Reservatório elevado do 8º Setor de abastecimento.....	138
Fotografia 82: Reservatório apoiado do 8º Setor de abastecimento.....	138
Fotografia 83: Chegada da adutora de água tratada no reservatório apoiado.....	138
Fotografia 84: Reservatório elevado do 9º Setor de abastecimento.....	140
Fotografia 85: Reservatório apoiado do 9º Setor de abastecimento.....	140
Fotografia 86: Casa de bombas do 9º Setor de abastecimento.....	140
Fotografia 87: Vazamento em registro de gaveta – 13º Setor.....	156
Fotografia 88: Vazamento aflorante.....	157
Fotografia 89: Tubulação de recalque de água tratada – 5º Setor.....	158

Fotografia 90: Conserto improvisado de registro da EAT Ivo Dias de Oliveira, em São Brás.....	159
Fotografia 91: Sistema de lavagem dos filtros de areia – ETA 5º Setor.....	160
Fotografia 92: Rompimento de registro da adutora de água tratada do 5º Setor.....	161
Fotografia 93: Tubo de Pitot interligando a adutora de água tratada da ETA Bolonha ao transmissor eletrônico para a leitura da vazão.....	201
Fotografia 94: Interligação do LOGGER MATE ao computador para a descarga de dados instantâneos – ETA Bolonha.....	202

LISTA DE MAPAS

Mapa 01 – Domicílios com bom saneamento por município em 2000.....	28
Mapa 02: Taxa de crescimento populacional na RMB, 1991 a 2000.....	30
Mapa 03: Divisão físico-espacial da Região Metropolitana de Belém.....	43
Mapa 04 – Áreas de invasão da RMB.....	60
Mapa 05: Índice de Carência Habitacional na RMB em 2000.....	65
Mapa 06: Pontos de Produção de Água Subterrânea na RMB.....	90
Mapa 07: Setores de Abastecimento de Água da Zona Central.....	94
Mapa 08: Setores de Abastecimento de Água da Zona de Expansão.....	95
Mapa 09: Sistema Utinga – 5º Setor.....	107
Mapa 10: Sistema Utinga – São Brás.....	108
Mapa 11: Representação espacial do índice de perdas de faturamento dos municípios da região Norte, distribuídos por faixas percentuais.....	170

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Projeto de Poço (Perfil Construtivo).....	48
Figura 02 - Planta de Belém de 1791.....	51
Figura 03: Avenida Portugal, século XIX.....	54
Figura 04: Bacia Hidrográfica.....	71
Figura 05: Limites das Bacias Hidrográficas de Belém.....	75
Figura 06: Articulação dos setores de abastecimento de Belém.....	75
Figura 07: Tipos de Vazamentos.....	157
Figura 08: Pontos Freqüentes de Vazamentos em Redes de Distribuição	163
Figura 09: Pontos Freqüentes de Vazamentos em Ramais baseado e m experiência da SANASA.....	164
Figura 10: Ligação predial padrão e fraudulenta.....	172

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 01: Projeto de Poço (Perfil Construtivo).....	26
Esquema 02 - Planta de Belém de 1791.....	27
Esquema 03: Avenida Portugal, século XIX.....	28
Esquema 04: Bacia Hidrográfica.....	29
Esquema 05: Limites das Bacias Hidrográficas de Belém.....	31
Esquema 06: Articulação dos setores de abastecimento de Belém.....	36
Esquema 07: Tipos de Vazamentos.....	42
Esquema 08: Pontos Freqüentes de Vazamentos em Redes de Distribuição	43

LISTA DE SIGLAS

AESBE	Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais
AGHTM	Association Generale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux
ANC	Água não contabilizada
ASSEMAE	Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento
ANF	Água não faturada
BNH	Banco Nacional de Habitação
CAESB	Companhia de Água e Esgoto de Brasília
CODEM	Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém
COHAB	Companhia de Habitação
COSANPA	Companhia de Saneamento do Pará
C(VD)	Confiabilidade do Volume Disponibilizado
C(VE)	Confiabilidade do Volume Estimado
C(VEs)	Confiabilidade do Volume Especial
C(VF)	Confiabilidade do Volume Faturado
C(VR)	Confiabilidade do Volume Recuperado
C(VU)	Confiabilidade do Volume Utilizado
DTA	Documento Técnico de Apoio
EAB	Estação Elevatória de Água Bruta
EAT	Estação elevatória de Água Tratada
EMTU	Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos
EP	Extensão Parcial da Rede
ET	Extensão Total da Rede
ETA	Estação de Tratamento de Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICH	Índice de Carência Habitacional
IH	Índice de Hidromederação
ILB	Índice Linear Bruto de Perdas
ILR	Índice Linear de Perda Real
ImVU	Índice de Micromedicação do Volume Utilizado
IPD	Índice de Perda na Distribuição
IPF	Índice de Perda de Faturamento
IPL	Índice de Perda por Ligação
IPTU	Imposto Predial Territorial Urbano
IWA	International Water Association
LA	Número de Ligações Ativas
LDU	Lei de Desenvolvimento Urbano
Lm	Número de Ligações Ativas Micromedidas
LPU	Lei de Parcelamento Urbano
ND	Número de Dias
PDGB	Plano de Desenvolvimento da Grande Belém
PDTU	Plano Diretor de Transporte Urbano
PDU	Plano Diretor Urbano
PEM	Plano de Estruturação Metropolitana
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PMSS	Programa de Modernização do Setor de Saneamento
PNCDA	Plano Nacional de Combate ao Desperdício de Água

PRA	Índice de Perda Real na Adução
PRD	Índice de Perda Real na Distribuição
PRP	Índice de Perda Real na Produção
PRT	Índice de Perda Real no Tratamento
RMB	Região Metropolitana de Belém
SAAEB	Serviço Autônomo de Águas e Esgotos de Belém
SANASA	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
SUDAM	Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia
TAU	Tanque Amortecedor Unidirecional
TRANSCOL	Estudo de Transportes Urbanos da Região Metropolitana de Belém
TRP	Índice Total de Perda Física
VD	Volume Disponibilizado
VE	Volume Estimado
VES	Volume Especial
VEx	Volume Exportado
VExM	Volume Exportado Macromedido
VF	Volume Faturado
Vim	Volume Importado
VImM	Volume Inportado Macromedido
Vm	Volume consumido micromedido
VO	Volume Operacional
VP	Volume Produzido
VPM	Volume Produzido Macromedido
VR	Volume Recuperado
Vre	Volume Recuperado Estimado
VRm	Volume Recuperado Micromedido
VU	Volume Utilizado

1.0 – INTRODUÇÃO

1.1 – TEMA

O tema deste trabalho vem ao encontro a uma antiga demanda do Sistema de Saneamento da COSANPA, que é a de estimar as perdas físicas e as não físicas de água do sistema de abastecimento da Região Metropolitana de Belém (RMB), para que de posse de tais dados, possam ser desenvolvidas políticas de combate a esses desperdícios, visto que os altos índices de perdas são o grande mal que assolam as entidades do setor e podem levar uma empresa ao colapso, pois a intensidade desses índices compromete o ordenamento econômico, financeiro e institucional da empresa.

Por outro lado, o crescimento da Região Metropolitana de Belém, induziu ao deslocamento e à consolidação de novos núcleos urbanos nas áreas mais afastadas do centro com baixo nível de acesso a sistemas de infra-estrutura urbana. Forçando os prestadores de serviços a atenderem ao maior número de usuários possível com obras improvisadas que levaram à prevalência da improvisação e do empirismo na operação do Sistema de Saneamento da COSANPA. Além disso, as perdas de água se configuram também como um grave problema ambiental, onde medidas urgentes devem ser tomadas no sentido de minimizar tais perdas na tentativa de evitar problemas futuros de disponibilidade hídrica.

Nesse sentido, este trabalho foi iniciado através de uma análise do processo de crescimento urbano na RMB e verificando sua influencia no índice de perdas de água e os instrumentos que deveriam regular esse processo, em seguida foi realizada uma revisão literária sobre perdas de água, descrevendo suas causas, magnitudes e medidas para minimizá-las e evita-las. Então foi verificada a necessidade de realizar um levantamento das instalações do sistema de abastecimento de água da COSANPA, que foi fundamental para a compreensão do funcionamento deste sistema. Logo após o esclarecimento sobre o que são as perdas e como funciona o sistema de abastecimento de água da COSANPA, foi realizado um levantamento de informações que possibilitaram o cálculo dos indicadores de perdas de água da COSANPA em 2004 que nos deram subsídios

para analisar a eficiência do sistema de abastecimento de água da COSANPA. Por fim, os índices obtidos foram analisados possibilitando a conclusão da pesquisa através de um diagnóstico da situação presente na COSANPA com base nos indicadores calculados, recomendando próximos passos que podem ser dados a partir deste trabalho.

Sendo assim, dividimos esta dissertação da seguinte maneira:

1. Introdução;
2. Crescimento Urbano da RMB;
3. Sistema de Abastecimento de água da COSANPA na RMB;
4. Perdas no Sistema de Abastecimento de Água;
5. Estimativas de Perdas na RMB;
6. Conclusão e Recomendação.

1.2 - CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

A Região Metropolitana de Belém é formada por 5 municípios (Belém, Ananindeua, Santa Bárbara do Pará, Benevides e Marituba), estando situada em plena faixa equatorial, conhecida como faixa de depressão da Amazônia Central, e distante 160 km da linha do Equador. Essa região metropolitana está assentada sobre uma área de 716 km² a uma altitude média de 10,3 metros do nível do mar, tendo 1.795.536 habitantes, de acordo com os dados do censo populacional realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2002), no ano 2000.

A Cosanpa abastece com água a cidade de Belém, o Distrito de Mosqueiro, e mais as cidades de Ananindeua e Marituba. Para atender a demanda atual são captados 25.740.10 m³/h, distribuídos através de 1.964.337,00 m de rede alimentada por 10.250,00 m de adutoras de água bruta e mais 56.000 m de adutoras e subadutoras de água tratada, abastece 266.403 ligações domiciliares, comerciais públicas e industriais e registra um Índice de micromedição de 69,60%. (Neto, 2003).

Em sistemas públicos de abastecimento, do ponto de vista operacional, as perdas de água são consideradas correspondentes aos volumes não contabilizados. Esses englobam tanto as perdas reais, que representam a parcela não consumida, como as perdas aparentes, que correspondem à água consumida e não registrada.

No ano de 2004, a Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) produziu 203.955.065 m³ em volume de água, mas só faturou o equivalente a 53.313.248 m³ desse total, porque 150.641.817 m³ foram desperdiçados. Boa parte dessa água se perde entre as estações de tratamento e a torneira do consumidor final, por problemas do sistema de abastecimento de água, como erros de medição, fraudes nos hidrômetros e ligações clandestinas (perdas aparentes); mas também por vazamentos, além de perdas operacionais (perdas reais ou físicas).

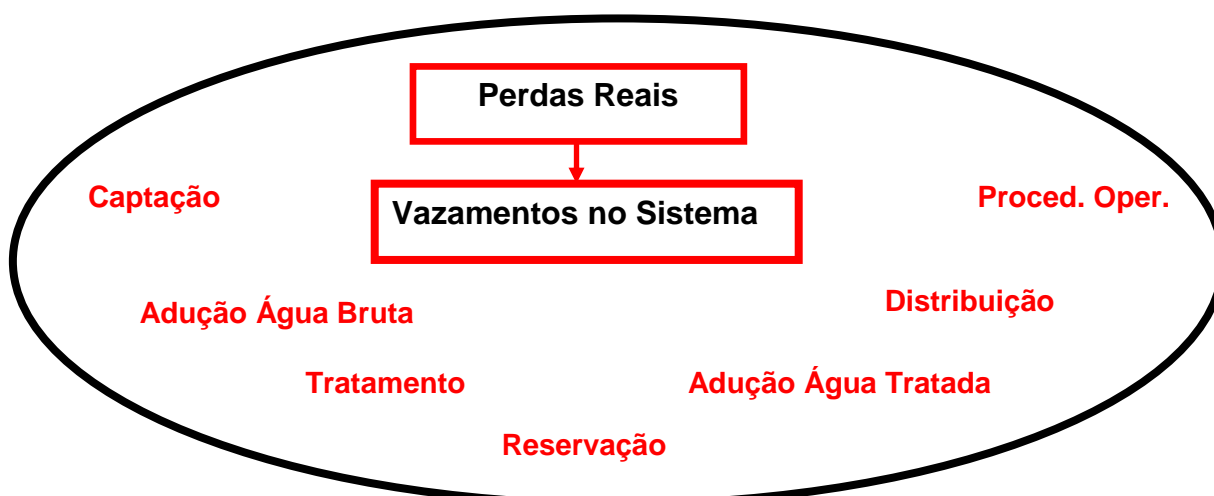
Além dos impactos negativos que essas perdas hídricas provocam nos custos operacionais, ampliando a necessidade de investimento em novas instalações de produção e tratamento, elas também causam danos à natureza (pelo aumento da demanda) e geram prejuízos à distribuição regional, principalmente para áreas do

Nordeste, onde há escassez de recursos hídricos, e também do Sudeste, que concentra a maior parte da população.

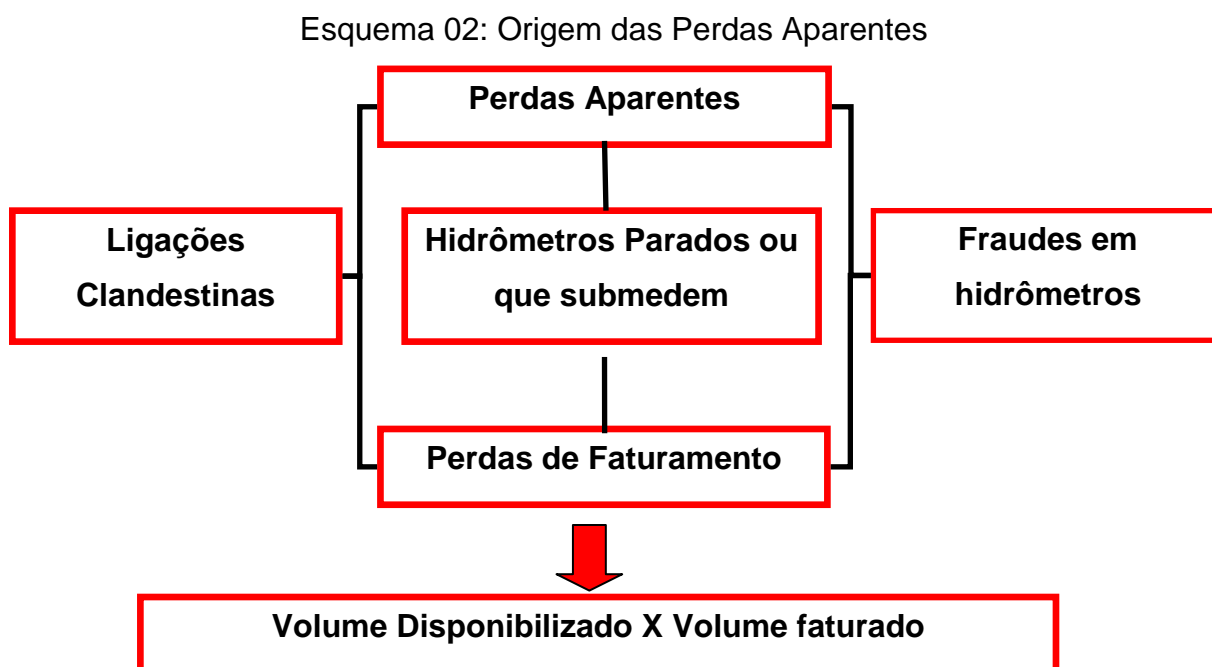
A estimativa dos índices de Perdas de Água do Sistema de Abastecimento da COSANPA que atende a demanda da Região Metropolitana de Belém (RMB) é de fundamental importância para a sustentabilidade deste sistema, visto que os altos índices de perdas são o grande mal que assolam as entidades do setor e podem levar uma empresa ao colapso, pois a intensidade desses índices compromete o ordenamento econômico, financeiro e institucional da empresa. Os dados referentes aos índices de Perdas de Água na Região Metropolitana de Belém (RMB) servirão para que se possa ter um panorama do Sistema de Abastecimento de Água da COSANPA e para o desenvolvimento de programas ou projetos de controle de perdas mais eficientes.

As perdas reais de água na Região Metropolitana de Belém originam-se de vazamentos no sistema, envolvendo a captação, a adução de água bruta, o tratamento, a reservação, a adução de água tratada e a distribuição, além de procedimentos operacionais como lavagem de filtros e descargas na rede, quando estes provocam consumos superiores ao estritamente necessário para operação. O Esquema 01 ilustra os subsistemas onde verifica-se perdas reais de água.

Esquema 01: Origem das Perdas Reais



As perdas aparentes de água na Região Metropolitana de Belém originam-se de ligações clandestinas ou não cadastradas, hidrômetros parados ou que submedem, fraudes em hidrômetros e outras. São também conhecidas pela COSANPA como perdas de faturamento, uma vez que seu principal indicador é a relação entre o volume disponibilizado e o volume faturado. No Esquema 02 pode-se visualizar o exposto acima.



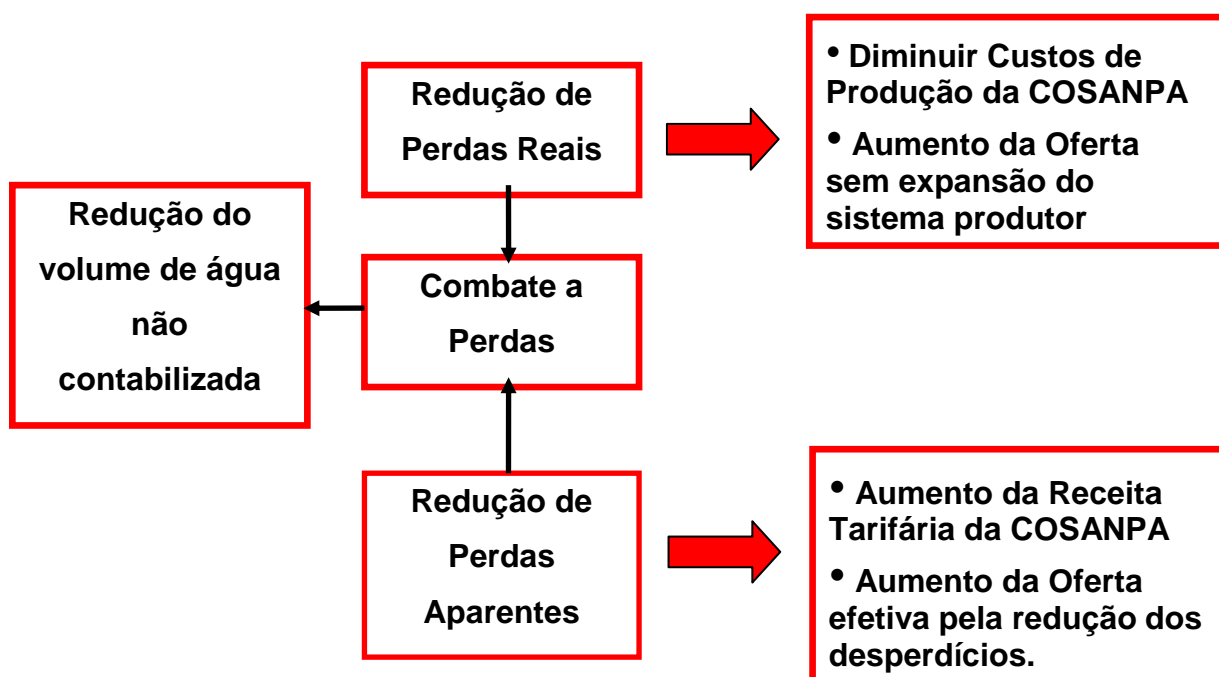
A redução das perdas reais de água na Região Metropolitana de Belém permite diminuir os custos de produção da COSANPA - mediante redução do consumo de energia, de produtos químicos e outros - e utilizar as Instalações existentes para aumentar a oferta, sem expansão do sistema produtor.

A redução das perdas aparentes de água na Região Metropolitana de Belém permite aumentar a receita tarifária da COSANPA, melhorando a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro da mesma. Contribui indiretamente

para a ampliação da oferta efetiva, uma vez que induz à redução de desperdícios por força da aplicação da tarifa aos volumes efetivamente consumidos.

O combate a perdas ou desperdícios implica, portanto, redução do volume de água não contabilizada, exigindo a adoção de medidas que permitam reduzir as perdas reais e aparentes, e mantê-las permanentemente em nível adequado, considerando a viabilidade técnico-econômica das ações de combate a perdas em relação ao processo operacional de todo o sistema. O Esquema 03 resume basicamente os benefícios da redução de perdas reais e aparentes.

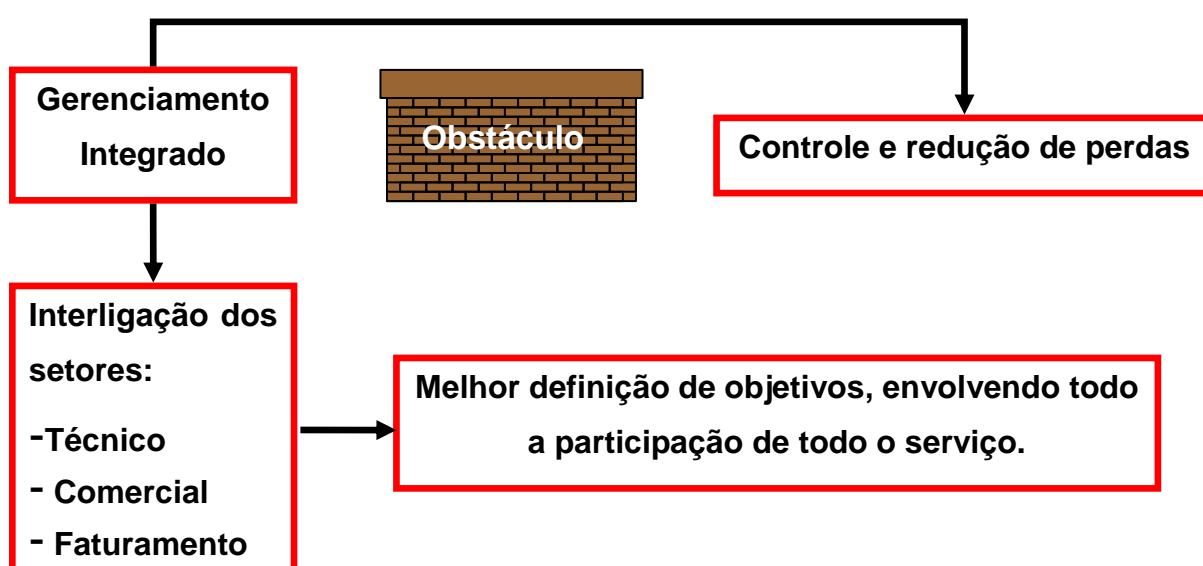
Esquema 03: Benefícios proporcionados pela redução de perdas de água



Sendo assim, o gerenciamento integrado dos serviços de saneamento se configura como grande obstáculo para o controle e redução de perdas reais e aparentes. Pois o gerenciamento integrado enfatiza a necessidade de que todos os setores que compõe a estrutura administrativa dos serviços de saneamento devem operar interligados, ou seja, o grande desafio é a interligação dos setores técnicos, comercial (atendimento ao usuário) e de faturamento do serviço de saneamento, buscando para cada situação a melhor definição dos objetivos, envolvendo a

participação de todo o serviço (Esquema 04). É freqüente encontrar serviços de saneamento que operam sob uma estrutura administrativa com alto grau de setorização, na qual os objetivos e orientações são próprios e acontecem de forma subjetiva e em função da experiência e percepção de cada gerente do setor. A integração, nesses casos, é deficiente, casuística, e em função de afinidades pessoais.

Esquema 04: Relação gerenciamento integrado x redução de perdas



Como a redução de perdas requer ampla integração, definição clara de objetivos e grande participação de todo o serviço, muitos programas de controle não são bem-sucedidos ou têm os resultados positivos anulados em curto espaço de tempo, se as transformações forem de caráter temporário.

Portanto, especial atenção deve ser dada, quanto às perdas de faturamento, ao cadastro de consumidores, que seria o registro atualizado dos imóveis que

utilizam água tratada da rede de distribuição em uma determinada área e sua permanente atualização; à política de micromedição, que poderia direcionar e determinar as formas de organização do processo de registro dos volumes consumidos nos estabelecimentos providos de medidores; e a manutenção preventiva de hidrômetros, por intermédio do acompanhamento de sua performance no tempo, feito por análise de consumo, de idade e dos volumes totais medidos que freqüentemente não é realizada (Silva *et al*, 1999). O mapa 01 a mostra a porcentagem de domicílios com bom saneamento por município em todo o território nacional, ou seja, municípios que contam com mais de 95% dos domicílios particulares permanentes servidos de infra-estrutura adequada para cada um dos componentes das necessidades habitacionais (abastecimento de água, destino de lixo e escoadouro considerado adequado). (IPPUR, 2003)(Mapa 01).

Mapa 01 – Brasil: Domicílios com bom saneamento por município em 2000



Fonte: IPPUR (2003)

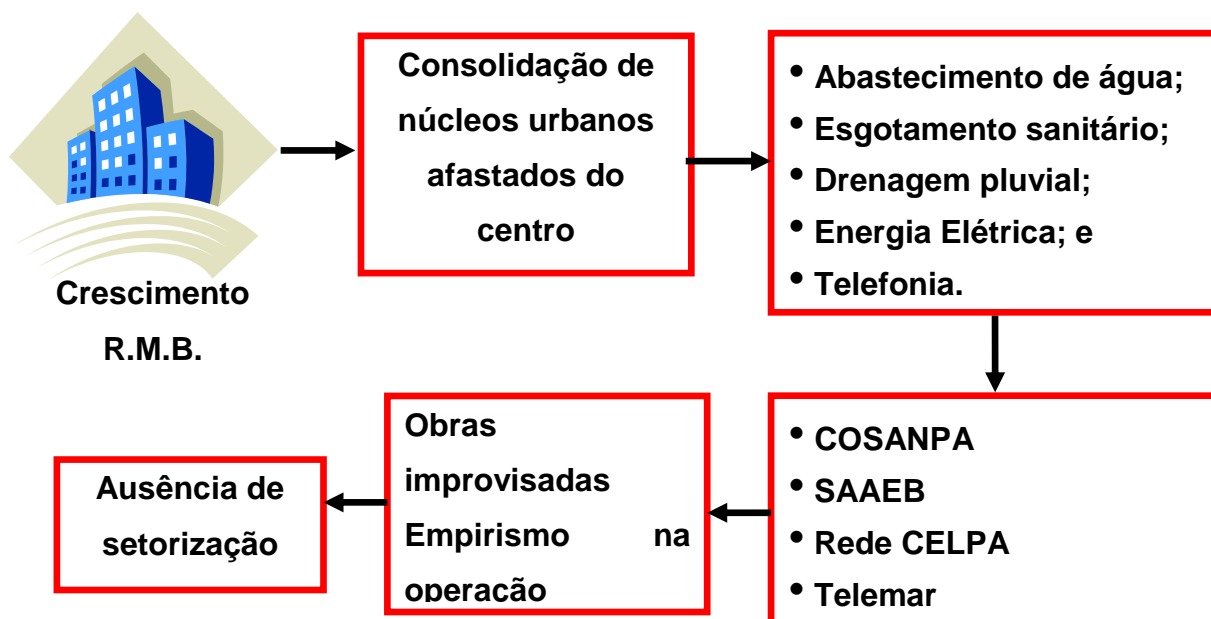
Além disso, a expansão da Região Metropolitana de Belém apresentando uma taxa anual de crescimento na ordem de 3% constante desde o início da década

de 80 e crescente durante as décadas de 80 e 90, acompanhado de uma expressiva expansão da malha urbana, induziu ao deslocamento e à consolidação de novos núcleos urbanos nas áreas mais afastadas do centro com baixo nível de acesso a sistemas de infra-estrutura de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem pluvial, energia elétrica e telefonia. Forçando os prestadores de serviços a atenderem ao maior número de usuários possível com obras improvisadas. (Lima, 2003)

Com isso, os sistemas de abastecimento de água da COSANPA, se originalmente planejados, foram distorcidos e seu desconhecimento, incluindo-se aí o cadastro de redes, levou à prevalência da improvisação e do empirismo na operação.

Pode-se dizer que essa característica é observada em quase todos os serviços de saneamento do país, por conta dessa explosão populacional e desordem urbana. A ausência de setorização, que impossibilita a separação do sistema de abastecimento de água por setores, dificultando a determinação dos índices de perdas por setor por não permitir o confronto dos volumes macromedidos com os volumes micromedidos, pois em função deste processo verifica-se na rede de distribuição de água a presença de múltiplas zonas de mistura, ou seja, bairros ou determinadas áreas da cidade são abastecidas por dois ou mais setores de abastecimento de água, inviabilizando assim a determinação da origem da água que abastece as redes. Este processo é uma das conseqüências da ausência de setorização. O Esquema 05 ilustra como o processo de crescimento urbano da RMB se desenvolve e apresenta as conseqüências deste processo.

Esquema 05: Conseqüências do processo de crescimento urbano da RMB



Contudo, se tal panorama não for alterado, a tendência é que cada vez mais o Sistema de Saneamento da COSANPA se afastará da técnica e se apoiará no empirismo e improvisação.

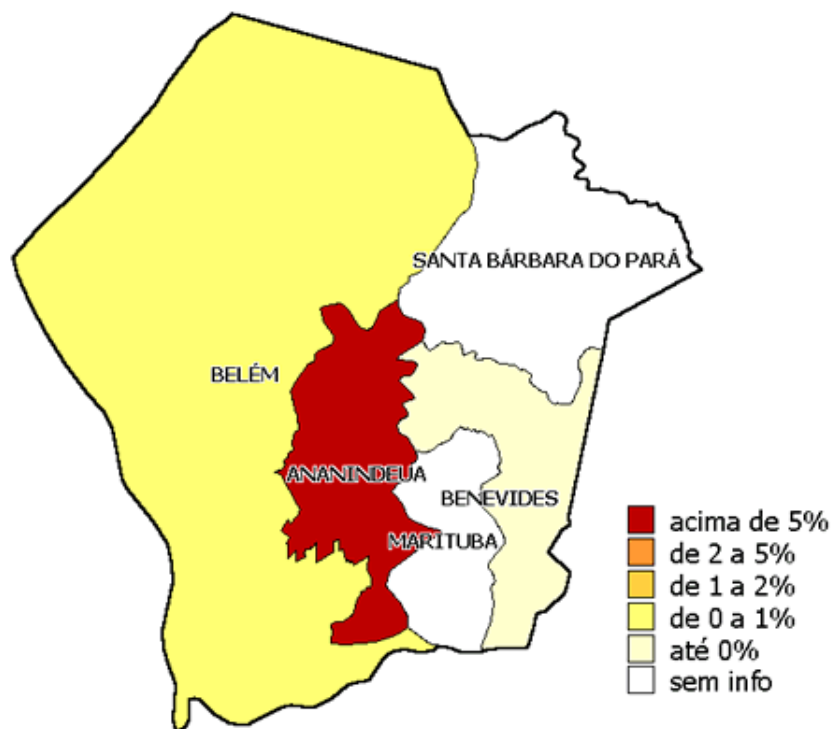
A reversão observada no ritmo de crescimento populacional na Região Metropolitana de Belém nos últimos anos é um ponto relevante para que mudanças de comportamento possam ocorrer no setor. (Tabela 01, Mapa 02)

Tabela 01-População e Densidade Demográfica, 2000 e Taxa de Crescimento 1980/1991/2000 na RMB.

Município	Pop 2000	Hab/Km²	Tca 80-91	Tca 91-00
Ananindeua	393.569	2.060,57	3,29	18,09
Belém	1.280.614	1.202,45	3,25	0,32
Benevides	35.546	200,82	13,27	-7,02
Marituba	74.429	682,83	-	-
Santa Bárbara do Pará	11.378	40,93	-	-
Total Geral	1.795.536	837,52	3,58	2,79

FONTE: IPPUR (2003)

Mapa 02: Região Metropolitana de Belém - Taxa de crescimento populacional na RMB, 1991 a 2000



FONTE: IPPUR (2003)

Pode-se afirmar que as obras de saneamento que foram, estão sendo e serão construídas na Região Metropolitana de Belém, com projetos desenvolvidos até aproximadamente o início da década de 90, estão superdimensionadas, salvo raras exceções. A vida útil das obras construídas nos últimos dez anos será, nesses termos, muito superiores ao planejado. Como decorrência, os investimentos em expansões deverão ser menores, requerendo-se, contudo, aumentar o desempenho do sistema. (SILVA *et al*, 1999).

1.3 - OBJETIVOS

1.3.1 - GERAL

Esta pesquisa buscou mostrar elementos no ambiente em que vivemos, onde a universalização do acesso aos serviços de abastecimento de água na Região Metropolitana de Belém é algo longe de ser alcançado, uma grande quantidade de água é desperdiçada, seja por meio de vazamentos ou por uso abusivo em ligações clandestinas, em detrimento do abastecimento público que muitas vezes é interrompido devido a falta d'água na rede, acarretando no aumento dos custos de produção, mediante o aumento do consumo de energia e de produtos químicos, na necessidade do aumento do sistema produtor, diminuição da receita tarifária que dificulta na eficiência dos serviços prestados pela COSANPA, dificultando a ampliação da oferta efetiva de água na Região Metropolitana de Belém.

Em relação ao processo de crescimento da Região Metropolitana de Belém, esta pesquisa verificou que este processo tem influenciado negativamente os índices de perdas de água, através da maior incidência de vazamentos e ligações clandestinas em áreas onde as redes de abastecimento de água foram improvisadas para abastecer um número cada vez maior de usuários, levando a prevalência da improvisação e do empirismo na operação.

1.3.2 - ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos da pesquisa que atenderão aos objetivos gerais são:

Estimar as Perdas Reais de água na Região Metropolitana de Belém abastecida com água pela COSANPA;

Estimar as Perdas Não Aparentes de água na Região Metropolitana de Belém abastecida com água pela COSANPA;

Alertar para a importância do Gerenciamento Integrado do Sistema de Saneamento da COSANPA;

Comparar os índices de Perdas Reais e Aparentes estimados na pesquisa a outros

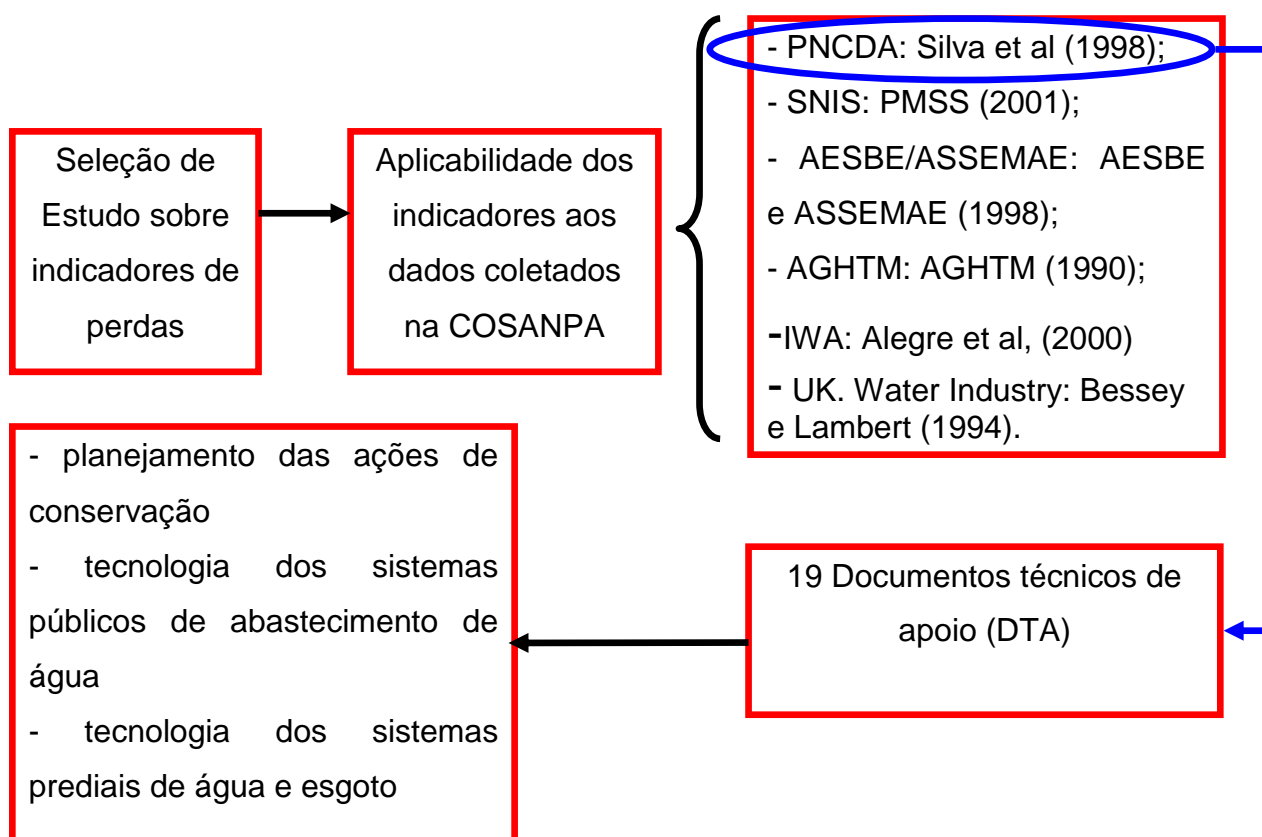
índices estimados em outros trabalhos, verificando o índice de crescimento de tais perdas no Sistema de Saneamento da COSANPA;

Analisar o processo de formação e o crescimento da RMB, no que se refere à ocupação da cidade, verificando a influência deste processo em relação as perdas de água no sistema de abastecimento da COSANPA.

1.4 – METODOLOGIA

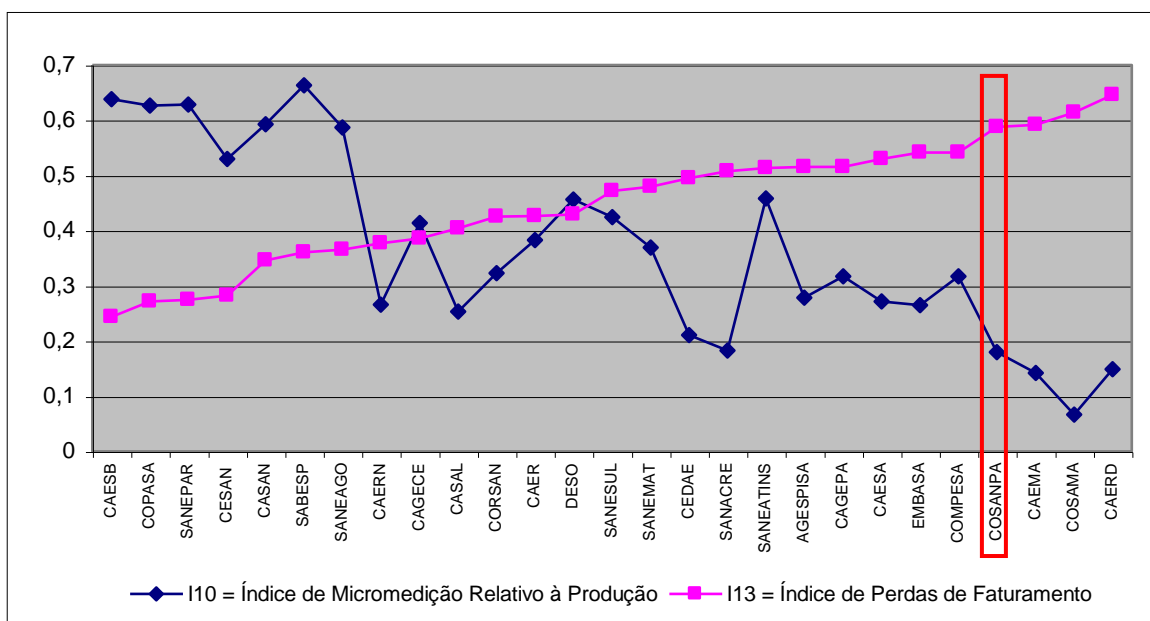
Para o desenvolvimento desta pesquisa, inicialmente foi selecionado um estudo referente a indicadores de perdas de água, verificando qual estudo viabilizaria a determinação dos indicadores de perdas de água a partir das informações obtidas juntamente a COSANPA. Portanto, a análise dos estudos referentes a indicadores de perdas consistiu na verificação de melhor aplicabilidade dos diversos indicadores propostos em cada estudo a partir dos dados primários que a COSANPA disponibilizou. No gráfico 01 podemos visualizar para o ano de 1995 os índices de perdas de faturamento e de micromedição relativo a produção para todas as Companhias Estaduais de Saneamento Básico. O Esquema 06 ilustra o processo de seleção do estudo sobre indicadores de perdas a ser adotado na pesquisa.

Esquema 06: Método de seleção do estudo sobre indicadores de perdas



Promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras

Gráfico 01: Água Não Faturada nas Companhias Estaduais de Saneamento Básico em 1995



Fonte: Silva *et al* (1999)

Os estudos referentes a indicadores de perdas de água estão identificados pelos nomes das entidades para as quais os autores realizaram seus trabalhos na lista a seguir:

- PNCD: Silva *et al* (1998);
- SNIS: PMSS (2001);
- AESBE/ASSEMAE: AESBE e ASSEMAE (1998);
- AGHTM: AGHTM (1990);
- IWA: Alegre *et al*, (2000); Lambert *et al.* (1999 e 2000) e Lambert e Hirner (2000);
- UK. Water Industry: Bessey e Lambert (1994).

Os três primeiros estudos, de autores brasileiros, têm uma forte relação entre si, pois foram elaborados em decorrência de um mesmo ambiente de discussão nacional sobre o tema, patrocinada pelo PNCD no ano de 1998. Assim as propostas não apresentam diferenças significativas. Sendo assim, Silva *et al.* (1998) apresentam proposta de indicadores que em grande parte converge para as proposições dos seguintes estudos: AESBE e ASSEMAE (1998); PMSS (2001) e AGHTM (1990). Os indicadores são enquadrados em níveis básico, intermediário e

avançado, classificados segundo uma escala provável de dificuldades técnicas para a obtenção dos dados que os compõem (há uma convergência para os níveis propostos no trabalho de Alegre *et al.*, 2000). Os indicadores do nível intermediário basicamente se referem ao aproveitamento de água bruta e à eficiência das estações de tratamento. São, portanto, indicadores de desempenho hídrico do sistema. Os indicadores avançados são aqueles nos quais se incluem os volumes de perdas reais e aparentes, além da pressão média de operação da rede. Os autores consideram que, no Brasil, a desagregação das perdas somente será alcançada num estágio operacional avançado dos sistemas. (Miranda, 2002)

Em relação ao nível básico, são propostos quatro indicadores que convergem com a maioria dos estudos pesquisados, quais sejam:

- índice de perdas de faturamento (ou águas não faturadas): relação entre volume faturado e produzido, medida em percentual;
- índice de perdas na distribuição (ou águas não contabilizadas): relação entre volume consumido e produzido, medida em percentual;
- índice linear bruto de perdas: corresponde às perdas na distribuição por km de rede (o termo “bruto” foi empregado com o objetivo de diferenciar do indicador que utiliza extensão total de rede, incluindo os ramais prediais), e;
- índice de perdas por ligação: corresponde às perdas na distribuição por ligação de água.

Segundo Miranda (2002), o trabalho da AGHTM tem como principal característica a utilização de uma quantidade expressiva de indicadores, complementares entre si. Embora seja o mais antigo dos estudos pesquisados, não está desatualizado, pois vários de seus indicadores são também propostos nos demais estudos, ainda que, às vezes, em formato diferente. Outra característica marcante do estudo da AGHTM é a proposição não somente de indicadores de perdas, mas também de indicadores que representam o rendimento do sistema em termos de aproveitamento dos volumes disponibilizados.

As propostas da IWA foram feitas, e vêm sendo atualizadas, no âmbito do Grupo de Trabalho sobre Perdas de Água da entidade. Elas foram encampadas por Alegre *et al.* (2000) no Manual de Melhores Práticas para Avaliação de Desempenho

de Sistemas de Abastecimento de Água. A maioria dos autores dos estudos feitos para a *U. K. Water Industry* são também membros do Grupo da IWA, motivo pelo qual as propostas das duas entidades são muito parecidas, sendo a da IWA mais atualizada. (Miranda, 2002)

Os indicadores de desempenho propostos por Alegre *et al.* (2000) estão distribuídos em três níveis, sendo que os indicadores de perdas enquadram-se em dois deles (Tabela 02). As características básicas dos níveis propostos são as seguintes:

- Nível 1: fornece uma síntese da eficiência e da eficácia do operador;
- Nível 2: permite um conhecimento mais pormenorizado que os indicadores do Nível 1, para uma análise mais profunda; e
- Nível 3: indicadores com maior detalhe específico, relevantes para a gestão da alta administração do operador.

Tabela 02 - Indicadores recomendados pela IWA, com algumas de suas características.

Indicador	Nível	Grupo	Unidades recomendadas
ineficiência de utilização dos recursos hídricos	N1	Recursos hídricos	Perdas reais em % da água entrada no sistema
Perdas de água	N1	Operacional	m ³ /ligação/dia
Perdas aparentes	N3	Operacional	m ³ /ligação/dia
Perdas reais	N1	Operacional	l/ligação/dia (1)
índice de vazamentos na infra-estrutura	N3	Operacional	Relação das perdas reais com as perdas reais mínimas inevitáveis
Água não faturada por volume	N1	Financeiro	Volume de água não faturado em % da água entrada no sistema
Água não faturada por custo	N3	Financeiro	Valor da água não faturada em % dos custos correntes anuais

(1) Quando o sistema está em pressão.

Fonte: Miranda (2002)

Os estudos apresentados resultam em uma avaliação de 37 indicadores diferentes, sejam de perdas, propriamente ditos, ou complementares. A Tabela 03 mostra o total de versões dos indicadores e dados avaliados, para cada estudo.

Tabela 03 – Quantidade de indicadores e dados avaliados, por categoria e entidade / programa.

Entidade / Programa	Indicadores por categoria			Dados
	Básico	Intermediário	Avançado	
PNCDA	7	6	1	20
SNIS	8	0	0	13
AESBE/ASSEMAE	8	1	0	16
AGHTM	12	2	1	24
IWA	2	4	2	21
U.K. <i>Water Industry</i>	0	3	2	15
Total	37	16	6	109

Fonte: Miranda (2002)

A partir desta análise, foi selecionado para o desenvolvimento da pesquisa proposta, o estudo desenvolvido por Silva et al (1999) para o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), por se tratar do estudo que mais se adequou às informações que foram obtidas, por ser o mais claro em suas proposições e definições e também por se tratar de um programa governamental.

O Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) é composto por um conjunto de 19 Documentos Técnicos de Apoio (DTA) às atividades do Programa, nas áreas de planejamento das ações de conservação, de tecnologia dos sistemas públicos de abastecimento de água e de tecnologia dos sistemas prediais de água e esgoto, na busca do seu objetivo geral de promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras. (Tabela 04)

Destes 19 DTAs, somente um trata especificamente sobre indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água, denominado DTA A2. Este DTA, que serviu de base para a determinação dos índices de perdas, foi editado originalmente em 1999. Contudo, em 2004 este documento passou por um processo de revisão onde poucas mudanças foram efetuadas. A mudança mais significativa faz referência a uma questão de terminologia que permeia toda a avaliação de indicadores de perdas. Nessa situação enquadram-se os termos “perdas físicas” e “perdas não físicas”, empregados na edição original do documento editado em 1999, para expressar o mesmo conteúdo dos termos “perdas reais” e “perdas aparentes”, adotados no documento revisado em 2004.

Tabela 04: Documentos Técnicos de Apoio já publicados

DOCUMENTOS TÉCNICOS DE APOIO
A1 - APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA
A2 - INDICADORES DE PERDAS NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
A3 - CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA URBANA DE ÁGUA
A4 - CONSERVAÇÃO E COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - BIBLIOGRAFIA ANOTADA
A5 - PLANOS REGIONAIS E LOCAIS DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - DIRETRIZES
B1 - ELEMENTOS DE ANÁLISE ECONÔMICA RELATIVOS AO CONSUMO PREDIAL
B2 - CAMPANHAS DE EDUCAÇÃO PÚBLICA VOLTADAS À ECONOMIA DE ÁGUA
B3 - MEDIDAS DE RACIONALIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA PARA GRANDES CONSUMIDORES
B6 - ESTRATÉGIAS DE COMUNICAÇÃO E EDUCAÇÃO
C1 - RECOMENDAÇÕES GERAIS E NORMAS DE REFERÊNCIA PARA CONTROLE DE PERDAS NOS SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
C2 - PANORAMA DOS SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO NO PAÍS
C3 - MEDIDAS DE REDUÇÃO DE PERDAS - ELEMENTOS PARA PLANEJAMENTO
D1 - CONTROLE DA PRESSÃO NA REDE
D2 - MACROMEDIÇÃO
D3 - MICROMEDIÇÃO
D4 - REDUÇÃO DE PERDAS E TRATAMENTO DE LODO EM ETA
E1 - CARACTERIZAÇÃO E MONITORAMENTO DO CONSUMO PREDIAL DE ÁGUA
E2 - NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE DOS SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA
F1 - TECNOLOGIAS POUPADORAS DE ÁGUA NOS SISTEMAS PREDIAIS
F2 - PRODUTOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA NOS SISTEMAS PREDIAIS -
F3 - CÓDIGO DE PRÁTICA DE PROJETO E EXECUÇÃO DE SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA - CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS
F4 - CÓDIGO DE PRÁTICA DE PROJETO E EXECUÇÃO DE RAMAIS PREDIAIS DE ÁGUA EM POLIETILENO

Observa-se que a palavra “física”, adotada na expressão “perda física”, significa a coisa material – no caso a água perdida –, que existe de fato, é verdadeira, concreta e *real*. Nesse sentido, tanto o termo “perda física” como “perda real” expressam com clareza o mesmo objeto de análise, e ambos, são adequados.

De outro lado, a expressão “perda não física” sugere uma oposição ou negação ao significado do componente anterior (perda física) e, assim sendo, significaria algo que não existe e não é verdadeiro. Esse não parece ser um significado adequado, uma vez que os volumes existem de fato e correspondem a usos indevidos, que provocam perdas de faturamento. Por sua vez, a palavra “aparente”, adotada na expressão “perda aparente”, na acepção da palavra representa algo que se opõe ao real, ou seja, volumes que parecem perdidos, mas que com esse sentido, não existem na realidade. Sendo assim, para esse componente das perdas, tal nome é mais adequado ao objeto da análise (Esquema 07). O gráfico 02 mostra o percentual de água não faturada em diversas regiões do mundo em 1995, segundo a IWA.

Esquema 07: Comparação básica das 2 edições do DTA N°A2

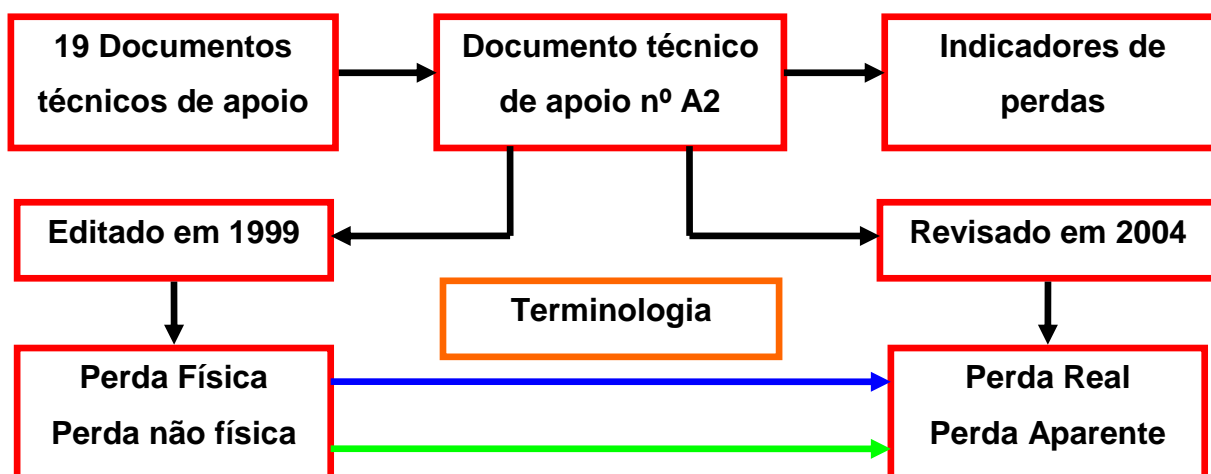
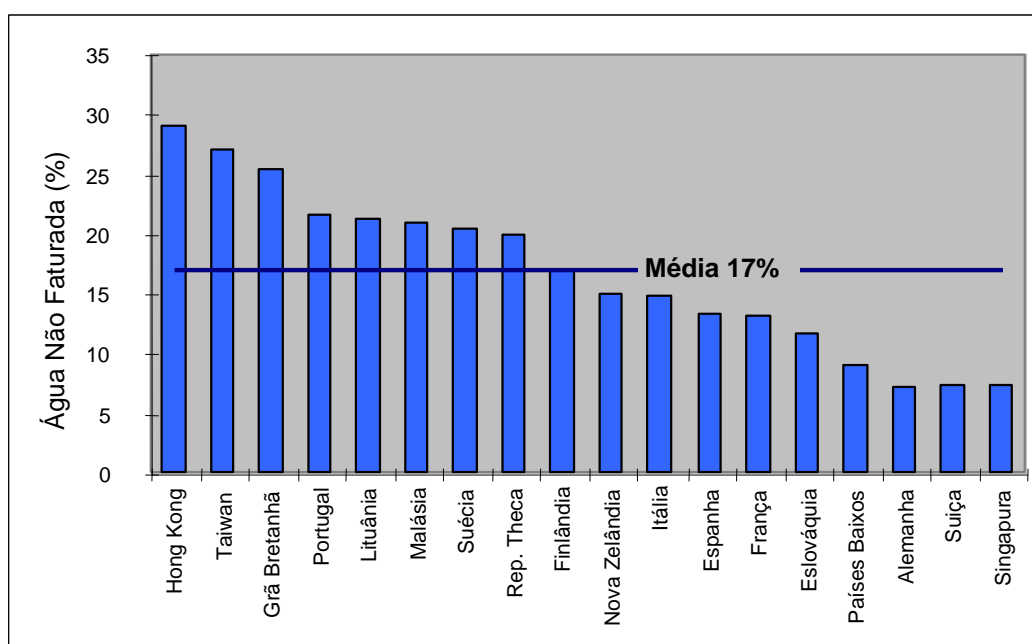


Gráfico 02: Percentual de Água Não Faturada em diversas regiões do mundo em 1995, segundo o IWA.

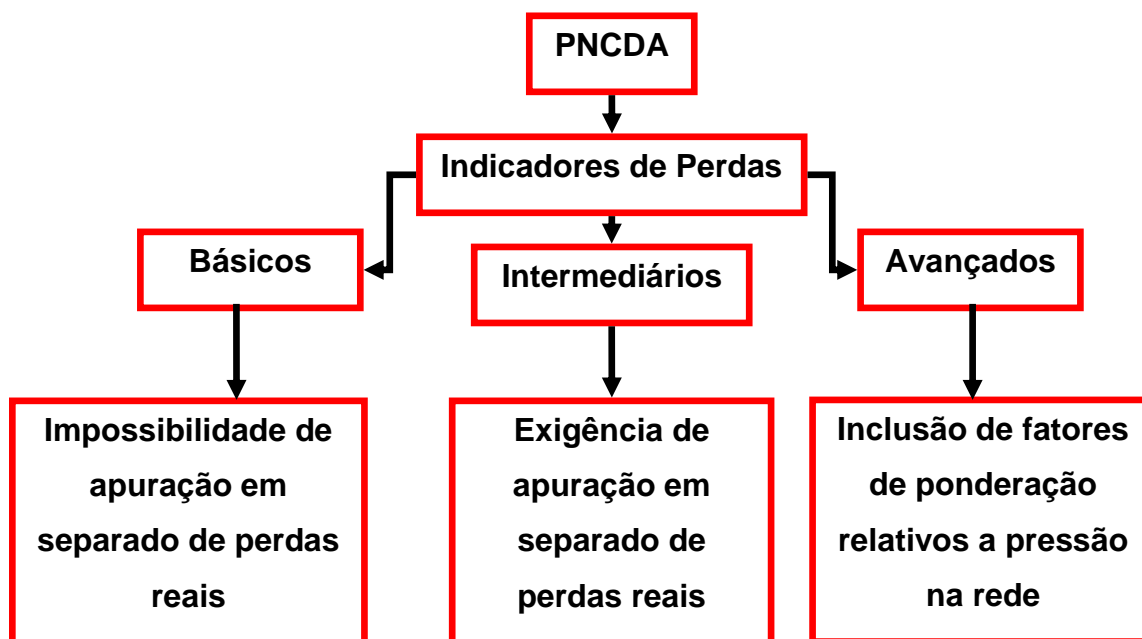


Fonte: PNCDA (1999)

No DTA nºA2, os indicadores de perdas são organizados em três categorias: Básicos, Intermediários e Avançados. São básicos os indicadores percentuais de água não contabilizada e água não faturada, reconhecendo-se - nesse nível - a limitação relativa à impossibilidade de apuração em separado das perdas físicas. No nível intermediário essa separação é exigida e a partir dela se constroem

indicadores de desempenho hídrico do sistema abrangendo todos os subsistemas, e indicadores específicos de perda física relacionados a condições operacionais. No nível avançado são incluídos os indicadores e fatores de ponderação relativos à pressão na rede, reconhecendo-se ser falha a comparação entre serviços que não pondere as diferenças referentes à pressão. (Esquema 08)

Esquema 08: Categorias dos indicadores propostos no PNCDA



Há consenso entre todas as abordagens relativas à indicadores de perdas e outros indicadores de desempenho dos serviços de saneamento, que, tão importante quanto o correto enunciado conceitual do indicador, é a confiabilidade da informação primária que lhe dá origem. Nesses termos, de pouco adiantaria estabelecer um elenco completo de indicadores que teoricamente dariam conta da exata situação operacional dos serviços, se a capacidade de coleta de informações primárias não corresponder ao nível de precisão necessário. (PNCDA, 1999). Desta forma, é necessário analisar os indicadores de controle e confiabilidade da COSANPA para verificar a validade das informações-chave coletadas.

Os indicadores de confiabilidade apresentam uma escala de variação de 0 a 1, segundo a qual é estabelecida a confiabilidade relativa a uma informação que servirá de base para a validação ou não daquela informação para fins de comparação com outros serviços, conforme a Tabela 05 a seguir.

Tabela 05: Aplicação da Escala de Confiabilidade no Gerenciamento de Informações

Faixa de variação	Condições de validade da informação
0,80 a 1,00	Informação plenamente confiável para fins de previsão de demanda, planejamento de oferta e comparação entre serviços.
0,60 a 0,79	Informação parcialmente confiável, com restrições sobre o uso para comparação entre serviços.
0,30 a 0,59	Aproximação de tendências, utilizável apenas para a fixação imediata de prioridades internas, sem segurança sobre comportamentos futuros e inválida para fins de comparação entre serviços.
0 a 0,29	Informação não utilizável, é o mesmo que não tê-la.

Fonte: (Silva *et al*, 1999)

A confiabilidade de uma informação-chave obviamente condiciona a validade de indicadores compostos que venham a ser construídos a partir dela. No caso de controles associados a uma mesma informação-chave, admite-se uma aplicação de estatística de médias, segundo a qual a confiabilidade daquela informação reflete a média ponderada das confiabilidades parciais. Isso é o que se faz para as ponderações desta subseção. Quando, porém, a informação é transposta para a composição de um indicador que associa mais de uma informação-chave, aplica-se o critério de estatística de extremos, segundo o qual prevalece como parâmetro de qualidade do indicador composto a menor confiabilidade entre as informações empregadas. Neste trabalho são propostos indicadores de confiabilidade associados a diferentes controles, aplicáveis a cada uma das informações-chave definidas no capítulo 5.

A análise do processo de crescimento da Região Metropolitana de Belém, e a verificação de sua influência negativa em relação as perdas de água da COSANPA foi realizado inicialmente através do processo histórico de formação da RMB que está intimamente relacionado ao processo de formação da economia da RMB, portanto foi realizada uma síntese desta história econômica. Resumidamente, podemos dizer que este processo excluiu a camada mais pobre da população das áreas mais altas da cidade, principalmente em função da especulação imobiliária, deixando para população de baixa renda apenas a opção de ocupar as áreas de cotas mais baixas, ou seja, que ficam inundadas a

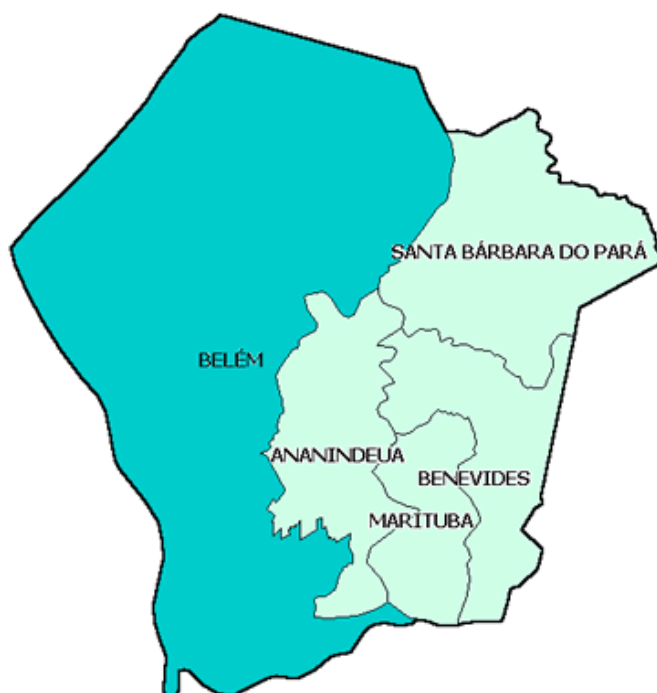
maior parte do ano devido a proximidade com canais, são as chamadas baixadas, que caracteriza o primeiro vetor de periferização da RMB. Posteriormente à ocupação das baixadas, iniciou-se o processo de invasões na chamada área de transição, formando bairros para alojar as famílias removidas das áreas urbanizadas no centro de Belém, caracterizando o segundo vetor de periferização da RMB. Por fim, no sentido nordeste da RMB, a chamada área de expansão, envolvendo primeiramente o município de Ananindeua. Podemos destacar em Ananindeua, Icoaraci e Outeiro, as invasões a conjuntos habitacionais, caracterizando o terceiro vetor de periferização da RMB.

2.0 - REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM (RMB)

2.1 - MUNICÍPIOS CONSTITUINTES E CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DA RMB

A Região Metropolitana de Belém-RMB constituída pela Lei Complementar Federal nº 14, de 08.06.73, cujos Conselhos Deliberativo e Consultivo foram criados pela Lei estadual nº 4.496, de 03.12.73. Até a metade da década de 90 estava composta somente pelos municípios de Belém e Ananindeua, quando então aconteceu a sua redefinição físico-espacial, sendo ampliada através da Lei Complementar nº27 de 19 de outubro de 1995, com inclusão dos municípios de Marituba, Benevides e Santa Bárbara. O Município de Belém faz parte, juntamente com Ananindeua, Benevides e Barcarena da Microrregião Homogênea de Belém - MRH-37, segundo a divisão adotada pelo IBGE para o território paraense. O município de Belém é a capital do Estado do Pará e ocupa a maior porção do território da RMB. (Paracampo, 2001) (Mapa 03)

Mapa 03: Divisão físico-espacial da Região Metropolitana de Belém



Fonte: IPPUR (2003)

Na sua totalidade, a Região Metropolitana de Belém abrange uma área de 1.313,15 Km² (Paracampo, 2001) abrigando uma população de 1.795.536 habitantes (IPPUR, 2003). A Tabela 06 apresenta a área de cada um dos municípios constituintes da RMB especificando a porcentagem que cada área representa em relação a área total desta região metropolitana.

Tabela 06: Área da Região Metropolitana de Belém por município- 1997

Município	Área (Km ²)	%
Belém	505.82	38,52
Ananindeua	173.69	13,23
Marituba	111.09	8.46
Benevides	246.49	18,77
Santa Bárbara	276.06	21,02
Total	1313.15	100

Fonte: Paracampo (2001)

A fisiografia desta região é diferenciada, pois envolve superfícies continentais, continentais/estuarinas, insulares e aquáticas situando-se entre as coordenadas e os limites abaixo discriminados: (Merces, 1997)

- ao Norte: coordenadas 00°58'00"de latitude Sul e 48°24'00" de longitude WGr, localizado na Baía de Marajó, definindo o limite da RMB com o município de colares;
- ao Sul: coordenadas 01 ° 31 '34"de latitude Sul e 48° 30'27" de longitude WGr, localizado na foz do Rio Moju, definindo limite da RMB com o município de Acará;
- a Leste: coordenadas 01°11 '59"de latitude Sul e 48°07'55" de longitude WGr, localizado na confluência do Rio Tauá com o Igarapé São Francisco, definindo limite da RMB com os municípios de Santa Izabel do Pará e Santo António do Tauá;
- a Oeste: coordenadas 01°11 '44"de latitude Sul e 48°37'43" de longitude WGr, localizado na Baía do Marajó, definindo limite da RMB com o município de Ponta de Pedras.

Segundo Mercês (1997), os principais rios da Região Metropolitana de Belém são o Guamá, Traquateua, Araci, Tauá, Maguari-Açu, Aura, Oriboca, Benfica e Santa Bárbara. As principais baías são as do Guajará, Santo Antônio, Sol e Marajó. Deve-se ressaltar que todos os rios e baías da Região Metropolitana de Belém são formados por águas barrentas, apresentando enchentes periódicas com a entrada de águas salobras durante o verão.

O relevo da RMB é bastante uniforme e plano suave a ondulado. Morfológicamente, trata-se de uma planície, caracterizada por um emaranhado de canais recentes, paleocanais, furos e igarapés, paranás, meandros abandonados e lagos que marcam um complexo de terra e água em evolução contínua, com partes sujeitas a inundações periódicas, quer pelas águas das chuvas, quer pelas águas das mares diárias ou de equinócio. (Fernandes, 2005)

Em Belém e proximidades o clima é quente e úmido, com temperatura média anual de 26° C e umidade relativa do ar média de 85%. As chuvas mais intensas ocorrem, principalmente, no final da tarde, sendo a precipitação pluviométrica média anual de 2500 a 3000 mm, acontecendo em 180 dias de chuva no ano. As estações do ano se distinguem não pela temperatura, mas pela frequência de chuvas, sendo a estação seca de junho a novembro e a chuvosa de dezembro a maio.

Segundo Ramos (2004), A Região Metropolitana de Belém pertence a bacia sedimentar do Amazonas. Predominam os terrenos sedimentares do quaternário, nas zonas com cotas mais elevadas, consistindo de níveis de concreções ou carapaças ferruginizadas de areia ou argila. Nas zonas de baixadas ocorrem sedimentos do Quaternário/Holoceno, compostos por argilas inconsolidadas. Algumas baixadas, com cotas de 4 m ou menos, na região metropolitana de Belém são terrenos fluviais inundáveis, sobretudo na época chuvosa ou durante a maré lançante.

Oliveira (2004), em estudo realizado para a caracterização das potencialidades aquíferas da RMB, revelou que o conjunto de rochas que compõem o quadro litoestratigráfico da Região Metropolitana de Belém e adjacências faz parte da Bacia

Sedimentar do Amazonas, cuja área emersa é conhecida como Bacia Sedimentar do Marajó.

Os litotipos que compõem a moldura geológica da área estão dentro dos domínios das coberturas fanerozóicas e são representados por uma sequência carbonática em subsuperfície, denominada Formação Pirabas, de idade miocênica, e recoberta por sedimentos elásticos do Grupo Barreiras, de idades terciária, Cobertura Detrítico Laterítica, Cobertura Sub-Recente e Cobertura Aluvionar Recente, de idade quaternária. As duas últimas Coberturas são constituídas de sedimentos aluvionares inconsolidados que jazem na faixa costeira, leitos das drenagens e manguezais. (Oliveira, 2004)

Os ecossistemas vegetais originais na RMB cobriam uma área de 1.048,53km², com predominância de vegetação arbórea (floresta tropical úmida). Dados de trabalho da SUDAM-Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, utilizando imagens LANDSAT-TM, de 1986, constataram uma alteração desses ecossistemas. Na parte continental e nas ilhas de Mosqueiro, Cara-tateua e Cotijuba não existem mais ecossistemas vegetais virgens, mas somente pequenas áreas relativamente conservadas, a maioria devido à ocorrência de inundações periódicas. Paradoxalmente, é nessas ilhas que estão localizadas as praias mais bonitas com falésias banhadas por águas doces, muito procuradas pela população urbana de todas as classes sociais. A vegetação predominante é a secundária latifoliada. (Mercês, 1997)

Por outro lado, encontram-se um número considerável de ilhas com vegetação virgem e/ou semi-virgem, mesmo no Município de Belém, onde existem no total 39 (trinta e nove) ilhas. Em Santa Bárbara do Pará e Ananindeua, destacam-se 04 (quatro) ilhas em cada município. Várias dessas ilhas possuem o importante ecossistema de manguezal, interface entre o ecossistema aquático e terrestre, berçário e produtor de alimentos para várias espécies, principalmente aquáticas, que tomam parte decisiva na cadeia alimentar. (Mercês, 1997)

Segundo Mercês (1997), no geral, além dos ecossistemas vegetais acima citados, existem pequenas florestas densas e abertas de terra firme e de várzeas, florestas de igapós e em solos arenosos, observando-se formações pioneiras.

De acordo com trabalho realizado por Oliveira (2004), A RMB apresenta três domínios de aquíferos que estão descritos a seguir.

O primeiro domínio é do tipo poroso, constituído pelos sedimentos da Cobertura Detrítico Laterítica que, por sua vez, está encimada por alúvios e colúvios. Corresponde à unidade aquífera superior, formada por níveis argilo-arenosos e inconsolidados, existentes no intervalo de 0-35 metros. O potencial hidrogeológico desse aquífero é fraco, como atestam as baixas vazões. Entretanto, na maioria das vezes, apresentam água de boa qualidade para consumo humano, podendo, em alguns casos, não ser potável devido ao teor excessivo de ferro. São aquíferos livres, cuja recarga se dá diretamente através das precipitações pluviométricas enquanto a descarga se efetiva através dos rios, pelas fontes, evapotranspiração e poços.

O segundo domínio corresponde aos sedimentos do Grupo Barreiras, com litotipos de natureza heterogênea, que vão desde argilitos até arenitos grosseiros, intercalados com argila, lateritos e níveis argilosos caulinizados, com espessura máxima da ordem de 80 metros. São camadas arenosas de espessuras variáveis intercaladas a leitos mais argilosos. Conseqüentemente, não permitem grandes vazões (de 15 a 80 m³/h) e, frequentemente, apresenta-se com teores de ferro fora do padrão recomendado pelo Ministério da Saúde. São aquíferos de natureza livre e semilivre podendo localmente ser confinados.

A recarga se dá por contribuição das camadas sobrepostas ou através da precipitação nas áreas de afloramento. Os aquíferos Barreiras e Pós-Barreiras, na maioria das vezes, não estão hidráulicamente conectadas.

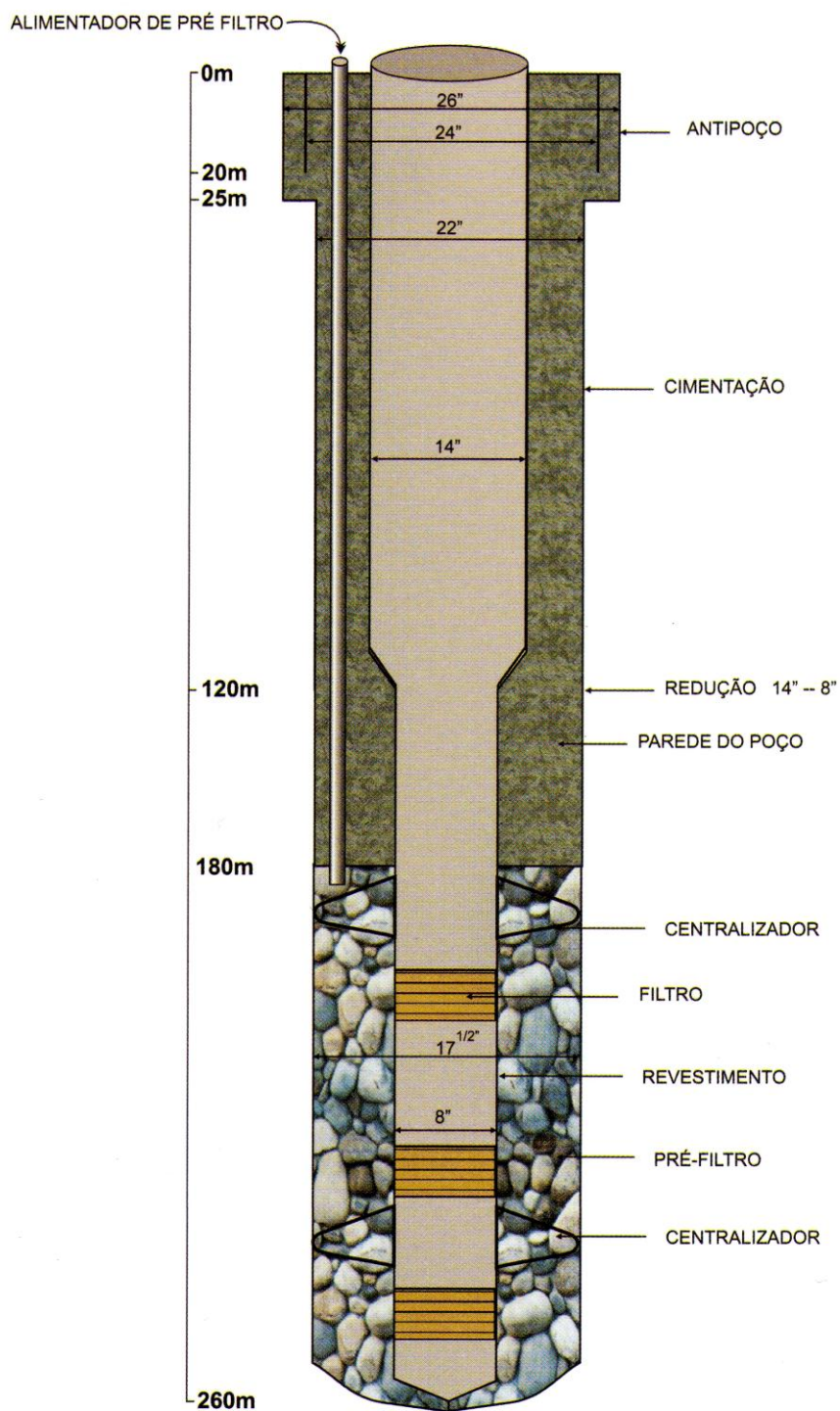
O terceiro domínio corresponde à unidade aquífera Pirabas, formado por dois sistemas aquíferos do tipo multicamadas, que são denominados de Pirabas Superior e Inferior, respectivamente. O primeiro é caracterizado por sedimentos marinhos,

fossilíferos, compostos por argilas calcíferas de cor cinza-esverdeada e por leitos de calcário duro, de coloração cinza esbranquiçada, que se alternam sucessivamente com camadas de arenito calcífero, siltitos e areias, existentes no intervalo de 80-180m. Quando diminuem os níveis de calcário e folhelho, aumentam as espessuras de areia. Nos aquíferos do tipo confinado aparecem as principais representações arenosas, nos intervalos 84-94, 119-127, 140-145 e 162-167m. O potencial desse aquífero é moderado. Contudo, pode-se esperar boas vazões, principalmente nos arenitos mais grosseiros.

O sistema aquífero Pirabas Inferior, constitui-se, predominantemente, de camadas repetitivas de arenitos de cor cinza-esbranquiçada, granulação fina a conglomerática, com intercalações mais espessas de argilas e siltitos esverdeados. Os principais níveis desse aquífero ocorrem nos intervalos de 180-193, 197-211, 229-240 e 251 -259m, constituindo um sistema estratificado, confinado pelo pacote subjacente que se caracteriza por uma permeabilidade vertical variável.

A Figura 01 mostra um modelo esquemático de projeto de poço para a Região Metropolitana de Belém, visando o Aquífero Pirabas.

Figura 01: Projeto de Poço (Perfil Construtivo)



Fonte: Oliveira (2004)

2.2 - FORMAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

Além da proximidade físico-geográfica entre as duas cidades, a conurbação das sedes municipais de Belém e Ananindeua, ocorreu devido ao avanço das áreas urbanas de Belém no sentido de Ananindeua, ou seja, sentido oeste-leste, por motivos relacionados à história da economia do Pará com reflexos sobre Belém. Para o melhor entendimento da formação desse conjunto urbano formado por Belém e Ananindeua, apresenta-se uma síntese dessa história econômica.

Ocupando uma área de 51.569,30 ha, onde mais da metade representam ilhas, possui clima quente e úmido, característico da região, com um alto índice de chuvas. A cidade foi fundada em 12 de Janeiro de 1616, por Francisco Caldeira Castelo Branco, a partir da ocupação das terras indígenas pelos portugueses e da construção de um forte, o Forte do Presépio que depois passou a se chamar Forte do Castelo, local de fundação da cidade, cujo objetivo era defender a costa amazônica dos conquistadores estrangeiros, principalmente franceses, ingleses e holandeses que também tinham interesse de se estabelecerem por aqui. Belém foi fundada depois que os franceses foram expulsos do Maranhão, onde pretendiam instalar a França Equinocial (Coimbra, 2003). Na Fotografia 01 pode-se visualizar o Forte do Castelo e a Fotografia 02 mostra o canhão utilizado no forte.

Nesta época, segundo Paracampo (2001), a margem esquerda do rio Oiapoque pertencia aos ingleses; no Amapá e no Xingu os holandeses estabeleceram fortificações e plantações de cana-de-açúcar; já os franceses possuíam feitorias em diversas ilhas da foz do Rio Amazonas.

O crescimento da cidade de Belém recebeu desde o início influência do rio, visto que, o marco inicial de Belém, o Forte do Presépio que depois passou a ser denominado Forte do Castelo, foi construído na confluência da Baía do Guajará com o Rio Guamá. Desta forma, as primeiras ruas da cidade de Belém surgiram ao lado do Rio Guamá e por ele eram orientadas. As primeiras ruas foram as ruas Norte, Espírito Santo e dos Cavaleiros, que hoje são chamadas de Rua Siqueira Campos, Rua Dr. Assis e Dr. Malcher, respectivamente.

Fotografia 01: Forte do Castelo



Fotografia 02: Canhão do Forte do Castelo

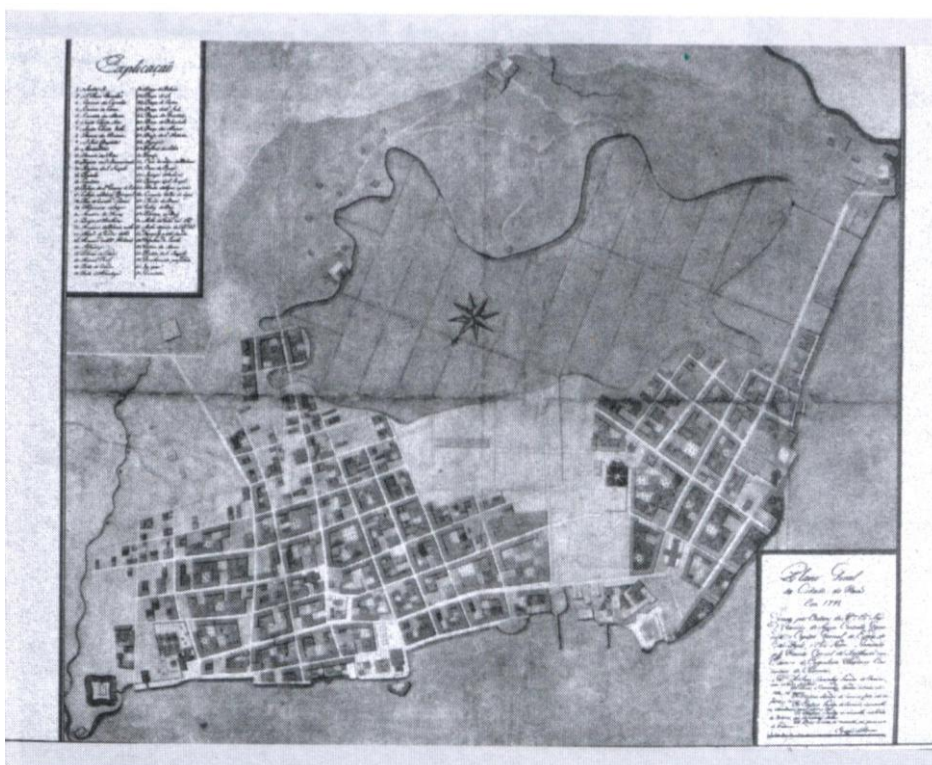


A atividade econômica, assim como nos outros núcleos portugueses do litoral atlântico, iniciou-se com o cultivo de cana de açúcar, porém não evoluiu em virtude das dificuldades naturais das matas e dos rios. Mesmo assim, foram construídos em Belém, no bairro da cidade velha, antigo bairro da cidade, alguns engenhos reais ao norte do Igarapé do Pirí, que ia do Arsenal da marinha até o Ver-o-Peso onde desembocava na baía do Guajará, formando um imenso alagado na frente dos

atuais Palácio do Governo e Antônio Lemos. O Pirí e o alagado foram aterrados entre 1803 e 1823.

Nesta época, os senhores de engenho passavam por dificuldades financeiras, sendo forçados a fabricar em pequenos engenhos (molinetes) localizados na outra margem do alagado do Pirí (pois era proibido construir esses estabelecimentos juntos aos engenhos reais no Bairro da Cidade) água ardente, que possuía um maior consumo e preços mais elevados. Desta forma formou-se na parte sul do alagado do Pirí e contornando a Baía do Guajará, o Bairro da Campina, que se dividia do Bairro da Cidade pela travessa São Matheus, atual Padre Eutíquio. A Figura 02 ilustra a planta da cidade de Belém no ano de 1791, onde pode-se visualizar o alagado do Pirí e os bairros da Campina e Cidade.

Figura 02 - Planta de Belém de 1791



Fonte: (Coimbra, 2003)

Segundo Paracampo (2001), os colonizadores portugueses, principalmente os religiosos, vendo o fracasso cada vez maior da lavoura de cana-de-açúcar, passaram a utilizar a mão de obra indígena, que conhece as matas e rios da região,

para coletar “drogas do sertão” (cacau, canela, cipó, raízes, plantas, medicinais, etc...) utilizando como vias de acesso os rios e povoando as suas margem com as primeiras vilas da região. Essa atividade se estendeu até meados do século XIX com poucos resultado e financeiros. Mesmo assim, durante o governo do primeiro ministro Português Marques de Pombal, a Amazônia e especialmente Pará tiveram um relativo progresso devido a criação da Companhia de Comércio do Grão Pará, sediada em Belém, que incentivou a cultura de café, fumo, cacau e pecuária, com predominância de mão de obra escrava africana.

Pombal, em seu governo, fez com que Belém tivesse um expressivo crescimento demográfico, com o avanço da cidade mata a dentro, distanciando-se da Baía e do Rio, instalando na cidade seus primeiros equipamentos urbanos. A ocupação da parte interior da cidade se fez inicialmente nas partes mais altas, desviando de rios e igarapés, levando a uma irregular distribuição da Cidade. Atualmente estas áreas são representadas pelos bairros Batista Campos, Umarizal, Nazaré e Reduto. Este crescimento, desde o início foi orientado pela estrada de Nazaré, atual avenida Nazaré, na direção do bairro do Marco, estendendo-se através da estrada da Independência até São Braz, depois a partir da estrada rural – atual Almirante Barroso - até o Marco da 1º légua patrimonial.

Com o fim do Governo de Pombal, termina também a Companhia de Comércio do Grão Pará com a conseqüente queda de vendas das especiarias amazônicas no mercado europeu, afetando a economia paraense.

A extração da borracha inicia-se no Pará na segunda metade do XIX como uma continuidade do processo de coleta das “drogas do sertão”. A partir de 1880, a extração da borracha se intensificou em virtude da maior demanda e da subida do preço da borracha na Europa e nos Estados Unidos, impulsionando a indústria de artefatos de borracha. Isso foi possível graças a descoberta do processo de vulcanização da borracha em 1842, viabilizando o aproveitamento da borracha na indústria de instrumentos cirúrgicos, de laboratórios e de pneumáticos. A Fotografia 03 mostra o processo de extração de látex para a produção de borracha.

Fotografia 03: Extração de látex para a produção de borracha



Fonte: (Unb, 2004)

Na época da borracha, a cidade de Belém tornou-se mais consistente com a implantação de vários serviços urbanos, sobretudo no governo de Antônio Lemos. Dentre esses serviços podemos citar: bondes, iluminação pública, serviços de esgoto, calçamento de ruas, etc.. Neste momento firmou-se o crescimento de Belém na direção do bairro do Marco a partir da Avenida Almirante Barroso e Vias Adjacentes. A Figura 03 mostra a Avenida Portugal no século XIX.

É também durante este período áureo da borracha que podemos verificar o crescimento da região bragantina, incluindo aí Ananindeua, com o surgimento de núcleos agrícolas que se consolidaram em virtude da facilidade de escoamento da produção pela ferrovia recém construída por migrantes nordestinos.

Figura 03: Avenida Portugal, século XIX



FONTE: www.cabano.com.br

Por consequência deste processo surgiram em Belém Indústrias de tecelagem, calçados, couro, fumo, etc, que conduziram a urbanização para o bairro do Reduto, onde se instalaram algumas delas. Os bairros de Nazaré, Umarizal e Batista Campos consolidaram sua urbanização como bairros residências, com a construção de palacetes que substituíram as antigas áreas habitacionais.

Inicialmente chamada de Freguesia, Ananindeua fez parte, juntamente com Benevides, do Município de Belém quando se tornou Distrito. Através do Decreto-Lei 4.505 de 30.12.43, foi criado o Município de Ananindeua, que abrangia Ananindeua e Benevides, porém a instalação oficial deste só se deu em 1944 onde foi nomeado prefeito do Sr. Claudiomiro Belém de Nazaré. Somente em 1961 foi criado o município de Benevides que era distrito de Ananindeua.

Segundo Paracampo (2001), no final dos anos 50 a parte central do Município de Belém já estava consolidada, iniciando-se o processo de verticalização que se intensificou a partir do momento em que seus terrenos estiveram nas mãos das pessoas de maior poder aquisitivo o que incentivou a valorização urbana e a especulação imobiliária destas áreas

Belém possui relevo típico da Amazônia com grande presença de igarapés, áreas de várzea e terra firme. Sendo assim o Município de Belém esta localizado dentro da grande rede de cursos d'água que influenciaram decisivamente na

ocupação da RMB, onde as áreas de terra firme foram ocupados pela camada da sociedade com maior poder aquisitivo e áreas alagadas foram ocupados pela camada pobre da população.

Construída na década de 60, a BR 010 ou rodovia Belém – Brasília influenciou grandemente na economia do estado do Pará, pois interligou a economia regional com a economia do resto do país, principalmente com a do Sul e Sudeste, abalando e desagregando a indústria de Belém devido a facilidade de entrada de produto manufaturadas de outras regiões. Simultaneamente a este processo, esta rodovia favoreceu no surgimento de novos núcleos urbanos e o crescimento demográfico da RMB em virtude do vultoso fluxo migratório que proporcionou.

Nas décadas de 60 e 70, ocorre um adensamento populacional mais restrito ao município de Belém. No período de 1950 a 1990 as populações de Belém e da RMB passaram de 255 e 268 mil para 1.009.008 e 1.390.276 habitantes respectivamente, a Tabela 07 apresenta as populações de Belém e da RMB no período de 1950 a 1990.

Tabela 07: Populações de Belém e da RMB no período de 1950 a 1990

ANO	BELÉM	RMB
1950	255.000	268.000
1990	1.099.088	1.390.276

Fonte: SEHAB (2001)

Nesse período, grandes áreas de terra firme do município de Belém foram destinadas para a instalação de repartições públicas, como faculdades, quartéis, aeroportos, etc.

Desta forma, para população de baixa renda ficou apenas a opção de ocupar as áreas de cotas mais baixas, ou seja, que ficam inundadas a maior parte do ano devido a proximidade com canais, são as chamadas baixadas. A Tabela 08 apresenta o percentual de área alegável de cada um dos bairros de Belém.

Tabela 08 - Bairros de Belém e suas áreas alagáveis

BAIRROS	EXTENSÃO EM HECTARES	ÁREA ALAGÁVEL(B)	%
Condor	170	170	41,24
Jurunas	226	192	84,96
Terra Firme	443	371	83,75
Sacramenta	367	251	68,39
Telégrafo	231	154	66,67
Guamá	395	231	58,48
Fátima	61	32	52,46
Cremação	149	77	51,68
Reduto	79	38	48,10
Cidade Velha	116	49	42,24
Batista Campos	144	50	34,72
Canudos	66	19	28,79
Umarizal	250	69	27,70
Pedreira	371	87	23,45
São Braz	167	26	15,57
Comércio	103	14	13,59
Marco	480	47	9,79
Marambaia	421	45	1,07
Souza	380	05	0,13
Nazaré	150	-	-
Total	4.768	1.880	39,43

Fonte: PNDU (2001)

2.3 - VETORES DE PERIFERIZAÇÃO DA RMB

Dos anos 60 aos 90, três vetores de periferização podem ser verificados na RMB, todos eles relacionados a questões habitacionais. Este processo pode ser verificado em três sub-espços: as baixadas, invasões de terra e de conjuntos habitacionais.

A BR-316 e a rodovia Augusto Montenegro são, historicamente, os dois grandes eixos de ocupação urbana da RMB. O primeiro direcionado para Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara do Pará. O Segundo no sentido de Icoaraci, Outeiro, Val-de-Cans, Tenoné e Ilhas. As ocupações coletivas da população de baixa renda se articulam ao processo de periferização / metropolização da pobreza, com destaque para três vetores:

- O primeiro vetor refere-se basicamente as chamadas áreas de baixadas, com ocupações coletivas na área central da RMB, que nas décadas de 60 e 70

restringiam-se ao município de Belém e apresentaram menor volume nas décadas de 80 e 90.

- O segundo refere-se as ocupações da chamada área de transição, formando bairros para alojar as famílias removidas das áreas urbanizadas no centro de Belém.
- O terceiro, no sentido nordeste da RMB, a chamada área de expansão, envolvendo primeiramente o município de Ananindeua. Podemos destacar em Ananindeua, Icoaraci e Outeiro, as invasões a conjuntos habitacionais.

As baixadas, que representam o primeiro vetor de periferização das camadas mais pobres da população, surgem como alternativa de moradia para a população de baixa renda, acumulando varias carências como, por exemplo:

- Circulação e acessibilidade feita através de pontes de madeira, que sempre estão em péssimo estado de conservação devido as chuvas;
- Obstrução do escoamento hídrico;
- Impossibilidade de implantação de sistema de água, esgoto, coleta de lixo e de rede elétrica, em função da péssima acessibilidade e localização;
- A impossibilidade de coleta de lixo compromete ainda mais a qualidade de vida dos moradores, na medida em que este lixo é jogado no próprio canal, que fica obstruído expondo os moradores destas áreas a diversas doenças;
- Carência de escolas, postos de saúde e postos policiais, também devido a péssima acessibilidade e localização.

Este quadro atinge 39,21% do município de Belém, apresentando uma densidade demográfica de 159,51 hab/ha, totalizando 765.476 habitantes em áreas de baixadas (IBGE, 2001). São cinco as bacias hidrográficas que compõe as baixadas de Belém: “Una, Reduto, Armas, Comércio e Tucunduba”. A Fotografia-04 mostra palafitas construídas as margens do canal do Tucunduba.

Fotografia 04: Canal do Tucunduba



Fonte: Pinheiro e Sá (2001)

Nas décadas de 60 e 70, surgem nesses sub-espacos, movimentos populares de toda ordem, onde as principais reivindicações eram por urbanização, equipamentos coletivos e regularização fundiária, sendo o saneamento básico a principal carência desse povo. Nesse contexto, ouve um avanço das políticas públicas de saneamento e reestruturação urbana das baixadas através de projetos de macro e micro drenagem das bacias hidrográficas levando a remoção de seus moradores para áreas mais distantes do centro, deixando os novos espacos infra-estruturados nas mãos do mercado imobiliário. Como não houve uma política de habitação popular eficiente, aumentaram-se os conflitos fundiários e o déficit habitacional na RMB. Essas famílias supriram essa carência de moradia através de ocupações coletivas de terras ociosas, as chamadas “invasões”, indicando o segundo vetor de periferização da população pobre. (Paracampo, 2001)

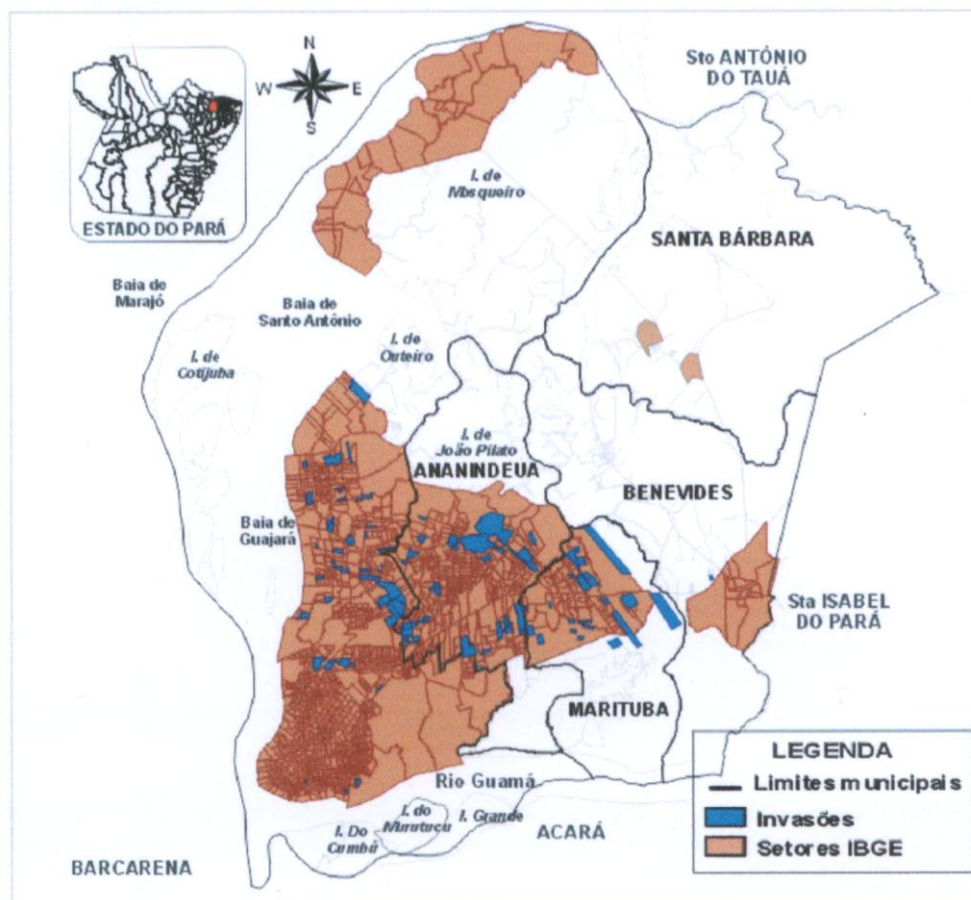
A Tabela 09 apresenta a população residente em áreas de invasão situadas na RMB, especificando o setor de abastecimento de água que abastece a população destas áreas.

Tabela 09: População residente em áreas de invasão

Município	Setor de abastecimento de água	Invasão	População residente
Ananindeua	Não existente	Joércio Barbalho	1000
Ananindeua	Não existente	Machado de Assis	1293
Ananindeua	Não existente	Todos os Santos	1330
Belém	Não existente	Ix>t. Canarinho	2402
Belém	Não existente	Riso	2520
Ananindeua	Não existente	Jd. Nova Vida	2525
Ananindeua	Não existente	Nova União	3013
Belém	Não existente	Jd. Sevilha	3116
Ananindeua	Não existente	Águas Brancas	3221
Belém	4	Tucunduba	4704
Belém	5	Jáder Barbalho	1946
Belém	9	Malvinas	5631
Belém	10	Santo Amaro	8482
Belém	14	Santos Dumont	9245
Belém	18	Bairro da Fé	4532
Belém	18	Lot. Bela Vista	4614
Belém	19	COSANPA	1108
Belém	22	Morada Nova II	1491
Belém	24	Jd. Sideral	4042
Belém	24	Bom Futuro	5644
Belém	25	Santa Maria	2325
Belém	25	Cabanagem I	6377
Belém	25	Carmelândia	8013
Belém	25	Boa Esperança	13665
Ananindeua	27	Jd. Nov-República	1966
Ananindeua	27	Terra Santa	2046
Ananindeua	27	Viuva Begot	2271
Ananindeua	27	Jusc. Kubitchek	3627
Ananindeua	27	Francisquinho	5595
Ananindeua	27	Jaderlândia	6510
Ananindeua	35	Lot Roraima Ama	15375
Ananindeua	36	Lot. N. Jerusalé	2378
Ananindeua	36	PAAR	25654
Ananindeua	37	Jaderlândia II	2507
Ananindeua	37	Brasília	4137
Total		174305	

Fonte: Cosanpa (2004)

Mapa 04 – Áreas de invasão da RMB



Fonte: Cosanpa (2004)

Essa política de remoção e reassentamento, que permaneceu até a década de 90, contribuiu para uma mudança radical na paisagem das baixadas.

O município de Ananindeua, teve um crescimento acelerado nas décadas de 80 e 90, atingindo uma taxa de crescimento anual de 16%, enquanto Belém crescia com uma taxa de 1,7%. Isto se deve principalmente ao movimento organizado por grupos sociais de diferentes interesses, que começaram a “invadir” áreas, na sua maioria de propriedade do poder público, distante dos núcleos urbanos e com as mesmas carências das baixadas. (PARACAMPO, 2001)

Constata-se então, que as baixadas e as invasões apresentam um quadro geral de grande carência e de precariedade das condições de vida da população residente nessas áreas, caracterizando-as com sub-espacos de segregação sócio-ambiental. Porém, nota-se que a paisagem urbana das baixadas sofreram várias

modificações nas últimas décadas em função da ação das políticas públicas urbanas e dos movimentos de bairros e seus moradores.

Com o crescimento da cidade, verificou-se a necessidade de incorporar as áreas mais baixas ao conjunto urbano de Belém, consolidando os contratos urbanos no município. Um maior adensamento populacional, ocorre nas áreas centrais de Belém durante a década de 80 através do processo de verticalização que se amplia para as áreas de baixadas próximas, saneadas e valorizadas em virtude dos investimentos públicos e privados, garantindo maior oferta de áreas infra-estruturadas ao mercado imobiliário local.

Muitos dos conjuntos habitacionais construídos e não concluídos dentro da 2ª légua patrimonial, foram ocupados por posseiros, que conseguiram permanecer em virtude da intermediação do Estado na desapropriação e negociação juntas as construtoras. Hoje são 21 conjuntos habitacionais ocupados por posseiros na RMB, todos com processos judiciais de desapropriação em andamento. (COHAB, 1990)

De acordo com dados da COHAB (1990), os conjuntos invadidos ainda em fase de conclusão em Ananindeua foram os conjuntos Tauari, Verdejante I, II, III, IV, Xapuri, Mururé, Xingu, Icuí-Guajará e Oásis. Em Belém foram invadidos ainda em fase de conclusão os conjuntos Vila Sorriso I e II, Sevilha, Ana Fabiana, Zoe Mota Gueiros. Após concluídos, foram invadidos em Belém os conjuntos Carnaúba, Grajaú, Nova Marituba, Antônio Gueiros.

Um dos casos mais conhecidos de invasão de conjuntos habitacionais é o caso do conjunto Jardim Sevilha, constituído de 960 apartamentos, encontrava-se desprovido de toda infra-estrutura e saneamento básico necessário, onde a maioria dos blocos não possuía escadas, sendo improvisadas com madeira, com alto grau de periculosidade, não contendo janelas, portas. A energia era suprida por ligações clandestinas, verificados no emaranhado de fios elétricos, com risco de acidentes. A Fotografia 05 mostra o conjunto habitacional Jardim Sevilha na atualidade.

Fotografia 05: Conjunto Jardim Sevilha



Segundo o IPPUR (2003), O esforço, no sentido de produzir um instrumento concreto de análise sobre as necessidades sociais em termos de moradia, se apresenta como fundamental iniciativa para a formulação de novas bases de estudo sobre a questão da habitação, contribuindo para o debate teórico desse objeto. Bem como, pode ser importante ferramenta no auxílio à formulação e implementação de políticas públicas orientadas a combater o problema da moradia.

Antes de ocorrer o processo de ocupação, uma grande parte dos conjuntos habitacionais invadidos já haviam vendido unidades. Do total de unidades invadidas, apenas 19,45% haviam sido comercializadas e 80,55% das unidades foram ocupadas. O conjunto que mais vendeu unidades foi o Conjunto Verdejante com 16,58% de unidades comercializadas, e por ser o maior em número de unidades foi também o conjunto com mais unidades ocupadas. O Vila Sorriso foi o que menor unidades comercializou, somente uma unidade. A Tabela 10, baseada em dados da COHAB, apresenta um demonstrativo de unidades comercializadas e ocupadas na década de 90, nos conjuntos habitacionais ocupados.

Tabela 10: Demonstrativo de Imóveis Comercializados e Ocupados

Imóveis	Unidades	%
Comercializados	1.017	19,45
Ocupados	4.213	80,55

Fonte: COHAB (1990)

O IPPUR (2003), propõe um conceito de necessidades habitacionais, que em um sentido mais amplo, abrange duas dimensões:

- **Déficit Habitacional**, necessidade imediata de construção de novas moradias para resolução de problemas sociais e específicos de habitação, detectados em um certo ponto no tempo;
- **Inadequação**, que aponta para a necessidade de melhoria de unidades habitacionais com determinados tipos de precarização.

O Déficit Habitacional, no que se refere as condições de moradia, é composto por três elementos: (IPPUR, 2003)

- **Domicílios improvisados** - construções para fins não residenciais, mas que estavam servindo de moradia por ocasião do Censo.
- **Coabitação familiar** - representa a insuficiência do estoque habitacional para atender à demanda, compreendendo a convivência de mais de uma família no mesmo domicílio ou o aluguel de quartos ou cômodos para moradia de outras famílias.
- **Cômodo cedido ou alugado** - indica cômodos cedidos ou alugados, ou seja, cômodos para o domicílio localizado em casa de mais cômodos, cortiço, cabeça-de-porco, dentre outros e que foram considerados alugados, cedidos por empregador ou cedidos por particular.

A Tabela 11 mostra o déficit habitacional de todas as regiões metropolitanas do Brasil, onde a RMB aparece em primeiro lugar: Déficit habitacional é a necessidade imediata de construção de novas moradias para resolução de problemas sociais e específicos de habitação, detectados em certo ponto no tempo.

Tabela 11: Déficit Habitacional em Regiões Metropolitanas

REGIÃO METROPOLITANA	ABSOLUTO	RELATIVO
Belém (PA)	81.893	20%
São Luís (MA)	38.690	16%
Fortaleza (CE)	85.570	12%
Natal (RN)	33.486	13%
Recife (PE)	104.122	12%
Maceió (AL)	33.824	14%
Salvador (BA)	86.536	11%
Belo Horizonte (MG)	91.603	9%
Vale do Aço (MG)	7.475	7%
Vitória (ES)	28.248	7%
Rio de Janeiro (RJ)	242.990	7%
São Paulo (SP)	299.964	6%
Baixada Santista (SP)	36.660	9%
Campinas (SP)	41.390	6%
Curitiba (PR)	42.010	5%
Londrina (PR)	13.297	7%
Maringá (PR)	7.869	6%
Florianópolis (SC)	12.994	5%
Vale do Itajaí (SC)	9.346	6%
Norte e Nordeste Catarinense (SC)	14.568	6%
Porto Alegre (RS)	66.673	6%
Goiânia (GO)	40.900	9%
RIDE (DF - GO - MG)	85.165	11%

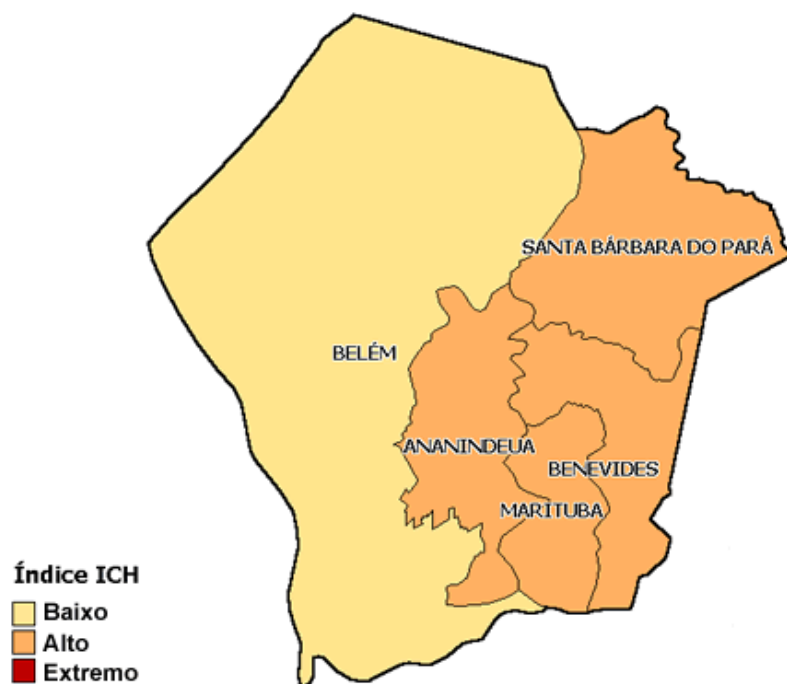
Fonte: IPPUR (2003)

As moradias classificadas como inadequadas são aquelas que necessitam de melhoramentos para que alcancem um padrão mínimo de habitabilidade, definido a partir de critérios de qualidade da infra-estrutura de serviços, relacionados ao ambiente em que a moradia está inserida, e quantitativa de cômodos do domicílio em relação ao tamanho da família. Sendo assim, essas moradias podem ter problemas relacionados ao acesso à infra-estrutura ou ao adensamento excessivo. (IPPUR, 2003)

O ICH - Índice de Carência na Oferta de Serviços Essenciais à Habitação - foi criado no intuito de, com os dados mais atuais disponíveis, fornecer um quadro sobre as condições materiais de vida da população brasileira, através da observação sobre a qualidade dos serviços coletivos prestados à mesma. Foram coletadas informações sobre a forma de abastecimento de água, de instalação sanitária e do destino do lixo para todos os domicílios particulares permanentes, de forma a compor o índice que melhor demonstraria a falta ou não destes serviços para cada domicílio. A análise foi feita no âmbito de setor censitário, possibilitando indicar não

só as condições por município, como também identificar os espaços intra-municipais com maior ou menor carência, (IPPURr, 2003) (Mapa-05) (Tabela-12).

Mapa 05: Índice de Carência Habitacional na RMB em 2000



Fonte: IPPUR (2003)

Tabela 12: Índice de Carência Habitacional por R. M.

Nome da Região Metropolitana	Pop 2000	ICH	PIB 1996	hab/km2
Campinas – SP	2.338.148	0,882	21.112.728.971	582,44
Vitória – ES	1.425.587	0,882	7.177.628.040,83	1.154,38
Vale do Itajaí – SC	558.165	0,873	4.346.961.518,30	105,94
Porto Alegre – RS	3.633.719	0,865	24.969.043.718,60	844,24
São Paulo – SP	17.852.244	0,864	158.512.177.497,21	2.948,01
Baixada Santista – SP	1.476.820	0,854	12.989.450.601,03	900,13
Rio de Janeiro – RJ	10.894.156	0,838	67.393.715.775,88	2.245,89
Norte e Nordeste Catarinense	896.171	0,813	214.091.015,54	74,77
Vale do Aço – MG	399.580	0,797	413.889.831,31	569,95
Belo Horizonte – MG	4.285.038	0,720	3.583.638.092,78	591,07
Florianópolis – SC	642.756	0,701	4.204.272.645,90	91,81
Belém – PA	1.795.536	0,685	169.845.312,60	837,52
Salvador – BA	3.021.572	0,676	14.393.096.381,61	1.214,38
Curitiba – PR	2.697.215	0,673	17.714.342.256,39	364,24
Goiânia – GO	1.639.516	0,659	7.278.986.933,42	302,27
Londrina – PR	678.032	0,707	3.529.282.559,51	119,74
Maringá – PR	474.202	0,642	2.562.677.454,15	214,51
Natal – RN	1.043.321	0,625	3.808.010.397,98	968,92
RIDE Brasília - DF/GO/MG	2.911.571	0,566	21.148.022.101,27	143,78
Recife – PE	3.337.565	0,562	10.665.531.178,83	1.887,68
São Luiz – MA	1.070.688	0,554	3.414.404.693,37	485,98
Fortaleza – CE	2.984.689	0,510	1.714.173.707,39	821,17
Total RMs	66.056.291	0,722	391.315.970.685,07	794,04

Fonte: IPPUR (2003)

2.4 – INSTRUMENTOS DE ORDENAMENTO TERRITORIAL DA RMB

De acordo com estudo realizado por Lima (2003), a ocupação urbana da RMB é definida por dois grandes setores, o setor imobiliário (relacionado a construção civil) e o setor de transporte público. Sendo assim, o processo histórico de formação e consolidação do espaço da RMB, foi definido pela articulação destes dois setores.

Ao contrário do que se imagina, os processos de ocupação do centro e da periferia da RMB, não são processos independentes. Há uma correlação muito importante entre a ocupação que ocorre na periferia e no centro. Enquanto a ocupação no centro é ordenada por meio da dotação de infra-estrutura e investimentos privados do mercado imobiliário, em contrapartida, na periferia, o déficit de infra-estrutura é acompanhado por assentamentos formais ou informais efetivados pela ação pública restrita. É principalmente na periferia dispersa e fragmentada que há a necessidade de articular políticas públicas de saneamento com o ordenamento territorial. (Lima, 2003)

São quatro os tipos de instrumentos de ordenamento territorial: planos diretores, planos de transporte, regulações urbanísticas e regulações fiscais. A Tabela 13 apresenta o conteúdo desses instrumentos.

A Região Metropolitana de Belém tem seu processo de ocupação e desenvolvimento planejados pelo conjunto de instrumentos apresentados na Tabela 14. A caracterização destes instrumentos foi realizada por Lima (2000), e é apresentada nos parágrafos seguintes.

Tabela 13: Conteúdo dos Principais Instrumentos de Planejamento Urbano no Brasil

Instrumentos	Conteúdo
Planos Diretores	Políticas de desenvolvimento pela criação de empregos e provisão de infra-estrutura; Medidas para a organização espacial por meio do controle de ocupação com zoneamento de uso do solo e organização do sistema de transporte; Estratégias para a implementação de um modelo de descentralização concentrada.
Planos de Transporte	Planejamento e operação do transporte público e construção viária.
Regulações urbanísticas	Medidas de controle da densidade e uso do solo e compatibilidade com o sistema viário; Procedimentos para a aprovação de projetos arquitetônicos e urbanísticos.
Regulações fiscais	Procedimentos para a definição de valores para a taxaço da propriedade.

Fonte: Lima (2003)

Tabela 14: Instrumentos de Planejamento da Região Metropolitana de Belém

Instrumentos	Conteúdo
Planos Diretores	Plano de Desenvolvimento da Grande Belém (PDGB 75); Plano de Estruturação Metropolitana (PEM 80); Plano Diretor Urbano (PDU 93).
Planos de Transporte	Estudo de Transportes Urbanos da Região Metropolitana de Belém (TRANSCOL 80); Plano Diretor de Transportes Urbanos da Região Metropolitana de Belém (PDTU 91).
Regulações urbanísticas	Lei de Zoneamento e hierarquização viária (LEI 79); Lei de Desenvolvimento Urbano (LDU 88); Lei de Parcelamento Urbano (LPU 88).
Regulações fiscais	Código fiscal (composto de leis que regulamentam o sistema de cobrança do Imposto Predial Territorial Urbano - IPTU e outras taxas municipais).

Fonte: Lima (2003)

O primeiro plano para Belém é o de 1975, o PDGB, elaborado com o objetivo de direcionar o crescimento físico da Região Metropolitana de Belém utilizando uma política voltada a criação de empregos em áreas consideradas estratégicas para a desconcentração do centro-urbano histórico do Município de Belém. O plano seguinte, com abrangência para a totalidade do território dos municípios de Belém e Ananindeua, é o PEM elaborado em 1980, por meio de um consórcio entre o governo do estado e a Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém (CODEM), o órgão gestor da RMB da época.

No final da década de 80 ocorre a mobilização para a elaboração do Plano Diretor Urbano do Município de Belém. A proposta apresentada à Câmara Municipal em dezembro de 1991 acompanha, na sua elaboração e nos seus princípios, a discussão que vem com a Constituição de 1988. Pela primeira vez vai ser elaborado um plano cuja organização espacial tem que estar casada com as políticas públicas, e o mais importante é que vão aparecer políticas setoriais do município e a política habitacional - até então inexistente no município de Belém.

Os outros grupos de planos são os de transporte. O TRANSCOL tem algumas prescrições que não são definidas para funcionarem a longo prazo, inclusive há uma preocupação com desenho geométrico de vias estruturais, um diagnóstico e algumas propostas, na sua maioria de redefinição viária elaborado pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU) em 1980. O Plano Diretor de Transportes de 1991, revisto em 2001, foi elaborado com a parceria do governo japonês por meio da Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA). Além disso, regulações urbanísticas também foram elaboradas para o maior município da RMB que é Belém. Há a lei de zoneamento e hierarquização viária de 79, que define parâmetros e ocupação de lotes dentro da Primeira Légua Patrimonial. Há a Lei de Desenvolvimento Urbano de 1988, fruto direto do plano de estruturação metropolitano de 1980, onde vão ser definidos os índices de ocupação, aproveitamento, hierarquização viária. Como parte dessa lei de desenvolvimento urbano, outras foram criadas, como a lei de parcelamento urbano que remete dispositivos da Lei Federal nº 6766/79 para o município de Belém, especificamente. É

onde vão estar as regras que definem loteamento, arruamento e desmembramento de lotes, dentre outros.

A regulação fiscal, na verdade, é o próprio código fiscal de cada município, composto por leis que regulamentam o sistema de cobrança do IPTU e outras taxas. Como já dito, as regulações fiscais têm funções de planejamento, porém o processo de cálculo do IPTU, baseado na valorização da terra, possui um impacto grande no processo de planejamento. Porém, pela falta de atuação articulada, o planejamento urbano local, durante muito tempo, desconsiderou isso. Com a revisão por meio do Estatuto da Cidade, principalmente com a possibilidade de alterar-se a cobrança do IPTU para coibir a especulação imobiliária, começa-se a discutir o que designa-se de uma função que extrapola a fiscal, ou seja, os instrumentos fiscais não têm uma função apenas de arrecadar recursos, também terão uma função de ordenamento territorial, uma vez que criam mecanismos que obriguem a utilização de terrenos subutilizados, ou mesmo vazios.

2.5 - BACIAS HIDROGRÁFICAS DE BELÉM

Uma bacia hidrográfica é uma unidade fisiográfica, limitada por divisores topográficos, que recolhe a precipitação, age como um reservatório de água e sedimentos, defluindo-os em uma seção fluvial única, denominada exutório. Os divisores topográficos ou divisores de água são as cristas das elevações do terreno que separam a drenagem da precipitação entre duas bacias adjacentes. (Figura-04)

A bacia hidrográfica, associada a uma dada seção fluvial ou exutório, é individualizada pelos seus divisores de água e pela rede fluvial de drenagem; essa individualização pode se fazer por meio de mapas topográficos. Os divisores de água de uma bacia formam uma linha fechada, a qual é ortogonal às curvas de nível do mapa e desenhada a partir da seção fluvial do exutório, em direção às maiores cotas ou elevações. A rede de drenagem de uma bacia hidrográfica é formada pelo rio principal e pelos seus tributários, constituindo-se em um sistema de transporte de água e sedimentos, enquanto a sua área de drenagem é dada pela superfície da projeção vertical da linha fechada dos divisores de água sobre um plano horizontal, sendo geralmente expressa em hectares (ha) ou quilômetros quadrados (km²).

Figura 04: Bacia Hidrográfica



FONTE: (ANA, 2005)

Segundo Mercês (1997), na década de 40 foi realizado o primeiro levantamento aerofotográfico da cidade de Belém, onde foram verificadas as delimitações suas bacias hidrográficas com características listadas a seguir:

- Bacia do Comércio: área total de 0,55 Km², com 27,3% de área alagável, com suas águas drenadas para a Bacia do Tamandaré;
- Bacia do Tamandaré: área total de 1,92 Km², sendo cerca de 58,3% dela área alagável, como corpo receptor o canal do Tamandaré com 1.270 m, beneficiando parte dos bairros da Cidade Velha, Batista Campos e Campina;
- Bacia do Reduto: área de 0,93 Km², possuindo 14,6% de área alagável, com corpo receptor o canal General Magalhães com 400 m de comprimento;
- Bacia das Armas: área de 2,04 Km², com 35,3% de área alagável, como corpo receptor o canal Visconde de Souza Franco, com extensão de 1.250 m. A bacia do Reduto e das Armas beneficiam juntas partes dos bairros do Umarizal, Nazaré, Campina, Batista Campos e Reduto, este último integralmente.
- Bacia do Una: área de 37,72 Km² sendo 25,4% alagável, com 22 canais receptores, totalizando 32.060 m. São drenados parte dos bairros do Umarizal, Nazaré, São Braz, Fátima, Marco, Pedreira, Telégrafo, Barreiro, Sacramento, Miramar, Maragangalha, Souza, Castanheira, Marambaia, Val-de-cães, Mangueirão, Benguí, Parque Verde e Cabanagem.
- Bacia do Tucunduba: área de 9,42 Km², com 53,8% de área alagável, possui 14 cursos d'água, totalizando 13.985 m de canais. A bacia do Tucunduba drena parcialmente os bairros do Guamá, São Braz, Marco, Curió-Utinga e Universitário, sendo totalmente drenados os bairros de Canudos e Terra Firme.
- Bacia da Estrada Nova: área total de 9,54 Km², com cerca de 72,7% de área alagável, sendo 12 canais de drenagem, totalizando 13.985 m. A bacia da Estrada Nova drena os bairros do Guamá, Nazaré, Batista Campos, São Brás e Cidade Velha, sendo parcialmente drenados os bairros do Jurunas, Condor e Cremação..

- Bacia do Murutucum: com área de 13,1 Km², sendo cerca de 13% dela área alagável, com 2.020 m de canais. São drenados os bairros Universitário, Marco, Souza, Castanheira, Guanabara, Curió-Utinga e Águas Lindas, este integralmente.

Segundo Barboza E Silva (2002), pelo fato da Lei Federal 9433 de 8 de janeiro de 1997, instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos e estabelecer a bacia hidrográfica como unidade territorial de gestão desses recursos, a Prefeitura Municipal de Belém apresentou em agosto de 2000 a divisão do município de Belém em 14 bacias sendo que 13 destas são mostradas na FIGURA-05 e descritas abaixo:

- Bacia do Una: área de 3.626 ha, com 397.399 de habitantes, abrangendo os bairros de são Brás, Umarizal, Marco, Barreiro, Fátima, Pedreira, Telégrafo, Sacramento, Miramar, Marambaia, Sousa, Benguí, Maracangalha, Val-de-cães e Mangueirão. O canal principal de drenagem desta bacia é o canal do Una;
- Bacia do Tucunduba: com 8 Km² de área, sendo que 0,3 Km² são terrenos de cota inferior ao da maré máxima de 3,70 m. O canal principal possui o mesmo o nome da bacia;
- Bacia da Estrada Nova: está localizada na área que compreende os bairros da Condor, Jurunas, Cremação, parte da Batista Campos e Guamá;
- Bacia do Murutucum: localizada na área compreendida pelos bairros do Souza, Curió-Utinga, Gunabara e Castanheira, sendo estimada uma população de 10.462 habitantes;
- Bacia do Paracuri: com área total de 1.484,76 ha, compreendendo os bairros do Tapanã, Parque do Guajará, Paracuri, Agulha e Ponta Grossa. Sua população estimada é de 200 mil habitantes. Seu rio principal possui o mesmo nome da bacia;
- Bacia do Mata Fome: sem descrição.
- Bacia do Reduto: composta pelos bairros do Reduto, Campina, Umarizal, com. seus igarapés foram aterrados ao longo do tempo, restando a Doca do Reduto;

- Bacia do Aura: abrange os bairros do Aura, Curió-Utinga e Águas Lindas...
- Bacia de Val-de-cães: sua área abrange os bairros de Miramar, Maracangalha, Val-de-cães, Parque Verde e Pratinha.
- Bacia do Cajé: sem descrição.
- Bacia do rio Pratiçara - Ilha do Mosqueiro: localizada no distrito administrativo de Mosqueiro - DAMOS, com área correspondente a aproximadamente a 2.000 há, distribuídos pelo Murubira, Natal do Murubira, Porto Arthur, Chapéu Virado, Aeroporto, Farol, Praia Grande, Mangueiras, Vila, Maracajá e área rural.

FIGURA 05: Limites das Bacias Hidrográficas de Belém



FONTE: (BARBOSA E SILVA, 2002)

3.0 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA COSANPA NA RMB

3.1 - HISTÓRICO:

O abastecimento de água da cidade de Belém, desde sua fundação até metade do século XVII, para suprir a demanda de uma população de aproximadamente 15.000 habitantes, era oriundo de bicas e poços tendo como principal fonte de abastecimento um alagadiço que posteriormente foi transformado em manancial, que se localizava na Rua Paul D'Água, atualmente Avenida José Malcher. Porém, em virtude da intensa exploração e falta de recursos financeiros, este manancial encontrava-se em precárias condições de conservação e utilização. (COSANPA, 2004)

Sendo assim, no ano de 1854, Sebastião do Rêgo Barros então presidente da província, sancionou a primeira lei para a construção do sistema de abastecimento de água da cidade de Belém, visando a manutenção da qualidade e garantia da distribuição da água proveniente do manancial Paul D'Água. Entretanto, só foram realizados estudos preliminares. (COSANPA, 1994)

Em 1862, na tentativa de melhorar o sistema de abastecimento de água de Belém, o presidente Francisco de Araújo Brusque firmou com a empresa Mediclott & Cia, um contrato que propunha a utilização dos mananciais como fonte de abastecimento, que na prática não foi implantado devido divergências contratuais desta mesma firma com o Presidente Couto de Magalhães em 1864, deixando a cargo dos aguadeiros (particulares que comercializavam água) o serviço de distribuição de água. (COSANPA, 1994)

Segundo dados da COSANPA (2004) em 1865, o serviço de abastecimento de água era de responsabilidade do Tesouro Nacional, sendo em 1869, firmado contrato para fornecimento de água canalizada para a cidade de Belém, tendo sido o contrato reincidento antes que as obras fossem iniciadas.

Em 1872, a empresa Kallkman & Cia foi contratada para a implantação da rede de distribuição de água de Belém. Porém, devido ter-se esgotado o prazo para a realização da obra, a mesma não foi executada. (COSANPA, 2004)

Já em 1875, os igarapés Marituba e Ananindeua, foram analisados como alternativa de manancial para suprir a demanda de água de Belém, em virtude do crescimento populacional. Contudo, novamente as obras não foram realizadas.

O Engenheiro Guilherme Francisco Cruz, foi designado em 1878, pelo presidente da Província, José da Gama Malcher, para desenvolver novos estudos para a distribuição de água potável. Contudo, o abastecimento ainda era oriundo do manancial Paul D'Água.

Somente em 1880, surgiu a Companhia de Águas do Grão Pará, que pertencia a firma La Roche & Cia, com o objetivo de resolver o problema de abastecimento de água potável em Belém.

Neste mesmo ano, uma comissão de engenheiros foi nomeada pelo presidente da Província, José da Gama Malcher, para estudar a viabilidade do uso dos mananciais da cidade para abastecimento público, sendo o manancial do Utinga escolhido em função da capacidade volumétrica do mesmo durante o ano, aproximadamente 9.000.000 de litros no inverno e 4.000.000 de litros no verão. Na Fotografia 06 é mostrada a execução da obra de canalização das águas do Utinga.

Fotografia 06 – Serviço de Canalização no Utinga em 1883



Fonte: COSANPA (2004)

Mesmo com o início dos trabalhos de canalização em 1883, os aguadeiros continuaram vendendo água e concorrendo com a Companhia de Águas do Grão Pará, em virtude das irregularidades apresentadas no abastecimento, que atendia aproximadamente 100 domicílios.

O governador Lauro Sodré e Silva, no ano de 1893, verificou que a Companhia de Águas do Grão Pará não executava satisfatoriamente sua função, e decidiu que a partir de 1º de setembro de 1895, o governo do Estado passaria a administrar o serviço de abastecimento de água. (COSANPA, 2004)

Após este processo, em 6 de setembro de 1895, foi criada a Inspetoria de Águas de Belém, na tentativa de organizar o serviço de abastecimento de água e controlar as ações dos aguadeiros que resistiam as mudanças e ao monopólio instaurado na época.

Com o crescimento das solicitações de ligação de água à Inspetoria de Águas de Belém, os aguadeiros foram se enfraquecendo e perdendo mercado junto à população.

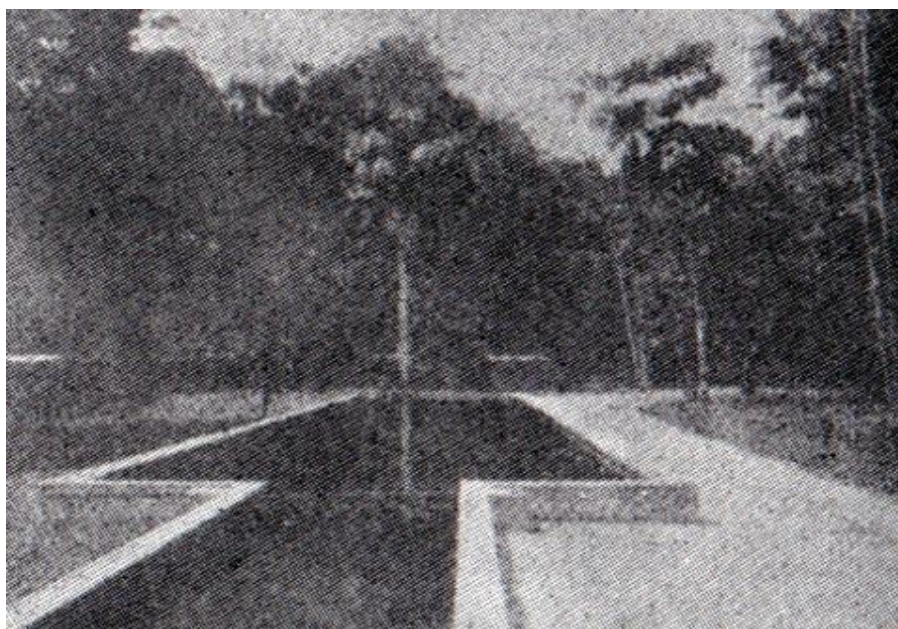
Quando Augusto Montenegro assumiu o Governo do Estado em 1901, o problema de abastecimento de água ainda não estava solucionado, pois foi

verificado que os estudos realizados em 1880 sobre a capacidade volumétrica do manancial do Utinga estavam incorretas, sendo a capacidade real do mesmo de 1.600 m³ que não eram suficientes para atender as necessidades da população. (COSANPA, 2004)

Sendo assim, foi criada em 1901 a Diretoria de Serviços e Água vinculada a Secretaria de Obras Públicas, Terras e Viação, o qual direcionou ações para aumentar a produção de água do canal do Utinga, através da construção de galerias subterrâneas filtrantes, construção de represas em toda a bacia do Utinga e de muros ao longo da vala que conduzia as águas das três nascentes (Utinga, Baiussugara e Catú) evitando contato com águas do igapó. (COSANPA, 2004)

O Interventor Magalhães Barata, realizou em seu governo, no ano de 1931, a construção do Canal do Yuna, conforme mostra a Fotografia 07, visando à interligação da nascente do Lago Água Preta ao consumo de Belém .

Fotografia 07 – Canal Yuna



Fonte: COSANPA (2004)

Em 4 de dezembro de 1940, no governo do Interventor Gama Malcher, o nome Diretoria do Serviço de Águas é alterado pela Lei nº 3.621 para Serviços de Águas. (COSANPA, 2004).

No ano de 1945, durante o governo do Interventor Magalhães Barata, a empresa Byington & Cia foi contratada para elaborar, projetar e executar o Plano Geral das Obras para remodelação dos sistemas de abastecimento de água e esgoto da cidade de Belém. (COSANPA, 2004)

Foi decretada em 1946, durante o governo do Interventor Octávio Meira, a Lei nº 4.976 que transformou o Serviço de Águas em Departamento de Águas, sendo esta substituída pelo Departamento de Águas e Esgotos em 1962 pelo governador Aurélio do Carmo, visando melhorar o abastecimento de água e saneamento da Capital. (COSANPA, 2004)

Nesse sentido, com o objetivo de garantir do abastecimento de água da cidade de Belém nos períodos prolongados de estiagem, vários estudos foram realizados e foi escolhido o Rio Guamá para a captação das águas em função da vazão ilimitada apresentada em qualquer época do ano, das características físico químicas favoráveis ao tratamento, dentre outros, mesmo sendo verificado a existência de cloretos nos meses de outubro e novembro através da salinidade apresentada, que foi solucionado através da manutenção de elevados níveis de água nos lagos Água Preta e Bolonha (COSANPA, 2004). Na Fotografia 08 é mostrada a primeira adutora de água bruta do rio Guamá.

O lago Água Preta também foi estudado, com o intuito de torná-lo parte principal do abastecimento de água da cidade, pois suas águas iriam desaguar no lago Bolonha, aumentando conseqüentemente a capacidade dos mesmos. O lago Bolonha duplicaria sua capacidade para 2.000.000 m³ e o lago Água Preta aumentaria sua capacidade de 3.500.000 m³ para 10.000.000 m³, resultando em uma reserva de 12.000.000 m³ de água. (COSANPA, 2004)

Fotografia 08: Primeira Adutora de água bruta do rio Guamá



Mesmo com grande parte das obras previstas pelo Plano Geral de Obras concluídas, o problema de abastecimento de água persistia em função do crescente aumento da população ao longo dos anos, que resultou em uma maior demanda de água e, conseqüentemente em mais intervenções no sistema de abastecimento de água. (COSANPA, 2004)

Segundo PEREIRA *et al* (2004), não era exclusividade da cidade de Belém a carência de sistema de abastecimento de água, pois a maioria das cidades brasileiras encontrava dificuldades de expandir esse serviço, em quantidade e qualidade satisfatórias para toda a população.

Em virtude disto, foi instituído pelo Governo Federal, no período compreendido entre a década de 70 até meados da década de 80, o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), cujo objetivo era de aumentar a oferta de serviços de saneamento básico no Brasil, utilizando-se recursos advindos do Banco Nacional de Habitação (BNH) e do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS). (COSANPA, 2004)

Este programa resultou na aplicação da modalidade única de oferta de serviços em todo o território nacional, originando 27 companhias estaduais de saneamento, inclusive a Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), que foi

criada pela Lei nº 4.416, de 24 de outubro de 1972, em substituição ao Departamento Estadual de Águas.

Visando a melhoria do sistema de abastecimento de água do município de Belém, a COSANPA, em parceria com o BNH, desenvolveu um projeto que ficou conhecido como Belém 2000, que previa o aproveitamento, recuperação e ampliação das unidades existentes, bem como a implantação de novas unidades de captação, adução, tratamento, recalque de água tratada, reservação e redes de distribuição que atenderia além de Belém, as localidades de Marituba, Ananindeua e Icoaraci. (MERCÊS, 1997)

O projeto Belém 2000 foi implantado em duas etapas, dividindo a Região Metropolitana de Belém em duas zonas de abastecimento de água, como segue:

- Zona Central: abrangendo todos os bairros da área central de Belém;
- Zona de Expansão: abrangendo todos os bairros das áreas mais afastadas do centro.

3.2 - UNIDADES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA COSANPA

As unidades do sistema de abastecimento de água da COSANPA, tiveram suas primeiras instalações desenvolvidas, no governo do Interventor Magalhães Barata, pela empresa Byington & Cia e posteriormente foram recuperadas ampliadas e implantadas novas unidades através do projeto Belém 2000. (COSANPA, 2004)

3.2.1 – MANANCIAL:

Manancial é a fonte de onde se retira água. (Heller e Casseb, 1995), os mananciais disponíveis podem ser divididos em três grupos, a saber:

- Manancial Subterrâneo: É aquele cuja água vem do subsolo, podendo aflorar à superfície (nascentes, minas etc), ou elevado à superfície através de obras de captação (poços rasos, poços profundos, galerias de infiltração).

- Manancial Superficial: É constituído pelos cursos d'água (córregos, ribeirões, rios, lagos, represas, etc) e como o nome indica, tem o espelho d'água na superfície do terreno.
- Água de chuvas: A água de chuva pode ser utilizada como manancial abastecedor, sendo armazenada em cacimbas. As cacimbas são reservatórios, que acumulam a água da chuva captada na superfície dos telhados dos prédios, ou a que escoar pelo terreno.

São utilizados na produção de água na RMB tanto mananciais subterrâneos - que são explorados pela COSANPA, pelo SAAEB e pela Prefeitura do Município de Santa Bárbara – quanto mananciais superficiais, que são explorados pela COSANAPA na produção de água.

A COSANPA apresenta 259 sistemas isolados de utilização de manancial subterrâneo, que basicamente são constituídos por poço, tratamento em alguns sistemas, reservação e distribuição, que são destinados a suprirem as demandas de comunidades menores localizadas geralmente em áreas mais afastadas. (COSANPA, 2004)

Já o manancial superficial, é responsável pelo abastecimento de cerca de 75% da população da RMB, sendo constituído por duas grande estações elevatórias de captação de água bruta (Bolonha e Utinga), por 3 estações de tratamento de água (Bolonha, São Brás e 5º Setor) e por duas zonas de abastecimento de água, Zona Central e Zona de Expansão. (Pereira *et al*, 2004)

3.2.1.1 – MANANCIAL SUPERFICIAL

O abastecimento de água superficial para a população residente na cidade de Belém e em parte de Ananindeua, é realizada utilizando água proveniente do Rio Guamá, do lago Água Preta e lago Bolonha.

A utilização desta água superficial ocorre exclusivamente nos 9 setores da Zona Central e em 3 setores da Zona de Expansão. (PEREIRA *et al*, 2004)

Os atuais lagos Bolonha e Água Preta, foram constituídos através de barragens, que primeiro represaram o rio Água Preta e posteriormente as bacias dos rios Bolonha-Catú e Utinga, sendo os mesmos abastecido por um sistema adutor que capta água do rio Guamá.

Segundo Pereira *et al* (2004), a bacia do lago Água Preta possui as seguintes características físicas: 46% de área com cota inferior a 5m, área de 1.489,70 há, fator de forma 0,26 e compacidade de 1,35. Na Tabela 15 são apresentadas as principais variações físicas do lago Água Preta.

Tabela 15: Principais variações físicas do lago Água Preta

COTA	LAGO ÁGUA PRETA	
	ÁREA (m ²)	VOLUME (m ³)
4.0	845.250	359.626
5.0	2.151.900	1.873.048
6.0	2.558.914	4.248.226
7.0	2.822.606	6.935.792

Fonte: COSANPA (2004)

A capacidade de reservação do lago Água Preta e de cerca de 10.000.000 m³ apresentando no ano de 2003 um nível de água médio de 8,13 m, a seguir é mostrada a variação desses níveis no decorrer de 2003, como mostra a Tabela 16. A Fotografia 09 mostra o lago Água Preta e a Fotografia 10 mostra o extravasor do lago Água Preta.

Tabela 16: Variação média do nível de água no lago Água Preta em 2003

MESES	NÍVEL (m)
Janeiro	7,63
Fevereiro	8,23
Março	8,52
Abril	8,48
Mai	8,16
Junho	8,14
Julho	7,86
Agosto	8,03
Setembro	8,20
Outubro	8,23
Novembro	8,09
Dezembro	7,95

Fonte: COSANPA (2004)

Fotografia 09: Lago Água Preta



Fotografia 10: Extravador do lago Água Preta



O lago Água Preta é ligado ao lago Bolonha através de um canal aberto revestido de concreto, cuja seção trapezoidal apresenta as seguintes dimensões: base de 3 m, talude de 1 por 1,5m estendido por 1.052m. A vazão do canal é de 13 m³/s (COSANPA, 2004). A Fotografia 11 mostra o canal de ligação.

Fotografia 11: Canal de Ligação do lago Água preta ao lago Bolonha



Segundo Pereira *et al* (2004), a bacia do lago Bolonha possui as seguintes características físicas: 49% de área com cota inferior a 5m, área de 335,70 há, fator de forma 0,20 e índice de compactidade de 1,52. Na Tabela 17 são apresentadas as principais variações físicas do lago Bolonha.

Tabela 17: Principais variações físicas do lago Bolonha

COTA	LAGO ÁGUA PRETA	
	ÁREA (m ²)	VOLUME (m ³)
4.0	277.123	161.697
5.0	378.819	489.668
6.0	467.807	912.980
7.0	518.652	1.406.209

Fonte: COSANPA (2004)

De forma alongada, o lago Bolonha (Fotografia 12) apresenta uma capacidade de armazenamento de cerca de 2.000.000 m³ de água, sendo que quando este volume limite é ultrapassado ocorre um transbordamento e escoamento deste volume excedente pelo extravasor tipo tulipa (Fotografia 13) de 8.000 mm de diâmetro e vazão de 16,24 m³/s, que encaminha a água por uma galeria de aço carbono de 2.200 mm de diâmetro e 71 m de extensão. (COSANPA, 2004).

Fotografia 12: Lago Bolonha



Fotografia 13: Extravasor do lago Bolonha



Segundo a COSANPA, em 2003 o nível médio de água no lago Bolonha foi de 7,12 m. A seguir é mostrado na Tabela 18 a variação desses níveis no decorrer de 2003, como segue:

Tabela 18: Variação média do nível de água no lago Bolonha em 2003

MESES	NÍVEL (m)
Janeiro	7,20
Fevereiro	7,18
Março	7,05
Abril	7,10
Maio	7,25
Junho	6,99
Julho	6,96
Agosto	7,18
Setembro	7,16
Outubro	7,10
Novembro	7,03
Dezembro	7,22

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.1.2 – MANANCIAL SUBTERRÂNEO

A COSANPA utiliza os mananciais subterrâneos através de poços artesianos perfurados, que apresentam uma capacidade variável entre 60 e 360 m³/h. (Pereira *et al*, 2004)

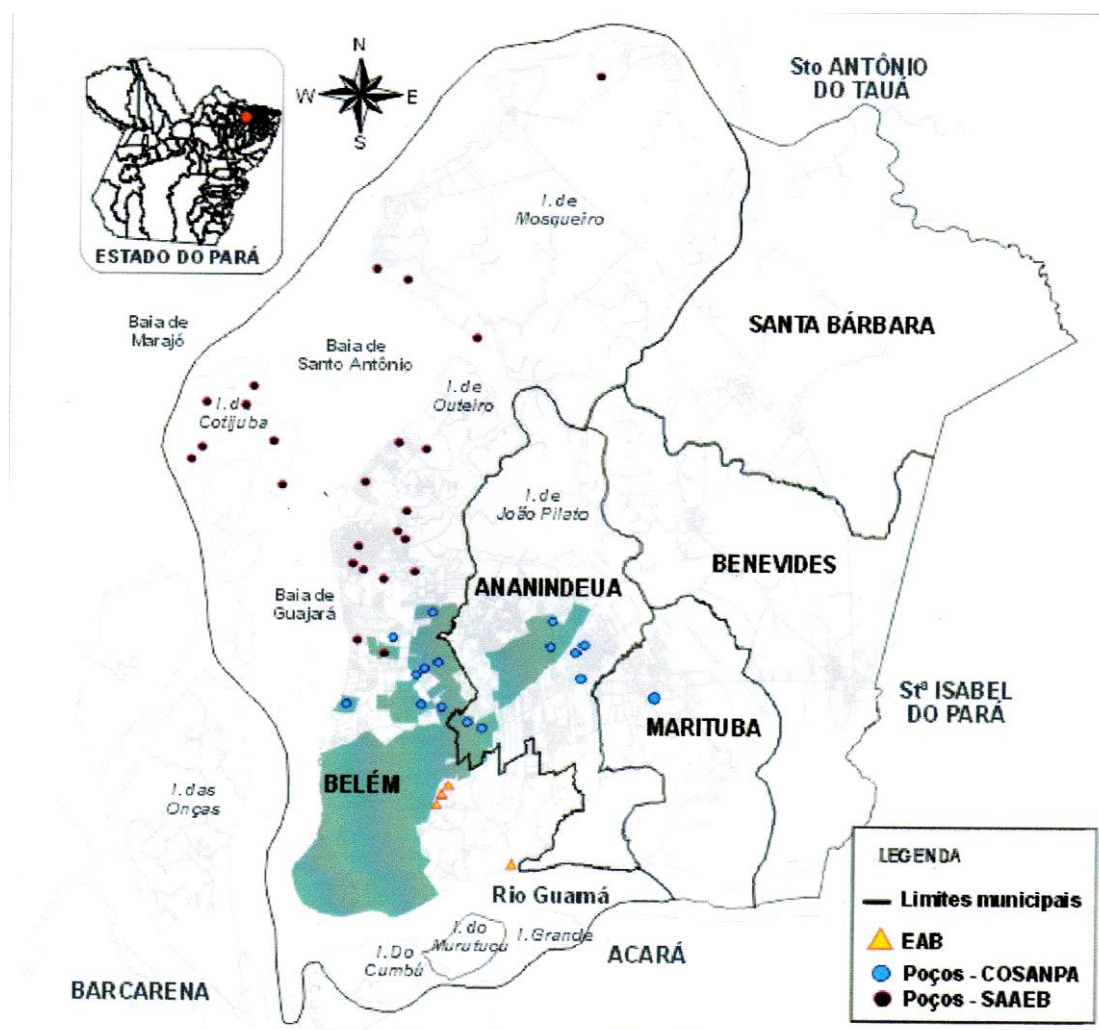
Tanto a COSANPA quanto o SAAEB, utilizam geralmente poços com grandes profundidades visando captar água na formação Pirabas ou Pré-Pirabas, em função:

- Maior volume de Produção de Água
- Menor teor de ferro.

Esta busca pela formação Pirabas ocorre devido a formação Barreiras – que se encontra a uma profundidade de cerca de 70m – ter como principal característica alto teor de ferro, exigindo portanto, uma estação de desferrização.

São abastecidos por este tipo de manancial, 11 setores da Zona de Expansão, são eles: 10º, 11º, 16º, 17º, 18º, 19º, 23º, 25º, 26º, 27º, e 38º (COSANPA, 2004). O Mapa 06 mostra os pontos de produção de água subterrânea na RMB.

Mapa 06: Pontos de Produção de Água Subterrânea na RMB



FONTE: COSANPA (2002)

3.2.2 – CAPTAÇÃO:

Captação é o conjunto de equipamentos e instalações utilizado para a tomada de água do manancial (Heller e Casseb, 1995)

3.2.2.1 – CAPTAÇÃO SUPERFICIAL

Localizada a margem esquerda do rio Guamá, a tomada d'água é realizada em um canal de concreto, chamado de canal de aproximação, facilitando assim a captação da água que escoar neste rio. Na Fotografia 14 é mostrada a unidade de captação do rio Guamá, a Fotografia 15 apresenta o Canal de Aproximação e na Fotografia 16 é mostrado um defeito na grade do canal de aproximação que permite a entrada de corpos estranhos na área de sucção das bombas.

Fotografia 14: Captação do Rio Guamá



Fotografia 15: Canal de Aproximação



Fotografia 16: Entrada do canal de aproximação



A Estação Elevatória de Água Bruta (EAB) do rio Guamá, opera recalcando água através de 4 conjuntos motor-bomba de fabricação Toshiba, modelo 24QL19A, com uma vazão de 5.400 m³/h, potência de 550 cv e 24 mca (Fotografia 17). Quando estes equipamentos funcionam 24 horas por dia, tem produção da ordem de 21.600

m³/h (COSANPA, 2004). A Fotografia 18 mostra a tubulação de recalque da EAB Guamá.

Fotografia 17: Conjunto motor-bomba de captação do rio Guamá

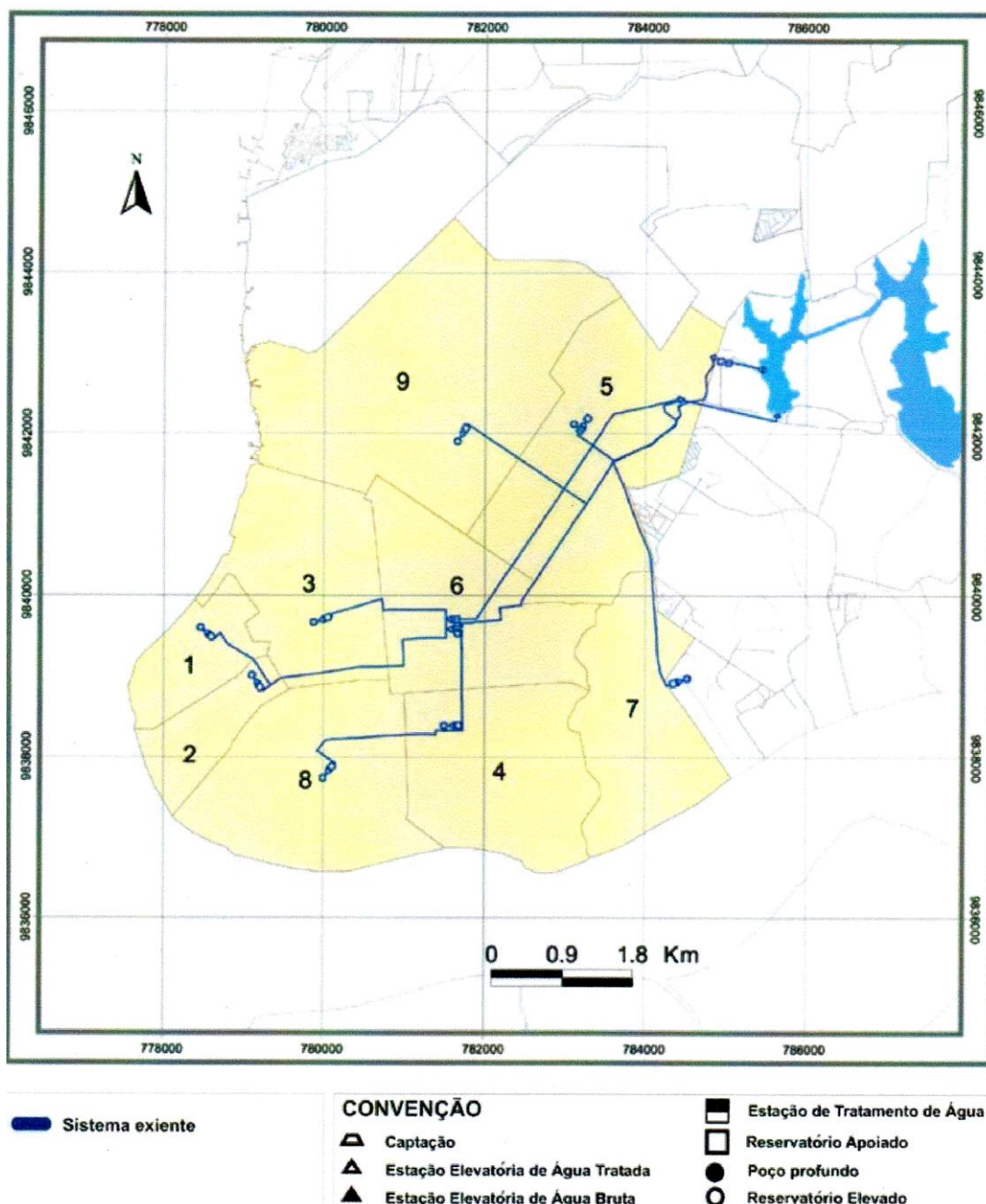


Fotografia 18: Tubulação de Recalque da EAB Guamá



A COSANPA abastece com água proveniente do manancial superficial todos os 9 setores de abastecimento de água localizados na Zona Central mais o 12º, 13º e 14º setores localizados na Zona de Expansão. O Mapa 07 mostra a divisão teórica dos setores de abastecimento de água da Zona Central.

Mapa 07: Setores de Abastecimento de Água da Zona Central

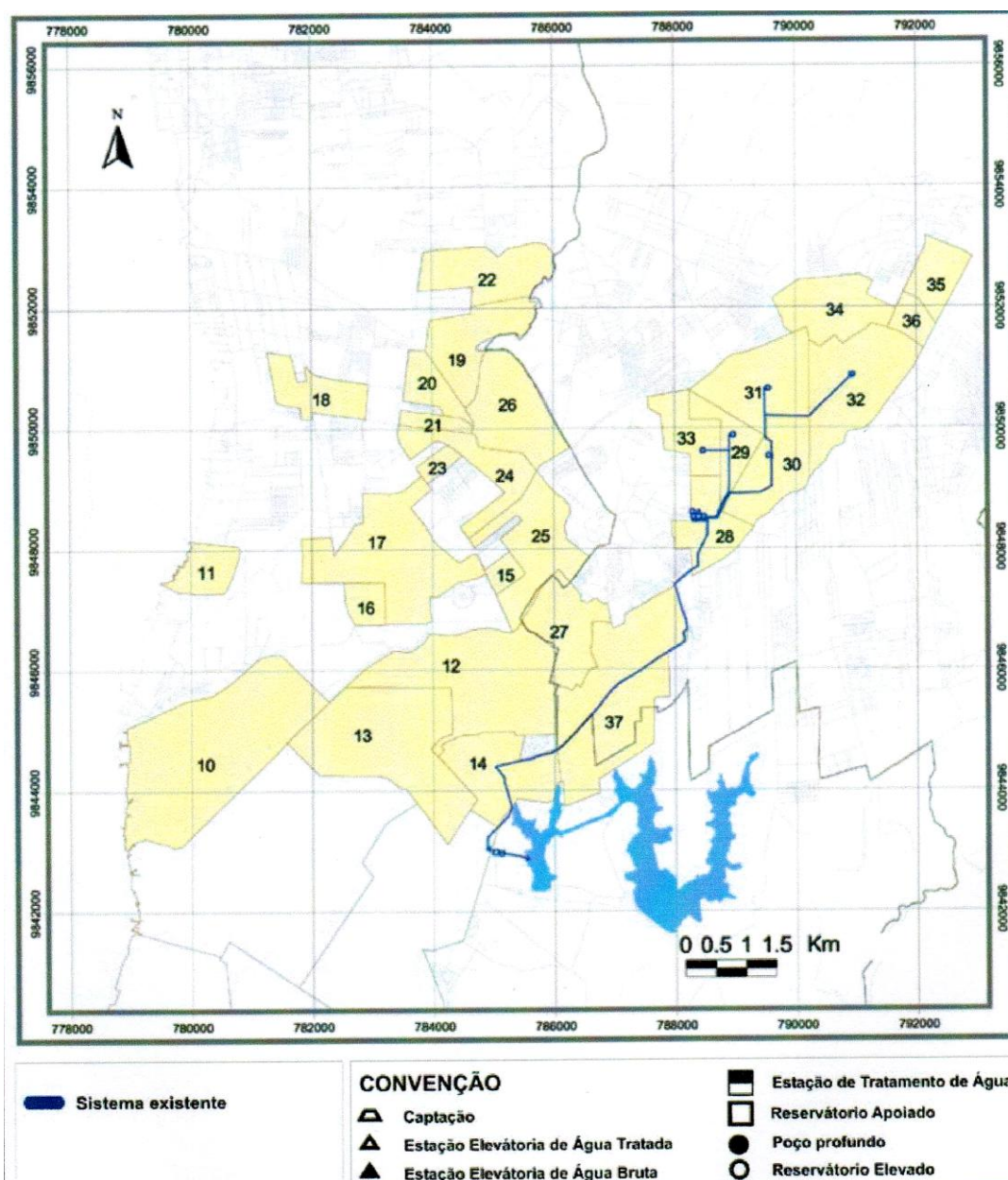


Fonte: COSANPA (2004)

3.2.2.2 – CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA

A captação dos mananciais subterrâneos é efetuada com a utilização de poços artesianos. Este tipo de captação é encontrado em 11 setores de abastecimento da COSANPA localizados na Zona de Expansão. Os setores abastecidos por poços são: 10º, 11º, 16º, 17º, 18º, 19º, 23º, 25º, 26º, 27º e 38º. O Mapa 08 mostra a divisão dos setores de abastecimento de água da Zona de Expansão.

Mapa 08: Setores de Abastecimento de Água da Zona de Expansão



Fonte: COSANPA (2004)

3.2.3 – ADUÇÃO:

Segundo Heller e Casseb (1995), adução é a tubulação usada para a condução da água do ponto de captação até a ETA, e da ETA até os reservatórios de distribuição, sem a existência de derivações para alimentar as canalizações de ruas e ramais prediais.

Quanto a natureza da água tratada a adutora pode ser:

- Adutora de Água Bruta: Transporta água da captação até a estação de tratamento;
- Adutora de Água Tratada: transporta a água da ETA até os reservatórios de distribuição.

Quanto a energia utilizada para a movimentação da água adutora pode ser:

- Adutora por gravidade em conduto livre: A água escoar sempre em declive, mantendo uma superfície livre do solo sob o efeito da pressão atmosférica. Os condutos funcionam sempre fechados, não funcionando com seção plena;
- Adutora por gravidade em conduto forçado: A pressão interna permanentemente superior a pressão atmosférica permite à água mover-se em qualquer sentido – ascendente ou descendente – graças a existência de uma carga hidráulica;
- Adutora por recalque: quando o local da captação está em nível inferior, que não possibilita a adução por gravidade, é necessário o emprego de equipamento de recalque. (conjunto motor-bomba e acessórios)

3.2.3.1 - ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA – MANANCIAL SUPERFÍCIAL

3.2.3.1.1 - SISTEMA GUAMÁ – ÁGUA PRETA E ÁGUA PRETA – BOLONHA

Segundo a COSANPA (2004), a adutora de água bruta destinada a transportar água do rio Guamá até o lago Água Preta, foi prevista no projeto Belém 2000, sendo composta por dois trechos distintos.

O primeiro trecho, por recalque, foi projetado para interligar a elevatória de água bruta à caixa de transição, por meio de duas adutoras paralelas, com diâmetros de, 1.500 mm (aço) e 1.750 mm (aço), e 2.250 m de extensão. Na prática, o primeiro trecho é formado por três adutoras (Fotografia 19) com diâmetros de 1.500 mm (Fotografia 20) em aço, 1.750 mm (Fotografia 21) em aço e 800 mm (Fotografia 22) em concreto, sendo que a adutoras de 1.750 mm chega na caixa de transição sem nenhum desvio. Já a adutora de 1.500 mm desvia em uma caixa de concreto (Fotografia 23) antes de chegar à caixa de transição. A adutora de 800 mm muda de seção (Fotografia 24) antes de chegar à caixa de transição (Fotografia 25), passando de uma seção circular para uma seção retangular.

O segundo trecho por gravidade foi projetado para aduzir a água da caixa de transição ao lago Água Preta, por meio de duas adutoras paralelas, com diâmetros de 1.200 mm e 1.750 mm, e 410 m de extensão., sendo que, na prática, somente uma adutora de 1.500 mm e 430 m de extensão, funciona na transporte da água da caixa de transição até o dissipador de energia, outra adutora de ligação entre a caixa de transição e o dissipador de energia, de 1.500 mm encontra-se tamponada pois ainda não foram iniciadas as obras da mesma (Fotografia 26) (Tabela 19). As Fotografias 27, 28, 29 e 30 mostram o dissipador de energia em todos os seus aspectos.

Tabela 19: Sistema de transporte de água bruta rio Guamá – Água Preta

Trecho	Escoamento	Início	Final	Diâmetro (mm)	Extensão
1º	forçado	EAB	Caixa de Transição	1.750, 1.500, 800	2.300
2º	gravidade	Caixa de Transição	Dissipador de Energia	1.500	430

Fonte: COSANPA (2004)

Fotografia 19: Posicionamento das adutoras de água bruta do rio Guamá



Fotografia 20: Adutora de água bruta do rio Guamá de 1.500 mm



Fotografia 21: Adutora de água bruta do rio Guamá de 1.750 mm



Fotografia 22: Adutora de água bruta do rio Guamá de 800 mm



Fotografia 23: Caixa de desvio da adutora de 1.500 mm



Fotografia 24: Caixa de mudança de secção da adutora de 800 mm



Fotografia 25: Chegada das adutoras do Guamá na Caixa de Transição



Fotografia 26: Saída da adutora de 1.500mm da caixa de transição



Fotografia 27: Chegada da adutora de 1.500mm no dissipador de energia



Fotografia 28: Chegada Tamponada da segunda adutora de 1.500mm no dissipador de energia



Fotografia 29: Dissipador de energia desaguando no lado Água Preta



Fotografia 30: Dissipador de energia



Visando a proteção dos conjuntos motor-bomba da EAB, foi construído um Tanque Amortecedor Unidirecional – TAU (Fotografia 31) contra o golpe de aríete causado nos momentos em que a paralisação do fornecimento de energia elétrica.

Fotografia 31: Tanque Amortecedor Unidirecional



O canal de ligação do lago Água Preta ao lago Bolonha trabalha na adução de água bruta funcionando como uma adutora por gravidade em conduto livre.

3.2.3.1.2 - SISTEMA BOLONHA – E.T.A. BOLONHA

Foi projetada, ainda no projeto Belém 2000, a adutora de água bruta do lago Bolonha com o objetivo de aduzir a água da Estação Elevatória do lago Bolonha à Estação de Tratamento de Água (ETA) Bolonha que seria implantada. Sua execução foi prevista em uma única etapa, com tubulação de aço com diâmetro de 1.750 mm, extensão de 400 m, tendo vazões de operação de 3,36 m³/s para a 1^o etapa e de 6,72 m³/s para a segunda etapa (COSANPA, 2004). A Fotografia 32 mostra a adutora Bolonha-ETA Bolonha, onde podemos visualizar um vazamento.

Fotografia 32: Vazamento na Adutora de Água Bruta Bolonha - ETA Bolonha



Esta adutora recebe água da EAB Bolonha (Fotografia 34), recalcando água para a Estação de Tratamento de Água (ETA) Bolonha, sendo a água tratada conduzida para os setores da zona central e da zona de expansão. Esta elevatória esta equipada com 4 (quatro) conjuntos motor-bomba, de fabricação Toshiba, modelo 24QL19C, com uma potência de 400cv, vazão de 3.350m³/h e altura manométrica de 26 mca. Destes quatro conjuntos motor-bomba, um e de reserva (Fotografia 33).

Fotografia 33: Conjuntos Motor-Bomba da Estação Elevatória de Água Bruta (EAB) Bolonha



Fotografia 34: Estação Elevatória de Água Bruta (EAB) Bolonha



3.2.3.1.3 SISTEMA UTINGA – SÃO BRÁS E UTINGA - 5º SETOR

Tanto o sistema Utinga – São Brás quanto o sistema Utinga – 5º Setor, são abastecidos através da Estação Elevatória de Água Bruta do Utinga – atual EAB Evandro Machado. Sendo que para o abastecimento da Estação de Tratamento de Água do 5º Setor, a EAB Utinga utiliza três conjuntos motor-bomba de eixo vertical fabricação Toshiba, modelo 16QL20B de 300cv, vazão de 1.2360m³/h e altura manométrica de 32 mca. Já para o abastecimento da Estação de Tratamento de Água de São Brás, a EAB Utinga utiliza outros três conjuntos motor-bomba de fabricação Toshiba, modelo 16QL20A de 500cv, vazão de 2.500m³/h e altura manométrica de 32,5 mca (Fotografia-35). Ambas as adutoras são de aço e tem 1000mm de diâmetro

Fotografia 35: Conjuntos Motor-Bomba da EAB Utinga



A Captação de água pelas bombas da EAB Utinga é realizada através de um canal de aproximação que funciona como poço de captação e que é abastecido com águas provenientes do lago Bolonha. A Fotografia 36 mostra o canal de aproximação ou poço de captação da Estação Elevatória de Água Bruta do Utinga. As fotografias 37, 38 e 39 mostram vazamento adutora de água bruta Utinga-São Brás, a chegada da adutora Utinga-5º Setor na ETA 5º setor e a chegada da adutora Utinga-São Brás na ETA São Brás, respectivamente.

Fotografia 36: Canal de aproximação ou poço de captação da EAB Utinga



Fotografia 37: Vazamento na adutora Utinga – São Brás



Fotografia 38: Chegada da Adutora de Água Bruta na ETA 5º Setor

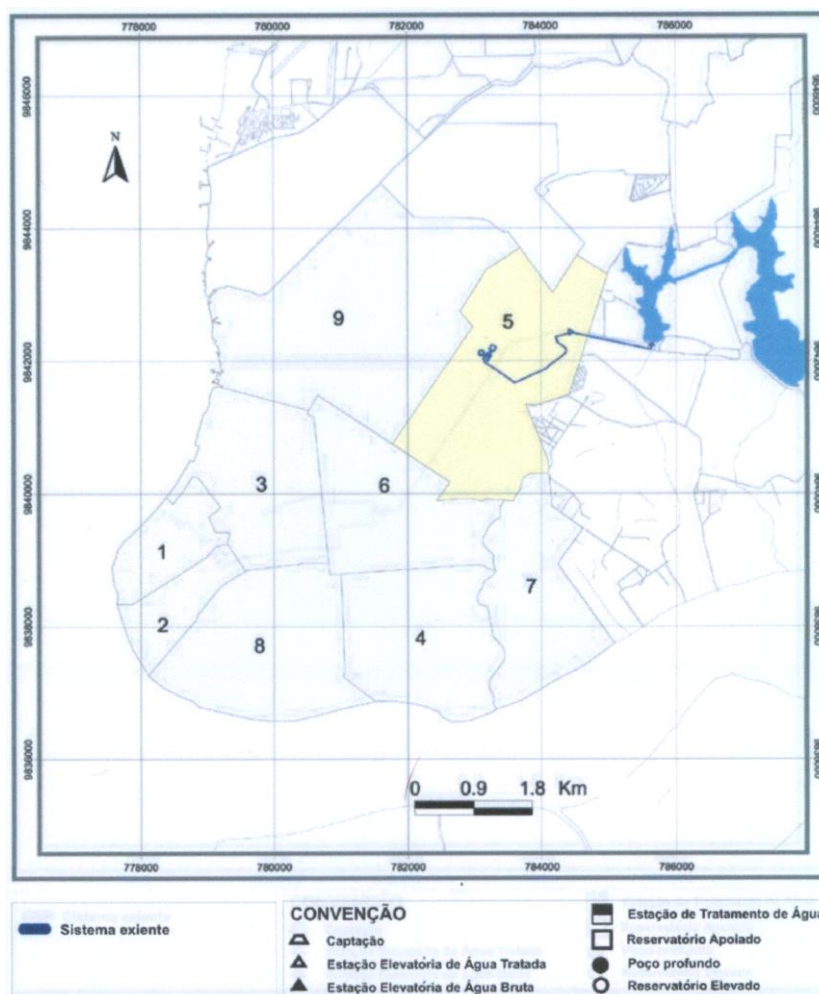


Fotografia 39: Chegada da Adutora de Água Bruta na ETA São Brás



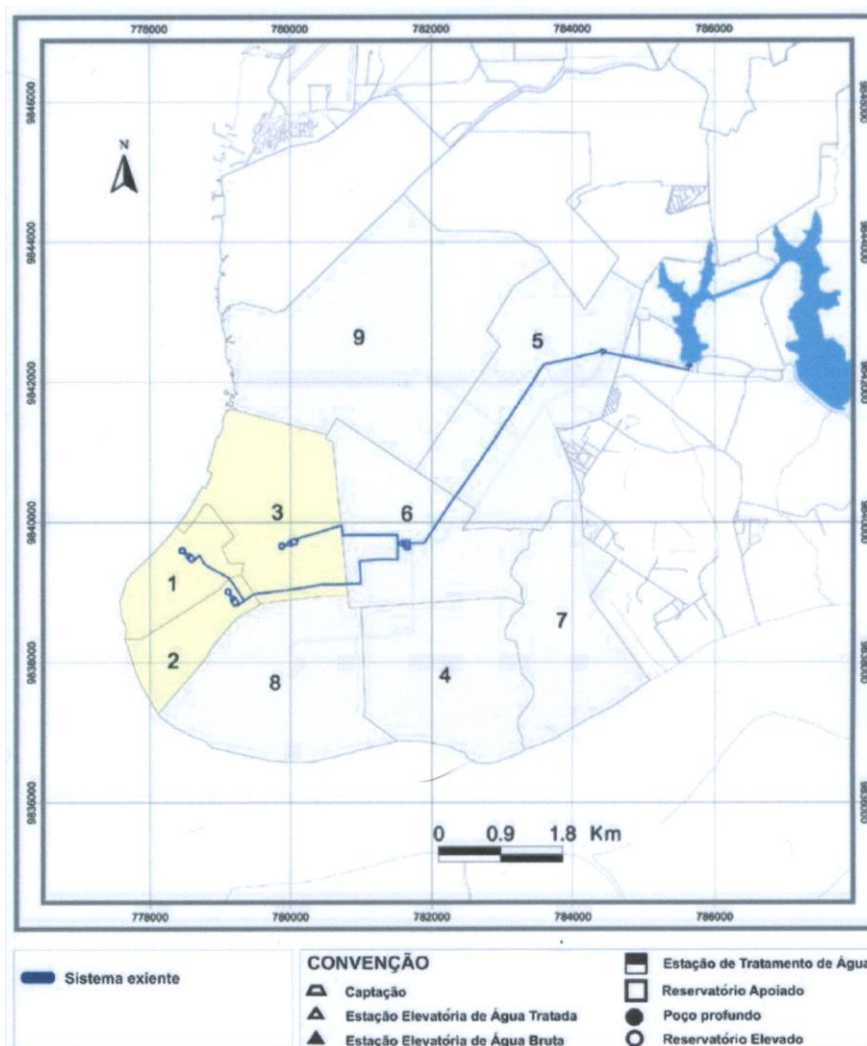
Os Mapas 09 e 10 ilustram os sistemas Utinga-5º Setor e Utinga-São Brás, respectivamente.

Mapa 09: Sistema Utinga – 5º Setor



Fonte: COSANPA (2004)

Mapa 10: Sistema Utinga – São Brás



Fonte: COSANPA (2004)

A Tabela 20 especifica o manancial, Estação de Tratamento de água e os setores abastecidos pelos sistemas Bolonha e Utinga.

Tabela 20: Sistema de Abastecimento de Água

Sistema	Manancial	Tratamento	Setores
Bolonha	Lago Bolonha	ETA Bolonha	4º, 6º, 7º, 8º e 9º
Utinga	Lago Bolonha	ETA 5º Setor	5º
		ETA São Brás	1º, 2º, 3º e 4º

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.4 – TRATAMENTO

O tratamento das águas provenientes do manancial superficial, que abastecem os 9 setores da zona central mais 3 setores da zona de expansão são realizados em 3 Estações de Tratamento de Água: ETA Bolonha, ETA São Brás e ETA 5º Setor.

O tratamento das águas provenientes do manancial subterrâneo, que abastecem principalmente os setores da zona de expansão, são realizados somente em alguns sistemas isolados, e são compostas geralmente pelas seguintes unidades: desferrização, complexação, desinfecção e fluoretação (Tabela 21).

Tabela 21 – Tipos de tratamento por setor isolado de abastecimento existente

SETOR	TIPO DE TRATAMENTO	UNIDADES DE TRATAMENTO
26	Complexação	01 tq solução; 01 bomba dosadora
17	complexação; desinfecção	01 tq solução; 01 bomba dosadora; 01 clorador
23	desferrização; desinfecção; fluoretação	01 aerador; 02 filtros; 01 dos de flúor; 01 clorador
16	complexação; desinfecção	01 tq solução; 01 dos venturi; 01 clorador
10	complexação; desinfecção	01 tq solução; 01 bomba dosadora; 02 cloradores
18	desferrização parcial; desinfecção; fluoretação	01 aerador; 03 filtros; 01 dos de flúor; 01 clorador
37	complexação; desinfecção	01 dosador de pastilha conjugada
31	complexação; desinfecção	01 dosador de pastilha conjugada
19	desferrização parcial; desinfecção; fluoretação	02 aeradores; 02 filtros; 02 dos de flúor; 02 cloradores
27	complexação; desinfecção	01 tq solução; 01 dos venturi; 01 clorador
36	complexação; desinfecção	02 tq solução; 02 bombas dosadoras; 02 cloradores
39	desferrização; desinfecção; fluoretação	02 aeradores; 02 filtros; 02 dos de flúor; 02 cloradores
1	Desinfecção	01 clorador
24	complexação; desinfecção	01 dosador de pastilha conjugada

FONTE: (COSANPA, 2004)

3.2.4.1 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) BOLONHA

A ETA Bolonha foi projetada com capacidade de 3,36 m³/s e 6,72 m³/s na primeira e segunda fase, respectivamente, tendo os seguintes processos unitários: coagulação, floculação, sedimentação, filtração, desinfecção, correção de pH e fluoretação. Atualmente são tratados 4,00 m³/s na ETA Bolonha, o que excede em aproximadamente 0,64 m³/s (19 %) a capacidade de projeto para a primeira fase. (Pereira *et al*, 2004)

A ETA Bolonha, é uma estação de tratamento de água de ciclo completo, sendo composta de um vertedor parshall de 6” que promove uma mistura rápida, 6 floculadores mecanizados com três camaras em série, 6 decantadores com bandeja intermediária e 8 filtros de escoamento descendente. (Pereira *et al*, 2004)

Primeiramente, é feita a adição de sulfato de alumínio na água formando pequenas partículas que vão unir os materiais em suspensão, esta fase se processa na Calha de Parshall (Fotografia 40).

Fotografia 40: Adição de Sulfato de Alumínio na calha de Parshall – ETA Bolonha



Depois de coagular, o volume de água é conduzido através de um canal para 6 floculadores que possuem 3 câmaras que são dotadas de agitadores mecânicos tipo turbina, que possibilitam a formação de flocos que são removidos na unidade de decantação. Os decantadores são mostrados na Fotografia 41.

Fotografia 41: Decantadores ETA Bolonha



Os 6 decantadores da ETA Bolonha, são de fluxo horizontal com cones de acumulação de lodo na parte inferior, bandeja intermediária e vertedores de saída do efluente líquido na parte superior. O efluente entra na unidade de floculação pela parte intermediária do decantador, obrigando assim, que a massa líquida a movimentar-se horizontalmente e ascencionalmente, facilitando assim, a sedimentação dos flocos.

Segundo Pereira *et al* (2004), atualmente, o efluente dos decantadores é encaminhado para um dos dois canais paralelos de distribuição de água aos 8 filtros rápidos descendentes da ETA (Fotografia 42). O leito filtrante (Fotografia 43) é formado de camada única de areia, onde os flocos, que não foram sedimentados na unidade de decantação, ficam retidos. Depois de atravessar o leito filtrante a água é conduzida, em sentido descendente, para a câmara de água filtrada.

Fotografia 42: Saída dos efluentes dos decantadores ETA Bolonha



Fotografia 43: Filtro de escoamento descendente ETA Bolonha



Após passar pela filtração a água é encaminhada para a unidade de desinfecção, onde o cloro gasoso é aplicado, sendo em seguida realizada a correção do pH pela adição de hidróxido de sódio e a fluoração com aplicação de flúor.

Um reservatório apoiado (Fotografia 44) com capacidade para 10.000 m³ e altura útil de 2,05 m, armazena a água tratada influente da ETA Bolonha (COSANPA, 2004)

Fotografia 44: Reservatório apoiado da ETA Bolonha



Localizada junto a ETA Bolonha está uma Estação Elevatória de Água Tratada – EAT Bolonha (Fotografia 45), destinada a recalcar água tratada para a zona central e para a zona de expansão. Para o recalque de água tratada para a zona central, são utilizados quatro conjuntos motor-bomba, modelo 16LN-18 de 300cv, vazão de 3.214m³/h e altura manométrica de 12,7mca. Para a zona de expansão são utilizados quatro conjuntos motor-bomba, modelo 10LR-15A de 250cv, vazão de 1.159m³/h e altura manométrica de 47,3mca. (COSANPA, 2004) (Fotografia 46)

Fotografia 45: Estação Elevatória de Água Tratada (EAT) Bolonha



Fotografia 46: Casa de Bombas da EAT Bolonha



3.2.4.2 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) 5º SETOR

Com uma capacidade de 2.288m³/h, a Estação de Tratamento de Água do 5º Setor é composta por um medidor Parshall de 1" (Fotografia 47), três floco-decantadores do tipo acelerador (Fotografia 48) e por dezoito filtros de areia (Fotografia 49). A coagulação, correção do pH e desinfecção da água filtrada é realizada por intermédio de produtos químicos, que são: sulfato de alumínio, cal hidratada e cloro gasoso.

Depois de tratada, a água é armazenada em um reservatório enterrado (Fotografia 50) cuja capacidade é de 7.000 m³ (altura útil de 3,50m e área útil de 2.000 m²) e reservatório elevado (Fotografia 51) de 350m³ de capacidade e altura útil de 2,40m. (Pereira *et al*, 2004)

O recalque de água do reservatório enterrado para o reservatório elevado, é realizado através de três conjuntos motor-bomba de eixo horizontal (Fotografia 52). A Tabela 22 reuni as principais características deste sistema elevatório.

Tabela 22: Características dos conjuntos motor-bombas da EAT 5º Setor

CMB	Modelo	Potência (cv)	Vazão (m³/h)	Hman (mca)
1	12LA1	200	1.000	30
2	12LA1	200	1.000	30
3	12LN26	200	1.000	34

Fonte: COSANPA (2004)

Fotografia 47: Aplicação de Sulfato de Alumínio no medidor Parshall – ETA 5º Setor



Fotografia 48: Floco-decantador tipo acelerador da ETA 5º Setor



Fotografia 49: Filtros de areia da ETA 5º Setor



Fotografia 50: Reservatório enterrado ETA 5º Setor



Fotografia 51: Reservatório elevado ETA 5º Setor



Fotografia 52: – Casa de Bombas da EAT 5º Setor



3.2.4.3 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA) SÃO BRAZ

A Estação de Tratamento de Água (ETA) de São Braz (Fotografia 53) é abastecida através da adutora do sistema Utinga – São Brás, sendo este sistema composto por etapas de adução, tratamento, armazenamento e distribuição. Este sistema engloba o 6º Setor, e é abastecido pelas ETA's São Braz e Bolonha.

A Estação de Tratamento de Água (ETA) de São Braz possui tratamento convencional com calha medidora Parshall, 5 floculadores mecanizados, 5 decantadores de fluxo horizontal e 32 filtros de areia. Sua capacidade nominal é de 1,2 m³/s e segundo a COSANPA (2004), funciona atualmente com sobrecarga.

A massa líquida efluente da ETA São Braz, é encaminhada para um reservatório apoiado (Fotografia 54) cuja capacidade volumétrica é de 2.500m³, com uma altura útil de 3,9m e 641,02m² de altura útil. A água armazenada no reservatório apoiado é recalçada para um reservatório elevado através de uma Estação Elevatória de Água Tratada (Fotografia 55) equipada com três conjuntos motor-bomba de eixo horizontal, modelo 10LR15A de 150cv, vazão de 1.274m³/h e altura manométrica de 22,5 mca. O reservatório elevado (Fotografia 56) tem capacidade volumétrica de 1.500m³ e altura útil de 3,35m. (COSANPA, 2004)

Fotografia 53: Estação de Tratamento de Água (ETA) de São Braz



Fotografia 54: Reservatório Apoiado ETA São Braz



Fotografia 55: Casa de Bombas EAT São Braz



Fotografia 56: Reservatório Elevado ETA São Braz – 6º Setor



3.2.5 – SISTEMAS DE RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Os sistemas de distribuição e reservação da RMB atualmente são caracterizados pela divisão em duas zonas de abastecimento de água: zona central e zona de expansão.

A Zona Central e a Zona de Expansão estão subdivididas em 9 e 28 setores de abastecimento de água respectivamente, totalizando 37 setores. Atualmente, o setor operacional da COSANPA agrupa em 8 distritos operacionais os 37 setores de abastecimento de água conforme a Tabela 23 a seguir:

Tabela 23: Divisão de setores por distrito operacional

Zona	Distrito operacional	Setores de abastecimento
Central	1º	1º, 2º, 3º e 8º
	2º	4º, 6º e 7º
	3º	5º e 9º
Expansão	4º	12º, 13º e 14º
	5º	27º, 28º, 29º, 30º, 31º, 32º, 33º, 34º, 35º, 36º e 37º
	6º	15º, 16º, 17º, 19º, 20º, 21º, 22º, 23º, 24º, 25º e 26º
	7º	37º, 38º e 39º
	8º	10º, 11º e 18º

Fonte: COSANPA (2004)

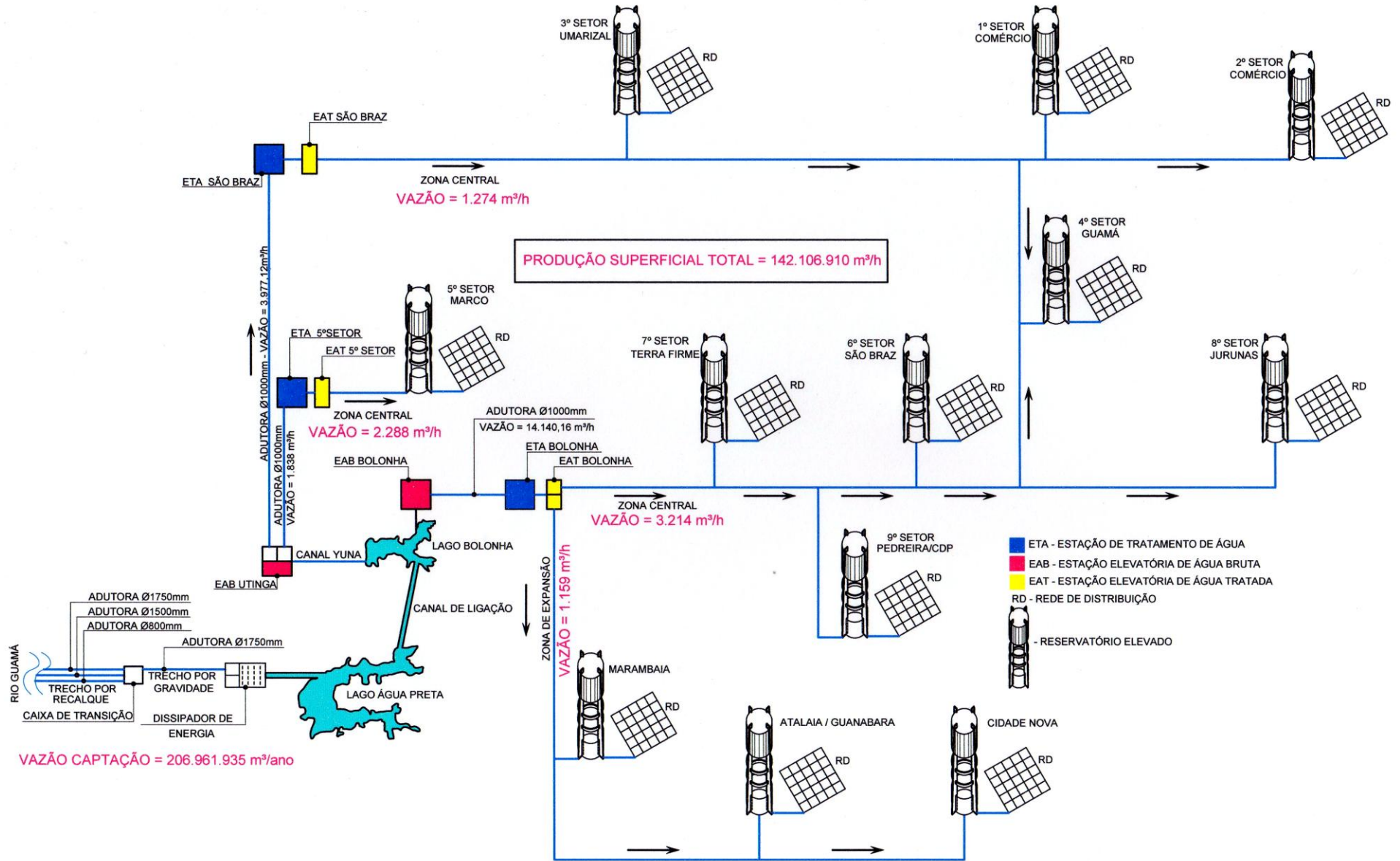
A Figura 06 ilustra a articulação dos setores de distribuição da zona central e dos setores da zona de expansão abastecidos com água produzidas pelo sistema de produção superficial da COSANPA.

3.2.5.1 – ZONA CENTRAL

É importante ressaltar que os 9 setores de abastecimento de água da Zona Central encontram-se interligados, ou seja, existem tubulações comuns a dois ou mais setores embora cada setor possua sistema de reservação próprio. Essa interligação entre setores dificulta o controle operacional do sistema, como as atividades de macromedição (volume de água distribuído), micromedição (volume de água consumido), bem como medições para o controle de perdas, serviços de manutenção da rede de distribuição e informações de faturamento da Companhia. (COSANPA, 2004)

A seguir mostra-se cada setor de distribuição da zona central, especificando suas principais características.

Figura 06: Articulação dos setores de abastecimento de Belém



3.2.5.1.1 – 1º Setor de Abastecimento de Água

As características do 1º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 24 e 25. As Fotografias 57, 58 e 59 mostram as unidades componentes deste setor de abastecimento.

Tabela 24: Dados gerais do 1º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
Manancial	Tipo	Superficial
	Sistema de produção	EAT Utinga – ETA São Brás
1º Setor	Área (ha)	1,82
	Limites / Município	2º e 3º setores
	Vazão demanda (m³/dia)	15.298
	População (hab)	37.957
	Cota per capita (l/hab.dia)	403
	Comprimento total da rede (m)	55.325
	Número de ligações	5.050

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 25: Características das unidades constituintes do 1º Setor de abastecimento de água

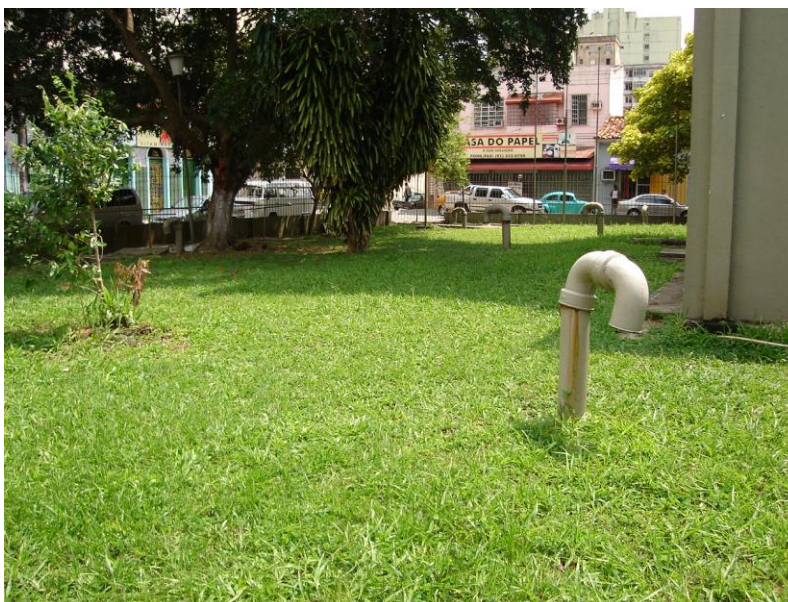
CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	4.000
	Área útil (m²)	1.053
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	200
	Área útil (m²)	23
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	100, 100 e 100
	Vazão nominal (m³/h)	505, 505 e 505
	Altura manométrica (m)	36, 36 e 36
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	700
	Material	fofo
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	300
	Material	Fofo
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	400
	Material	fofo
	Vazão distribuída	20.904

Fonte: COSANPA (2004)

Fotografia 57: Reservatório elevado do 1º Setor de abastecimento



Fotografia 58: Reservatório apoiado do 1º Setor de abastecimento



Fotografia 59: Casa de bombas da EAT – 1º Setor



3.2.5.1.2 – 2º Setor de Abastecimento de Água

As características do 2º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 26 e 27. As Fotografias 60, 61 e 62 mostram as unidades componentes deste setor de abastecimento.

Tabela 26: Dados gerais do 2º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
Manancial	Tipo	Superficial
	Sistema de produção	EAT Utinga – ETA São Brás
2º Setor	Área (ha)	1,55
	Limites / Município	1º, 3º e 8º setores
	Vazão demanda (m³/dia)	11.378
	População (hab)	30.842
	Cota per capita (l/hab.dia)	369
	Comprimento total da rede (m)	38.471
	Número de ligações	4.738

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 27: Características das unidades constituintes do 2º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	2.215
	Área útil (m²)	671
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	165
	Área útil (m²)	25
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	40, 40 e 40
	Vazão nominal (m³/h)	307, 307 e 307
	Altura manométrica (m)	26, 26 e 26
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	450
	Material	fofo
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	200
	Material	fofo
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	350
	Material	fofo
	Vazão distribuída	16.512

Fonte: COSANPA (2004)

Fotografia 60: Reservatório elevado do 2º Setor de abastecimento



Fotografia 61: Reservatório apoiado do 2º Setor de abastecimento



Fotografia 62: Casa de bombas da EAT - 2º Setor



3.2.5.1.3 – 3º Setor de Abastecimento de Água

As características do 3º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 28 e 29. As Fotografias 57, 58 e 59 mostram as unidades componentes deste setor de abastecimento.

Tabela 28: Dados gerais do 3º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
Manancial	Tipo	Superficial
	Sistema de produção	EAT Utinga – ETA São Brás
3º Setor	Área (ha)	4,74
	Limites / Município	1º, 2º, 4º, 6º, 8º e 9º setores
	Vazão demanda (m³/dia)	34.581
	População (hab)	89.484
	Cota per capita (l/hab.dia)	386
	Comprimento total da rede (m)	233.175
	Número de ligações	10.093

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 29: Características das unidades constituintes do 3º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	8.600
	Área útil (m²)	1.792
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	320
	Área útil (m²)	49
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	150, 150 e 150
	Vazão nominal (m³/h)	868, 868 e 868
	Altura manométrica (m)	35, 35 e 35
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	500
	Material	fofo
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	350
	Material	Fofo
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	400
	Material	fofo
	Vazão distribuída	42.189

Fonte: COSANPA (2004)

Fotografia 63: Reservatório elevado do 3º Setor de abastecimento



Fotografia 64: Reservatório apoiado do 3º Setor de abastecimento



Fotografia 65: Casa de bombas da EAT – 3º Setor



3.2.5.1.4 – 4º Setor de Abastecimento de Água

As características do 4º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 30 e 31. As Fotografias 66, 67, 68, 69, 70 e 71 mostram as unidades componentes deste setor de abastecimento.

Tabela 30: Dados gerais do 4º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
Manancial	Tipo	Superficial / Subterrânea
	Sistema de produção	EAT Utinga – ETA São Brás
Poço	Quantidade	1
	Profundidade (m)	270
	Produção (m³/dia)	----
4º Setor	Área (ha)	4,89
	Limites / Município	6º, 7º e 8º setores
	Vazão demanda (m³/dia)	62.251
	População (hab)	127.964
	Cota per capita (l/hab.dia)	562
	Comprimento total da rede (m)	53.635
	Número de ligações	65.809

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 31: Características das unidades constituintes do 4º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	6.000
	Área útil (m²)	2.000
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	230
	Área útil (m²)	37
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	125, 125 e 125
	Vazão nominal (m³/h)	655, 655 e 655
	Altura manométrica (m)	40, 40 e 40
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	500
	Material	fofo
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	450
	Material	Fofo
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	500
	Material	fofo
	Vazão distribuída	74.779

Fonte: COSANPA (2004)

Fotografia 66: Reservatório elevado do 4º Setor de abastecimento



Fotografia 67: Reservatório apoiado de 4º Setor de abastecimento



Fotografia 68: Casa de bombas EAT -4º Setor



Fotografia 69: Poço 4º Setor (Desativado)



Fotografia 70: Casa de bombas – Poço 4º Setor (Desativado)



Fotografia 71: Bomba de recalque (cisterna – poço de captação)



3.2.5.1.5 – 5º Setor de Abastecimento de Água

As características do 5º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 32 e 33. As Fotografias 72, 73 e 74 mostram as unidades componentes deste setor de abastecimento.

Tabela 32: Dados gerais do 5º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
Manancial	Tipo	Superficial
	Sistema de produção	EAT Utinga – ETA São Brás
5º Setor	Área (ha)	6,80
	Limites / Município	6º, 7º, 9º 13º e 14º setores
	Vazão demanda (m³/dia)	34.491
	População (hab)	94.322
	Cota per capita (l/hab.dia)	366
	Comprimento total da rede (m)	106.068
	Número de ligações	15.828

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 33: Características das unidades constituintes do 5º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	7.000
	Área útil (m²)	2.000
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	230
	Área útil (m²)	37
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	200, 200 e 200
	Vazão nominal (m³/h)	1000, 1000 e 1000
	Altura manométrica (m)	30, 30 e 30
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	500
	Material	fofo
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	400
	Material	Fofo
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	500
	Material	fofo
	Vazão distribuída	45.816

Fonte: COSANPA (2004)

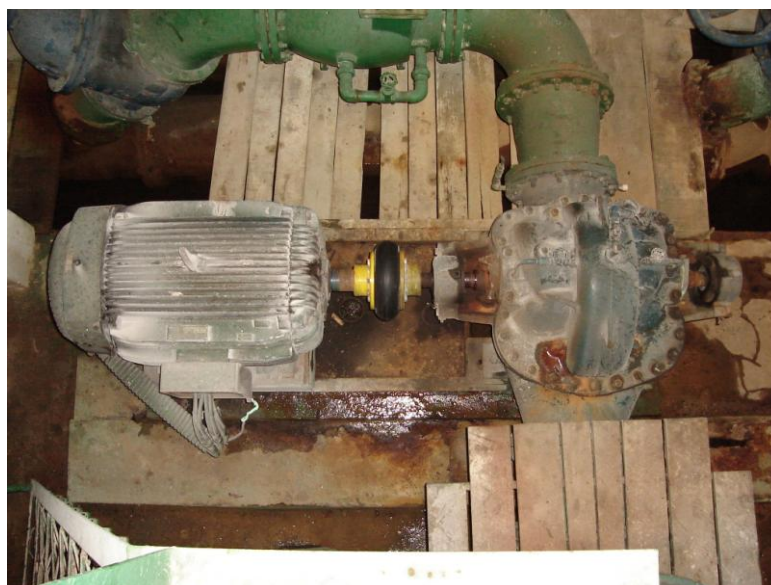
Fotografia 72: Reservatório elevado do 5º Setor de abastecimento



Fotografia 73: Reservatório apoiado do 5º Setor de abastecimento



Fotografia 74: Conjunto motor-bomba da EAT – 5º Setor



3.2.5.1.6 – 6º Setor de Abastecimento de Água

As características do 6º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 34 e 35. As Fotografias 75, 76 e 77 mostram as unidades componentes deste setor de abastecimento.

Tabela 34: Dados gerais do 6º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
Manancial	Tipo	Superficial
	Sistema de produção	EAT Utinga – ETA São Brás
6º Setor	Área (ha)	4,66
	Limites / Município	3º, 4º, 5º, 7º, 8º e 9º setores
	Vazão demanda (m³/dia)	37.809
	População (hab)	89.882
	Cota per capita (l/hab.dia)	421
	Comprimento total da rede (m)	78.711
	Número de ligações	79.350

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 35: Características das unidades constituintes do 6º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	4.000
	Área útil (m²)	1.026
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	1.500
	Área útil (m²)	448
Estação Elevatória – CMB	Potência (cv)	150, 150 e 150
	Vazão nominal (m³/h)	1.274, 1.274 e 1.274
	Altura manométrica (m)	22,50; 22,50 e 22,50
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	600
	Material	aço
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	600
	Material	aço
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	800
	Material	aço
	Vazão distribuída	39.312

Fonte: COSANPA (2004)

Fotografia 75: Reservatório elevado do 6º Setor de abastecimento



Fotografia 76: Reservatório apoiado do 6º Setor de abastecimento



Fotografia 77: Conjunto motor-bomba da EAT – 6º Setor



3.2.5.1.7 – 7º Setor de Abastecimento de Água

As características do 7º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 36 e 37. As Fotografias 78, 79 e 80 mostram as unidades componentes deste setor de abastecimento.

Tabela 36: Dados gerais do 7º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
Manancial	Tipo	Superficial
	Sistema de produção	Bolonha
7º Setor	Área (ha)	5,22
	Limites / Município	4º, 5º e 6º setores
	Vazão demanda (m³/dia)	33.029
	População (hab)	88.122
	Cota per capita (l/hab.dia)	375
	Comprimento total da rede (m)	27.965
	Número de ligações	58.541

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 37: Características das unidades constituintes do 7º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	6.400
	Área útil (m²)	1.488
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	1.000
	Área útil (m²)	167
Estação Elevatória – CMB	Potência (cv)	150, 150 e 150
	Vazão nominal (m³/h)	906, 906 e 906
	Altura manométrica (m)	35,10; 35,10 e 35,10
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	600
	Material	aço
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	600
	Material	aço
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	600
	Material	aço
	Vazão distribuída	41.189

Fonte: COSANPA (2004)

Fotografia 78: Reservatório elevado do 7º Setor de abastecimento



Fotografia 79: Reservatório apoiado do 7º Setor de abastecimento



Fotografia 80: Casa de bombas do 7º Setor de abastecimento



3.2.5.1.8 – 8º Setor de Abastecimento de Água

As características do 8º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 38 e 39. As Fotografias 81, 82 e 83 mostram as unidades componentes deste setor de abastecimento.

Tabela 38: Dados gerais do 8º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
Manancial	Tipo	Superficial
	Sistema de produção	bolonha
8º Setor	Área (ha)	5,57
	Limites / Município	2º, 3º, 4º e 6º setores
	Vazão demanda (m³/dia)	70.026
	População (hab)	138.889
	Cota per capita (l/hab.dia)	504
	Comprimento total da rede (m)	116.536
	Número de ligações	25.691

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 39: Características das unidades constituintes do 8º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	16.000
	Área útil (m²)	5.333
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	2000
	Área útil (m²)	253
Estação Elevatória – CMB	Potência (cv)	300, 300 e 300
	Vazão nominal (m³/h)	1.892, 1.892 e 1.892
	Altura manométrica (m)	35,30; 35,30 e 35,30
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	800
	Material	aço
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	700
	Material	aço
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	900
	Material	aço
	Vazão distribuída	82.992

Fonte: COSANPA (2004)

Fotografia 81: Reservatório elevado do 8º Setor de abastecimento



Fotografia 82: Reservatório apoiado do 8º Setor de abastecimento



Fotografia 83: Chegada da adutora de água tratada no reservatório apoiado



3.2.5.1.9 – 9º Setor de Abastecimento de Água

As características do 9º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 40 e 41. As Fotografias 84, 85 e 86 mostram as unidades componentes deste setor de abastecimento.

Tabela 40: Dados gerais do 9º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
Manancial	Tipo	Superficial
	Sistema de produção	Bolonha
9º Setor	Área (ha)	10,16
	Limites / Município	3º, 5º, 6º e 14º setores
	Vazão demanda (m³/dia)	90.471
	População (hab)	180.423
	Cota per capita (l/hab.dia)	517
	Comprimento total da rede (m)	159.903
	Número de ligações	36.379

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 41: Características das unidades constituintes do 9º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	16.000
	Área útil (m²)	3.265
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	2.000
	Área útil (m²)	263
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	400, 400 e 400
	Vazão nominal (m³/h)	2.426, 2.426 e 2.426
	Altura manométrica (m)	34, 34, e 34
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	1.000
	Material	aço
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	700
	Material	aço
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	1.200
	Material	aço
	Vazão distribuída	99.432

Fonte: COSANPA (2004)

Fotografia 84: Reservatório elevado do 9º Setor de abastecimento



Fotografia 85: Reservatório apoiado do 9º Setor de abastecimento



Fotografia 86: Casa de bombas do 9º Setor de abastecimento



3.2.5.2 – ZONA DE EXPANSÃO

A seguir serão apresentadas as principais informações de alguns setores de abastecimento de água da Zona de Expansão, para os quais a COSANPA disponibiliza de dados.

3.2.5.2.1 – 10º Setor de Abastecimento de Água

As características do 10º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 42 e 43.

Tabela 42: Dados gerais do 10º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
10º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	309, 200 e 200
	Vazão distribuição (m³/dia)	18.797
	População (hab)	60.254
	Cota per capita (l/hab.dia)	312
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	11.361

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 43: Características das unidades constituintes do 10º Setor

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Subterrâneo	
	3 Poços	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	Complexação e desinfecção
	Unidades	1 Tq de solução, 1 bomba dosadora e 2 cloradores
	Capacidade (m³/h)	1.012
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de saída da ETA	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	5.400
	Área útil (m²)	---
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	75, 75, 75 e 75
	Vazão nominal (m³/h)	138, 138, 138 e 138
	Altura manométrica (m)	36, 36, 36 e 36
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	500
	Material	fofo
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	1.300
	Área útil	---
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	600
	Material	fofo

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.2 – 11º Setor de Abastecimento de Água

As características do 11º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 44 e 45.

Tabela 44: Dados gerais do 11º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
11º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	134
	Vazão distribuição (m³/dia)	134
	População (hab)	7.437
	Cota per capita (l/hab.dia)	432
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	3.039

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 45: Características das unidades constituintes do 11º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Subterrâneo	
	1 Poço	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	desinfecção
	Unidades	1 clorador
	Capacidade (m³/h)	116,6
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de saída da ETA	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	---
	Área útil (m²)	---
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	80
	Vazão nominal (l/s)	189
	Altura manométrica (m)	---
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	---
	Área útil	---
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	---
	Material	---

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.3 – 12º Setor de Abastecimento de Água

As características do 12º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 46 e 47.

Tabela 46: Dados gerais do 12º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
12º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	313
	Vazão distribuição (m³/dia)	6.801
	População (hab)	9.273
	Cota per capita (l/hab.dia)	810
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	11.025

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 47: Características das unidades constituintes do 12º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Superficial	
	Sistema Bolonha	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	---
	Unidades	---
	Capacidade (m³/h)	---
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de saída da ETA	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	---
	Área útil (m²)	---
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	---
	Vazão nominal (m³/h)	---
	Altura manométrica (m)	---
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	200 e 200
	Material	fofo e aço
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	350 e 770
	Área útil	---
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	200 e 250
	Material	fofo e aço

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.4 – 13º Setor de Abastecimento de Água

As características do 13º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 48 e 49.

Tabela 48: Dados gerais do 13º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
13º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	489
	Vazão distribuição (m³/dia)	12.049
	População (hab)	45.301
	Cota per capita (l/hab.dia)	266
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	3.695

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 49: Características das unidades constituintes do 13º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Superficial	
	Sistema Bolonha	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	---
	Unidades	---
	Capacidade (m³/h)	---
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de saída da ETA	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	---
	Área útil (m²)	---
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	---
	Vazão nominal (m³/h)	---
	Altura manométrica (m)	---
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	200 e 250
	Material	aço e aço
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	770 e 770
	Área útil	162,86 e 162,86
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	250 e 300
	Material	aço e aço

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.5 – 14º Setor de Abastecimento de Água

As características do 14º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 50 e 51.

Tabela 50: Dados gerais do 14º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
14º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	540
	Vazão distribuição (m³/dia)	594
	População (hab)	26.453
	Cota per capita (l/hab.dia)	539
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	5.811

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 51: Características das unidades constituintes do 14º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Superficial	
	Sistema Bolonha	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	---
	Unidades	---
	Capacidade (m³/h)	---
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de saída da ETA	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	---
	Área útil (m²)	---
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	---
	Vazão nominal (m³/h)	---
	Altura manométrica (m)	---
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	300 e 350
	Material	aço e aço
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	770 e 770
	Área útil	162,86 e 162,86
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	400 e 400
	Material	aço e aço

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.6 – 16º Setor de Abastecimento de Água

As características do 16º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 52 e 53.

Tabela 52: Dados gerais do 16º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
16º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	108
	Vazão distribuição (m³/dia)	1.017
	População (hab)	4.100
	Cota per capita (l/hab.dia)	248
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	2.802

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 53: Características das unidades constituintes do 16º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Subterrânea	
	1 Poço	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	Complexação e desinfecção
	Unidades	1 Tq de solução, 1 dosador Venturi e 1 clorador
	Capacidade (m³/h)	163,40
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de saída da ETA	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	46
	Área útil (m²)	18,49
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	7,5; 7,5 e 60
	Vazão nominal (m³/h)	---
	Altura manométrica (m)	---
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	---
	Área útil	---
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	150
	Material	fofo

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.7 – 17º Setor de Abastecimento de Água

As características do 17º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 54 e 55.

Tabela 54: Dados gerais do 17º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
17º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	163, 306 e 284
	Vazão distribuição (m³/dia)	723
	População (hab)	52.965
	Cota per capita (l/hab.dia)	328
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	35.973

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 55: Características das unidades constituintes do 17º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Subterrânea	
	3 Poços	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	Complexação e desinfecção
	Unidades	1 Tq de solução, 1 bomba dosadora e 1 clorador
	Capacidade (m³/h)	865,9
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	250
	Material	aço
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	300
	Área útil (m²)	78,54
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	50, 50 e 50
	Vazão nominal (m³/h)	---
	Altura manométrica (m)	---
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	250 e 300
	Material	aço
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	500
	Área útil	71,48
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	300 e 350
	Material	fofo e aço

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.8 – 18º Setor de Abastecimento de Água

As características do 18º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 56 e 57.

Tabela 56: Dados gerais do 18º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
18º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	164 e 240
	Vazão distribuição (m³/dia)	6.306
	População (hab)	13.868
	Cota per capita (l/hab.dia)	455
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	5.484

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 57: Características das unidades constituintes do 18º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Subterrânea	
	2 Poços	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	Desferrização parcial, desinfecção e fluoretação
	Unidades	1 aerador, 3 filtros, 1 dosador de flúor e 1 clorador
	Capacidade (m³/h)	374,4
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	150
	Material	PVC
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	150
	Área útil (m²)	65,62
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	7,5; 7,5 e 7,5
	Vazão nominal (m³/h)	55, 55 e 55
	Altura manométrica (m)	25, 25 e 25
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	150, 250 e 300
	Material	fofo
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	357
	Área útil	71,40
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	150, 250 e 300
	Material	fofo

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.9 – 19º Setor de Abastecimento de Água

As características do 19º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 58 e 59.

Tabela 58: Dados gerais do 19º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
19º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	217
	Vazão distribuição (m³/dia)	162
	População (hab)	11.634
	Cota per capita (l/hab.dia)	334
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	6.164

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 59: Características das unidades constituintes do 19º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Subterrânea	
	2 Poços	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	Desferrização parcial, desinfecção e fluoretação
	Unidades	2 aerador, 2 filtros, 2 dosadores de flúor e 1 clorador
	Capacidade (m³/h)	504,4
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	100 e 150
	Material	PVC e fofo
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	27
	Área útil (m²)	19,28
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	30, 30 e 40
	Vazão nominal (m³/h)	---
	Altura manométrica (m)	---
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	200 e 250
	Material	fofo
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	400
	Área útil	95,03
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	250
	Material	fofo

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.10 – 22º Setor de Abastecimento de Água

As características do 22º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 60 e 61.

Tabela 60: Dados gerais do 22º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
22º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	303
	Vazão distribuição (m³/dia)	225
	População (hab)	15.655
	Cota per capita (l/hab.dia)	464
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	8.508

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 61: Características das unidades constituintes do 22º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Subterrâneo	
	IPASEP / Satélite	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	
	Unidades	
	Capacidade (m³/h)	
Subadutora	Diâmetro (mm)	
	Material	
	Extensão	
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	200 e 300
	Material	Fofo
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	1.110
	Área útil (m²)	227,28
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	50 e 100
	Vazão nominal (m³/h)	---
	Altura manométrica (m)	---
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	250
	Material	Fofo
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	343
	Área útil	85,80
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	250
	Material	Fofo

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.11 – 23º Setor de Abastecimento de Água

As características do 23º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 62 e 63.

Tabela 62: Dados gerais do 23º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
23º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	57
	Vazão distribuição (m³/dia)	1.163
	População (hab)	4.165
	Cota per capita (l/hab.dia)	279
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	2.928

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 63: Características das unidades constituintes do 23º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Subterrânea	
	2 Poços	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	Desferrização, desinfecção e fluoretação
	Unidades	1 aerador, 2 filtros, 1 dosador de flúor e 1 clorador
	Capacidade (m³/h)	58
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	150
	Material	Fofo
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	334
	Área útil (m²)	119,20
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	7,5; 10; 120 e 30
	Vazão nominal (m³/h)	---
	Altura manométrica (m)	---
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	200
	Material	Fofo
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	150
	Área útil	31,17
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	150
	Material	Fofo

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.12 – 24º Setor de Abastecimento de Água

As características do 24º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 64 e 65.

Tabela 64: Dados gerais do 24º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
24º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	282
	Vazão distribuição (m³/dia)	282
	População (hab)	21.920
	Cota per capita (l/hab.dia)	309
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	9.006

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 65: Características das unidades constituintes do 24º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Subterrânea	
	IPASEP / Benjamin Sodré	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	Complexação e desinfecção
	Unidades	1 dosador de pastilha conjujada
	Capacidade (m³/h)	281
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	---
	Área útil (m²)	---
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	30
	Vazão nominal (m³/h)	---
	Altura manométrica (m)	---
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	250 e 300
	Material	aço e fofo
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	315
	Área útil	29,22
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	300
	Material	Aço

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.13 – 25º Setor de Abastecimento de Água

As características do 25º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 66 e 67.

Tabela 66: Dados gerais do 25º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
25º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	209 e 202
	Vazão distribuição (m³/dia)	---
	População (hab)	37.898
	Cota per capita (l/hab.dia)	---
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	25.602

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 67: Características das unidades constituintes do 25º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Subterrânea	
	2 Poços	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	---
	Unidades	---
	Capacidade (m³/h)	---
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	250
	Material	Aço
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	300
	Área útil (m²)	78,54
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	120 e 120
	Vazão nominal (m³/h)	---
	Altura manométrica (m)	---
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	250
	Material	Aço
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	500
	Área útil	71,48
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	300
	Material	Aço

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.14 – 26º Setor de Abastecimento de Água

As características do 26º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 68 e 69.

Tabela 68: Dados gerais do 26º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
26º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	112
	Vazão distribuição (m³/dia)	---
	População (hab)	9.273
	Cota per capita (l/hab.dia)	---
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	3.810

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 69: Características das unidades constituintes do 26º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Subterrânea	
	1 Poço	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	Complexação
	Unidades	1Tq de solução e 1 bomba dosadora
	Capacidade (m³/h)	151,2
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	---
	Área útil (m²)	---
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	45
	Vazão nominal (m³/h)	---
	Altura manométrica (m)	---
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	250
	Material	Fofó
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	597
	Área útil	86,59
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	300
	Material	Fofó

Fonte: COSANPA (2004)

3.2.5.2.15 – 27º Setor de Abastecimento de Água

As características do 27º Setor de abastecimento de água estão especificadas nas Tabelas 70 e 71.

Tabela 70: Dados gerais do 27º Setor de abastecimento de água

DADOS GERAIS		
27º Setor	Área (ha)	---
	Município	---
	Limite	---
	Vazão de Produção (m³/h)	87 e 345,60
	Vazão distribuição (m³/dia)	5.704
	População (hab)	31.842
	Cota per capita (l/hab.dia)	179
	Comprimento total da rede (m)	---
	Número de ligações	7.046

FONTE: (COSANPA, 2004)

Tabela 71: Características das unidades constituintes do 27º Setor de abastecimento de água

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS		
Manancial Sistema de Produção	Subterrânea	
	2 Poços	
Processo de Tratamento de Água	Tipo	Complexação e desinfecção
	Unidades	1 Tq de soloção, 1 dosador Venturi e 1 clorador
	Capacidade (m³/h)	493,4
Subadutora	Diâmetro (mm)	---
	Material	---
	Extensão	---
Tubulação de chegada	Diâmetro (mm)	250
	Material	aço
Reservatório apoiado	Volume útil (m³)	300
	Área útil (m²)	78,54
Estação Elevatória - CMB	Potência (cv)	50, 50 e 50
	Vazão nominal (m³/h)	---
	Altura manométrica (m)	---
Tubulação de recalque	Diâmetro (mm)	250 e 300
	Material	aço
Reservatório elevado	Volume útil (m³)	500
	Área útil	71,48
Tubulação de distribuição	Diâmetro (mm)	300
	Material	aço

FONTE: (COSANPA, 2004)

4.0 - PERDAS DE ÁGUA

4.1 - PERDAS REAIS

As perdas físicas de água na Região Metropolitana de Belém originam-se de vazamentos no sistema, envolvendo a captação, a adução de água bruta, o tratamento, a reservação, a adução de água tratada e a distribuição, além de procedimentos operacionais como lavagem de filtros e descargas na rede, quando estes provocam consumos superiores ao estritamente necessário para operação. A Fotografia 87 mostra um vazamento em um registro da tubulação de adução, localizado no 13º setor de abastecimento de água.

Fotografia 87: Vazamento em registro de gaveta – 13º Setor

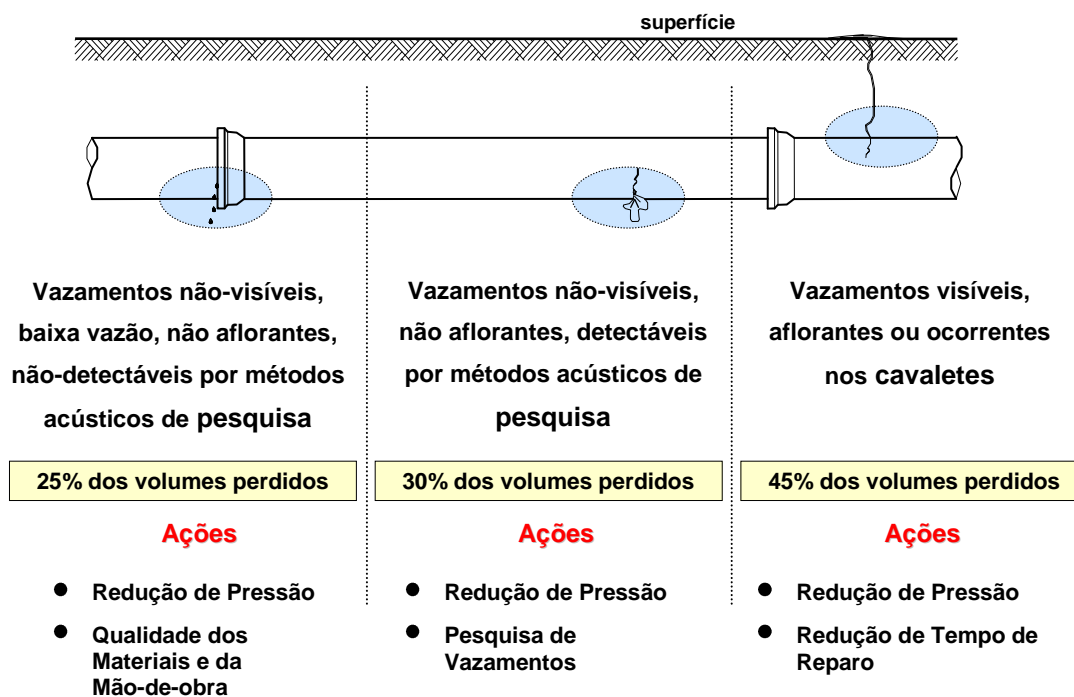


A redução das perdas físicas de água na Região Metropolitana de Belém permite diminuir os custos de produção da COSANPA - mediante redução do consumo de energia, de produtos químicos e outros - e utilizar as Instalações existentes para aumentar a oferta, sem expansão do sistema produtor.

Estes vazamentos podem ser **Visíveis** - aflorantes à superfície, comunicados pela população e detectados pela COSANPA -, **Não-Visíveis** - não-aflorantes à superfície, localizáveis por equipamentos de detecção

acústica -, **Inerentes**: não-visíveis e não-detectáveis por equipamentos de detecção acústica (geralmente com vazão menor do que 250 l/h). A Figura 07 ilustra os tipos de vazamentos e a Fotografia 88 mostra um vazamento aflorante localizado na Passagem das Esperanto, no bairro da Marambaia.

Figura 07: Tipos de Vazamentos



Fonte: Soares (2004)

Fotografia 88: Vazamento Aflorante



Sabe-se que as perdas reais de água ocorrem em todos os subsistemas que compõe um sistema de abastecimento de água, porém, as causas e as magnitudes dessas perdas, assim como a natureza das ações para o seu controle, podem ser sensivelmente diferentes nos diversos componentes do sistema de abastecimento de água, sendo assim é recomendável que o processo de controle de perdas reais seja efetuado separadamente por subsistema.

As perdas reais de água na captação e adução de água bruta, ou seja, o sistema produtor, referem-se aos volumes de água utilizados na limpeza de poços de sucção e limpeza geral, que corresponde o volumes relativamente e pequenos de perdas, e à vazamentos nas tubulações de adução que ocorrem em função do estado das tubulações e do material utilizado, sua idade, pressão, correta execução da obra, etc. A Fotografia 89 mostra o péssimo estado de conservação da tubulação de recalque de água tratada do 5º Setor de abastecimento. As perdas nesses componentes do sistema de abastecimento de água são normalmente pouco expressivas no contexto geral, sendo sua magnitude variável em função do estado das instalações e das práticas operacionais e de manutenção preventiva.

Fotografia 89: Tubulação de recalque de água tratada – 5º Setor



A manutenção sistemática de caráter preventivo, é a melhor maneira de minimizar os índices de perdas na captação e na adução de água bruta. Porém para que seja possível executar a manutenção nessas tubulações, é necessário que haja uma parada do sistema produtor e conseqüentemente uma interrupção do fornecimento de água a população. Sendo assim essa manutenção, como consertos de tubulações obstruídas por incrustações ou reparos de vazamentos, na maioria das vezes é adiada ou não é feita para se evitar desgaste político. A Fotografia 90 mostra o conserto improvisado de um registro da Estação Elevatória de Água Tratada (EAT) Ivo Dias de Oliveira em São Brás.

Fotografia 90: Conserto improvisado de registro da EAT Ivo Dias de Oliveira, em São Brás.



Nas estações de tratamento de água, as perdas reais podem estar associadas ao processo de tratamento ou a vazamentos. Os vazamentos podem ocorrer por falhas na estrutura (trincas), na impermeabilização e na estanqueidade insuficiente de comportas. As perdas de processo correspondem às águas descartadas na lavagem e limpeza de flocladores, decantadores, filtros e nas descargas de lodo, em quantidade excedente à estritamente e necessária para a correta operação da ETA. A magnitude dessas perdas pode ser significativa, pode variar de 2% a 10% (PNCDA, 1999), função do estado das instalações e da eficiência operacional. Na Fotografia 91

é mostrado o sistema de lavagem de um filtro da ETA 5º Setor com vazamentos, vale ressaltar que durante a visita nessa ETA foram detectados vazamentos em quase todos os sistemas de lavagem de filtros.

Fotografia 91: Sistema de lavagem dos filtros de areia – ETA 5º Setor



Portanto, fica evidente que para minimizar as perdas em ETAs, é necessário que hajam melhorias operacionais ou reparos estruturais para que a concessionária obtenha retorno em termos de redução de perdas e de custos de produção.

No que diz respeito à reservação, as perdas reais de água podem ter origem em procedimentos operacional ou em deficiências estruturais da obra. Como procedimento operacional podemos citar a limpeza de reservatórios em operações inadequadas que provocam extravasamentos. As trincas nos reservatórios ou impermeabilização mal feita são exemplos de deficiências estruturais da obra. Como raramente a COSANPA realiza limpeza de seus reservatórios de distribuição, as perdas na reservação ocorrem principalmente devido a falhas estruturais. Geralmente a magnitude das perdas em reservatórios tem pouca importância no contexto geral do sistema.

Neste caso, a simples introdução de alarmes ou controle automático de níveis e vazões, pode resolver o problema no caso de extravasamentos. No

que diz respeito a deficiências estruturais, a correção do problema deve passar por uma avaliação econômica e de retorno do investimento.

Vazamentos, rompimentos nas tubulações e descargas, são as maneiras pelas quais podem ocorrer perdas de água na tubulação de adução de água tratada, que transportam vazões elevadas para serem distribuídas pela na rede de distribuição de água. É importante ressaltar que as descargas são utilizadas para esvaziar a tubulação para preparos ou para melhorar a qualidade da água. Sendo assim, apenas serão consideradas perdas as vazões excelentes ao necessário para a correta operação do sistema.

Visto que a grande causa de vazamentos e rompimentos nas tubulações são os aumentos súbitos de pressão, é vital que seja efetuado uma manutenção preventiva, com a adoção de procedimentos operacionais e treinamento de pessoal para realização de manobras adequadas que evitem rompimentos nas tubulações. Além disso, a inexistência ou a falta de manutenção em ventosas é algo preocupante, visto que este fator propicia a ocorrência de transientes de pressão e conseqüentemente o rompimento de adutoras ou de registros ligados a adutoras como mostra a Fotografia-92.

Fotografia 92: Rompimento de registro da adutora de água tratada do 5º Setor



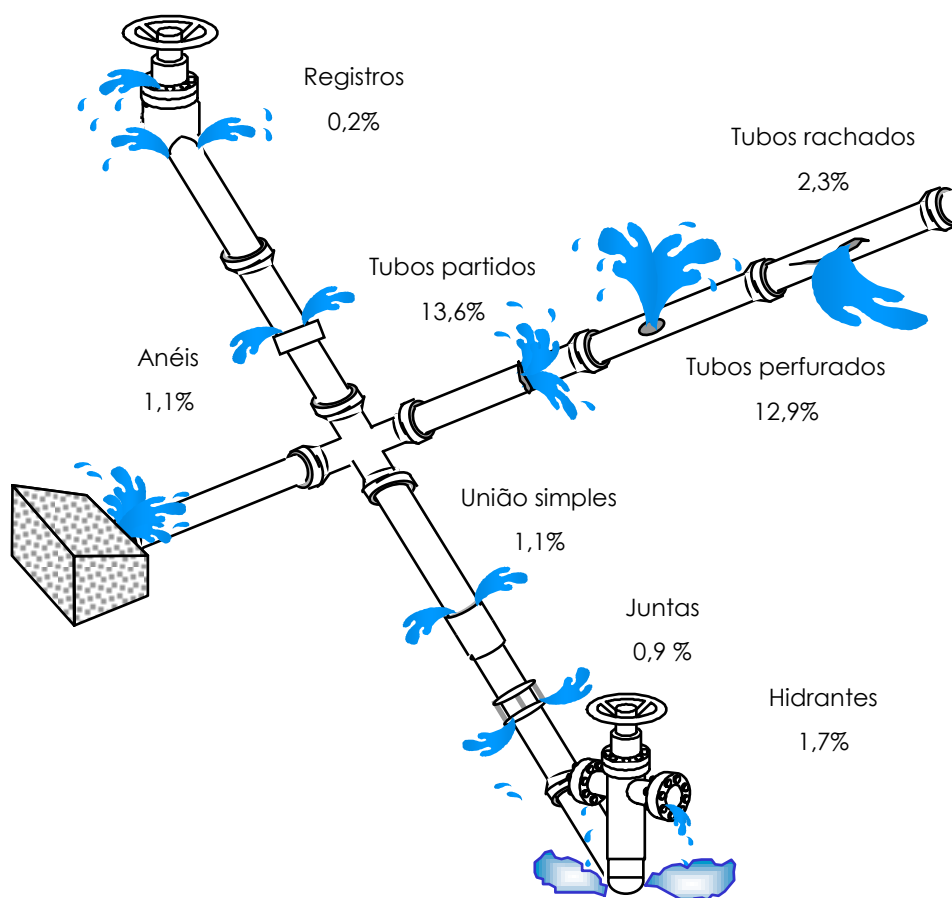
Já na rede de distribuição de água, as perdas de água são decorrentes de vazamentos na própria rede de distribuição, nos ramais prediais e nas descargas na rede. As perdas que estão presentes na rede de distribuição, englobando os ramais prediais, são muitas vezes elevadas, porém acontecem de formas dispersa o que dificulta a execução de ações corretivas, tornando-as complexas, onerosas e de retorno duvidoso, se não forem realizadas com critérios e controles técnicos rígidos, sendo assim, é extremamente importante que antes de se iniciarem operações de controle de perdas seja feita uma minuciosa análise técnica e econômica. Este raciocínio serve também para o caso de perdas decorrentes de descarga para a melhoria da qualidade da água ou esvaziamento da tubulação para reparos.

Para minimizar essas perdas é necessário que sejam empregados materiais adequados na construção das redes e que a obra seja executada por pessoal treinado utilizando as ferramentas corretas para este tipo de serviço, incluindo a realização de testes de estanqueidade, pressurizando a rede para a visualização de vazamentos.

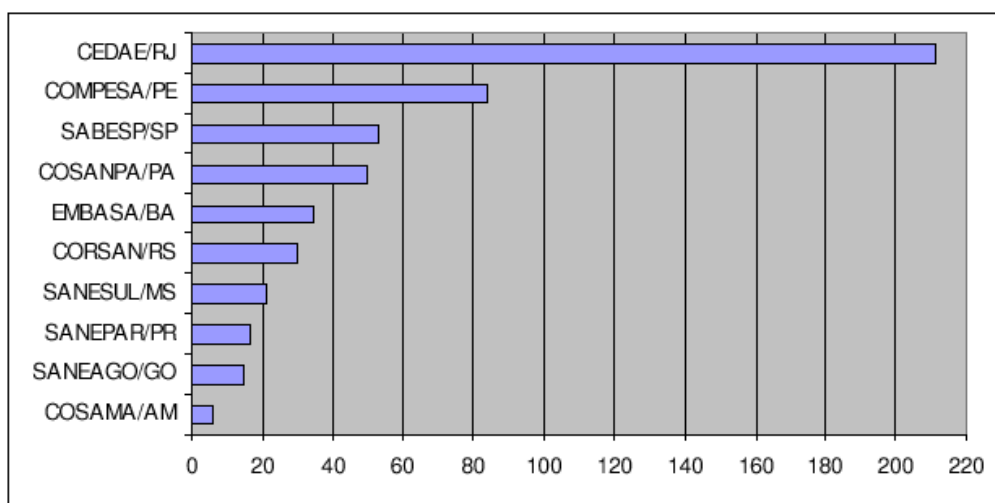
A magnitude das perdas na distribuição será tanto mais significativa quanto pior for o estado das tubulações, principalmente nos casos de pressões elevadas. Segundo o relato de experiências de especialistas do ramo, a maior quantidade de ocorrência de vazamentos está nos ramais prediais, variando de 70% a 90% da quantidade total de ocorrências. Quando se refere em termos de volume, a maior incidência é nas tubulações da rede de distribuição de água.

A Figura 08 ilustra os pontos mais freqüentes de vazamentos em redes de distribuição de água e a Figura 09 ilustra os pontos mais freqüentes de vazamentos em ramais. Os Gráficos 03 e 04 apresentam, para algumas companhias de saneamento, as possíveis perdas reais por extensão da rede e as possíveis perdas reais por economia, respectivamente.

Figura 08: Pontos Frequentes de Vazamentos em Redes de Distribuição

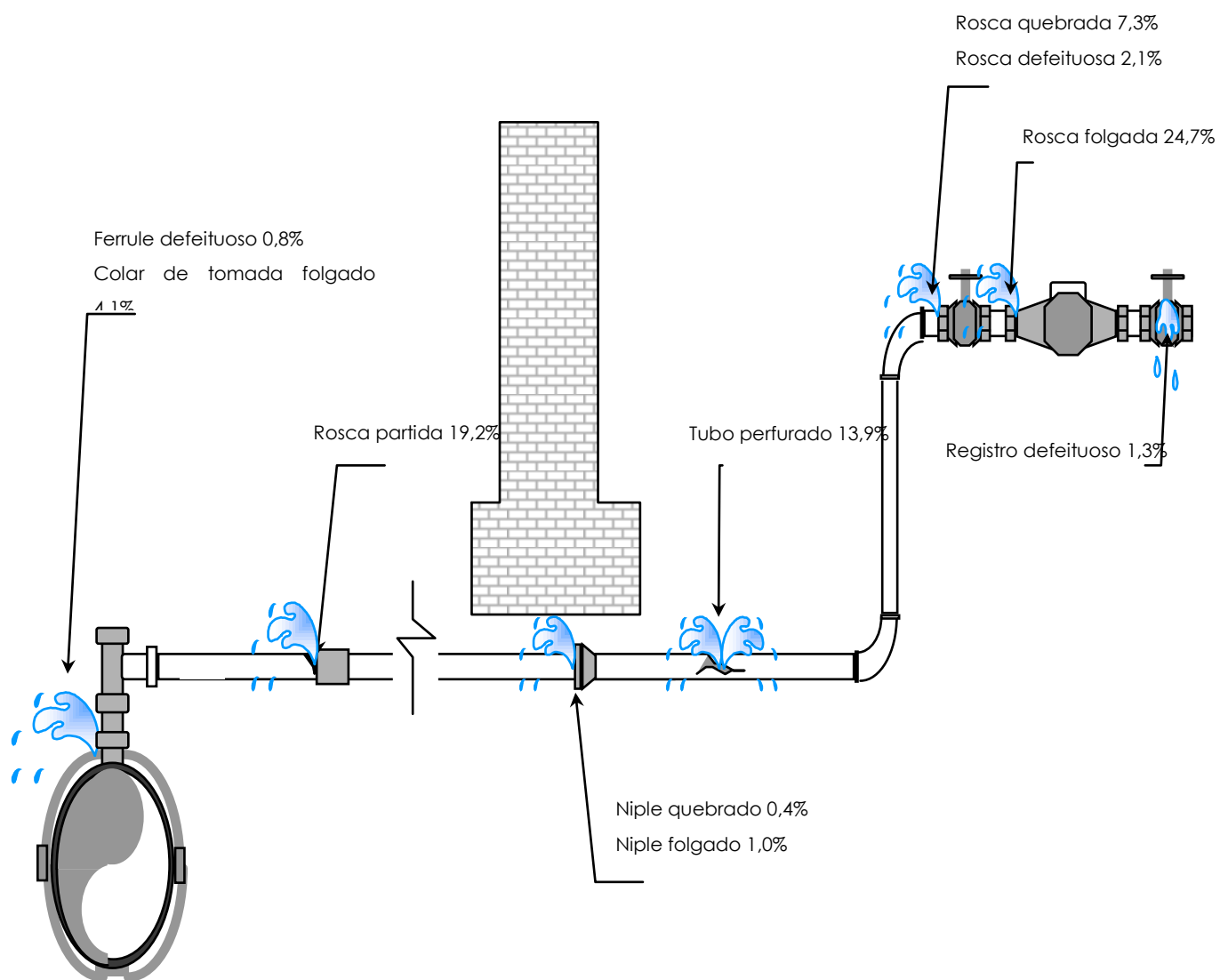


Fonte: PNCDA (1999)

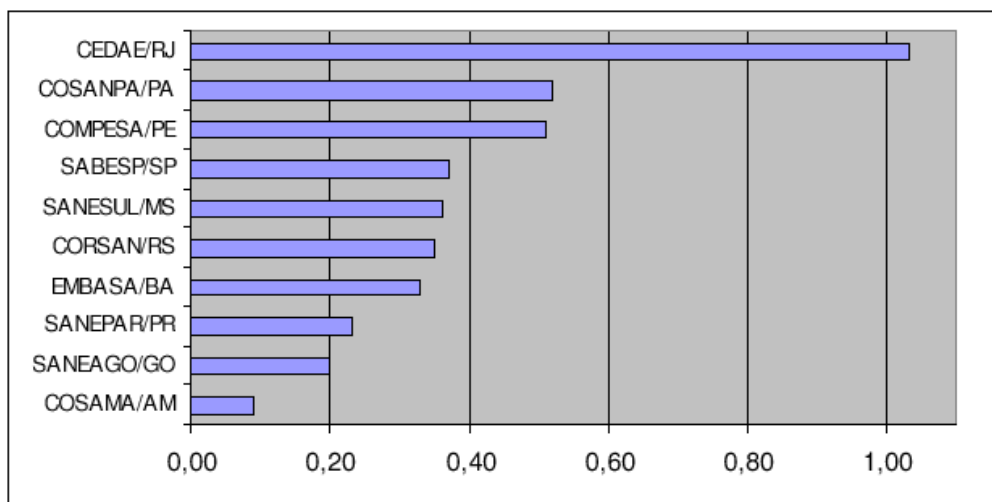
Gráfico 03: Possível Perda Real por Extensão de Rede (m³/Km/dia)

Fonte: PNCDA (2004)

Figura 09: Pontos Freqüentes de Vazamentos em Ramais baseado em experiência da SANASA



Fonte: PNCDA (2004)

Gráfico 04: Possível Perda Real por Economia (m³/economia/dia)

Fonte: PNCDA (2004)

Os volumes de água perdidos em um determinado espaço de tempo, ou seja, a Vazão (Q), no sistema de distribuição de água, é uma função da raiz quadrada da carga hidráulica (H), ou seja, $Q=f(H^{1/2})$, no caso de tubulações rígidas. No caso de tubulações plásticas a função é praticamente linear.

Aplicando a fórmula acima podemos realizar uma estimativa de ordem de grandeza da redução de perdas físicas em função da redução de pressão na rede, como é apresentado na Tabela-72.

Tabela 72: Redução de perdas reais em função da redução de pressão na rede de distribuição

REDUÇÃO DA PRESSÃO (%)	REDUÇÃO DA PERDA (%)
20	10
30	16
40	23
50	29
60	37

Fonte: PNCDA (2004)

Analisando o quadro, podemos ver que a simples redução de pressão leva a significativas reduções de vazamentos, reduzindo o risco de nova rupturas, fortalecendo o fato de que o controle de pressão merece atenção especial.

É importante ressaltar uma prática de parte do setor privado, no que diz respeito a novas redes de loteamentos, onde a construção dessas redes é realizada juntamente a fase de elaboração e aprovação dos projetos, e há situações onde não foi verificada a existência de projeto. Desta forma, a COSANPA recebe essas novas redes de modo consciente, com elevadíssimos índices de perdas.

Para solucionar este problema, fica claro que a COSANPA precisa adotar métodos mais rigorosos para a aprovação de projetos, e no controle e fiscalização durante a fase de execução da obra, estabelecendo critérios para o recebimento de redes, incluindo testes de estanqueidade.

No caso de sistemas de abastecimento de água já implantados a redução de pressões na rede, deve ser prioridade para a redução do índice de perdas por vazamentos.

A Tabela 73 apresenta para cada subsistema de abastecimento de água as origens e as magnitudes das perdas reais.

Analisando o exposto, podemos concluir em sentido amplo, que as perdas reais podem ser classificadas em perdas operacionais e perdas por vazamentos, sendo que as perdas operacionais estão associadas as vazões excedentes ao uso útil, ou seja, o excedente ao necessário para uma determinada operação.

Os procedimentos operacionais que estão associados a perdas reais de água estão camuflados na forma de usos úteis no processo produtivo - água de lavagem de filtros – e nos procedimentos operacionais – descargas e limpezas

de reservatórios – ou aparecem claramente na forma de falhas – extravasamento de reservatórios.

Tabela 73: Perdas Reais por Subsistema: Origem e Magnitude

	SUBSISTEMA	ORIGEM	MAGNITUDE
PERDAS FÍSICAS	Adução de Água Bruta	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção*	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Tratamento	Vazamentos estruturais Lavagem de filtros* Descarga de lodo*	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Reservação	Vazamentos estruturais Extravasamentos Limpeza*	Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Adução de Água Tratada	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção* Descargas	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Distribuição	Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas	Significativa, função do estado das tubulações e principalmente das pressões

Nota:* Considera-se perdido apenas o volume excedente ao necessário para operação.

Fonte: PNCDA (2004)

Estas perdas podem ser volumetricamente significativas, sendo necessário para sua redução mudanças de procedimentos e melhorias operacionais. Outro fato relevante que devemos lembrar é que geralmente manuais com regras e procedimentos operacionais claramente definidos não existem. Sendo assim, nos serviços de saneamento os procedimentos operacionais são empíricos e subjetivos, e a responsabilidade da operação do sistema recai sobre poucas pessoas, com grande experiência no serviço.

As perdas por vazamentos, são oriundas de falhas em conexões e peças especiais, ruptura de tubulações de adutoras, subadutoras, redes e ramais prediais, trincas nas estruturas e falhas na impermeabilização de ETAs e reservatórios.

Agora, pode-se dizer claramente que as perdas reais por vazamentos nas tubulações são oriundas de rompimentos ou falhas que ocorrem de diversas maneiras e de modo bastante disperso. A Análise da Tabela 74 a seguir mostra as causas prováveis de falhas e rupturas nas tubulações em função da fase de desenvolvimento do sistema de abastecimento.

Tabela 74: Causas Prováveis de Falhas e Rupturas em Tubulações

FASE DA FALHA	CAUSA DA FALHA	CAUSA DA RUPTURA
Planejamento e Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Subdimensionamento • Ausência de ventosas • Cálculo de transientes • Regras de operação • Setorização • Treinamento 	<ul style="list-style-type: none"> • sobrepressão • subpressão • sub e sobrepressão • sub e sobrepressão • sobrepressão • sub e sobrepressão
Construção	<ul style="list-style-type: none"> • Construtivas • Materiais • Peças • Equipamentos • Treinamento 	
Operação	<ul style="list-style-type: none"> • Enchimento • Esvaziamento • Manobras • Ausência de Regras • Treinamento 	<ul style="list-style-type: none"> • sub e sobrepressão • subpressão • sub e sobrepressão • sub e sobrepressão • sub e sobrepressão
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Sem Prevenção • Mal feita • Treinamento • Interação Operação/Usuário • Tempo de resposta 	
Expansão	<ul style="list-style-type: none"> • Sem Projeto • Sem Visão Conjunta 	<ul style="list-style-type: none"> • sub e sobrepressão • sub e sobrepressão

Fonte: PNCDA (2004)

4.2 - PERDAS APARENTES

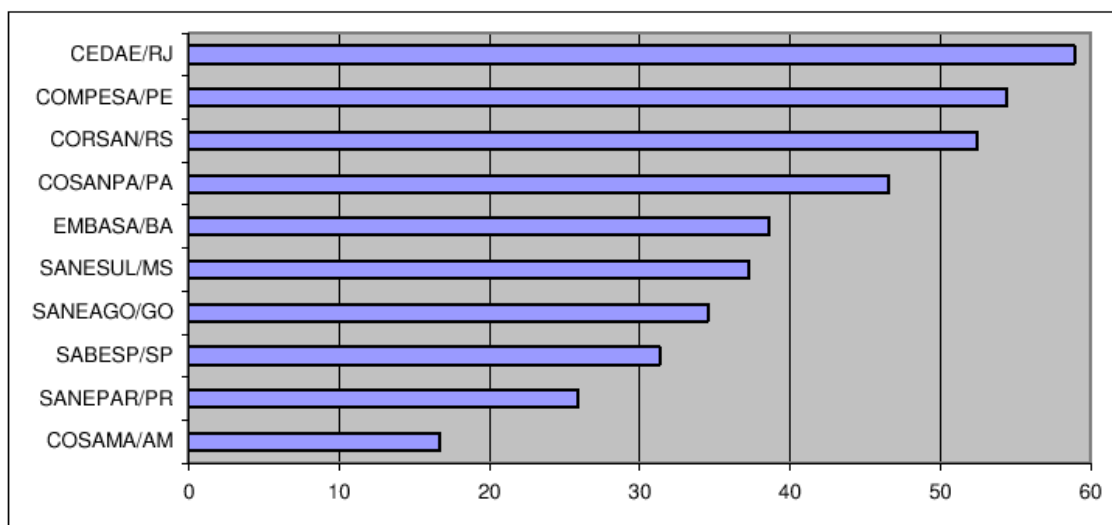
As perdas aparentes de água são aquelas correspondentes aos volumes não faturados, isto é, a parcela de água que o usuário consome e a COSANPA não fatura. A Tabela 75 apresenta as origens e magnitudes das perdas aparentes ou de faturamento, no Gráfico 04 podemos visualizar as possíveis perdas de faturamento de algumas companhias de saneamento de vários estados brasileiros e o Mapa 11 contém a Representação espacial do índice de perdas de faturamento dos municípios da região Norte, distribuídos por faixas percentuais.

Tabela 75: Perdas Aparentes: Origem e Magnitude

PERDAS DE FATURAMENTO	ORIGEM	MAGNITUDE
	<ul style="list-style-type: none"> • Ligações Clandestinas/ irregulares • Ligações não hidrometradas • Hidrômetros parados • Hidrômetros que submedem • Ligações inativas reabertas • Erros de Leitura • Número de economias errado 	<p>Podem ser significativas, dependendo de: procedimentos cadastrais e de faturamento, manutenção preventiva, adequação de hidrômetros e monitoramento do sistema</p>

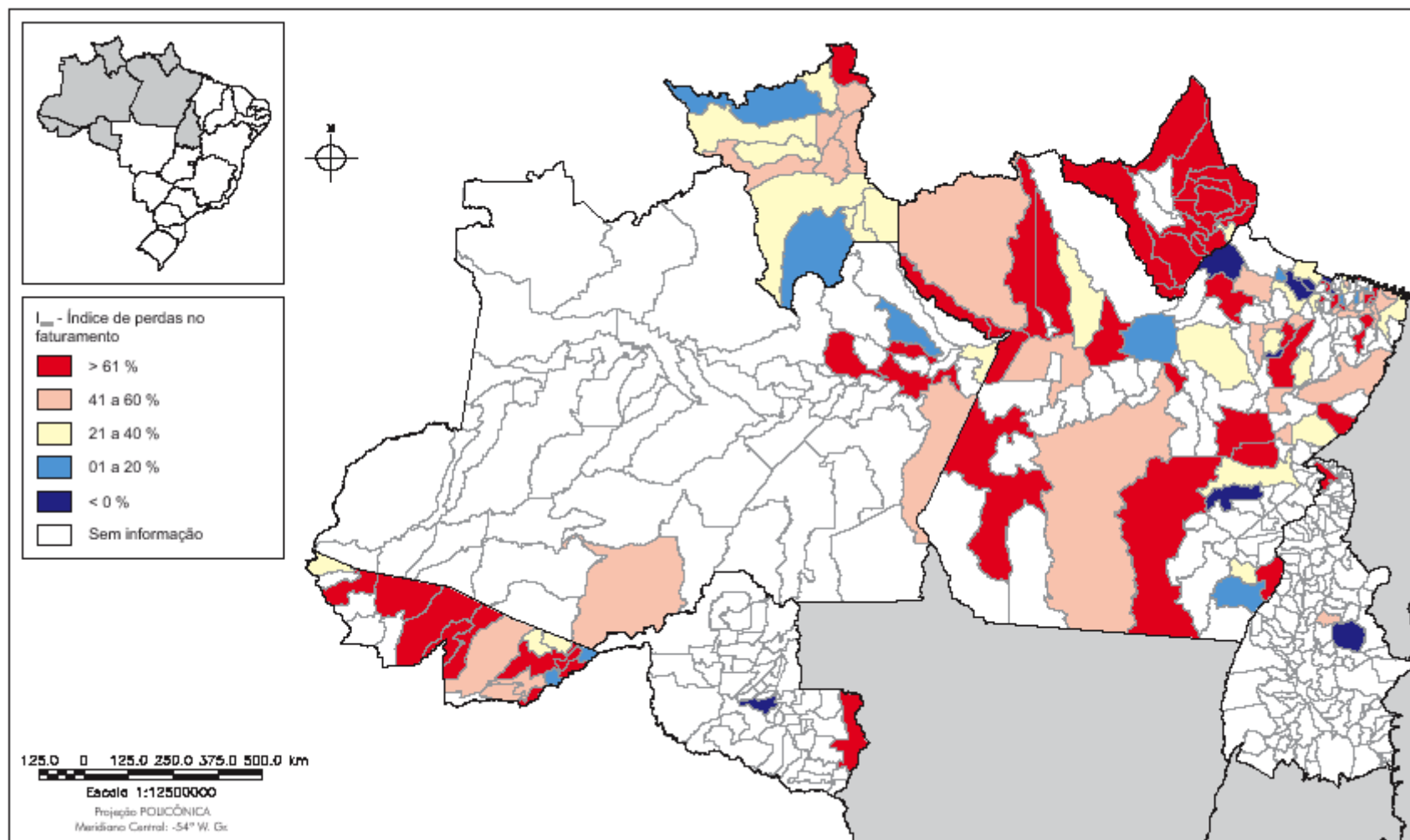
Fonte: PNCDA (2004)

Gráfico 05: Possível Perda de Faturamento (percentual)



Fonte: PNCDA (2004)

Mapa 11: Representação espacial do índice de perdas de faturamento dos municípios da região Norte, distribuídos por faixas percentuais.



Fonte: SNIS (2003)

As Perdas Aparentes referem-se a toda água que não é medida ou que não tenha o seu uso definido. Ocorrem quando não há faturamento devido a ligações clandestinas e/ou irregulares, fraudes nos hidrômetros, erros de micromedição e macromedição, política tarifária, erro cadastral (desatualização do cadastro, inatividade em ligação ativa, ligação não cadastrada por descuido), erro de leitura, entre outros. São também conhecidas pela COSANPA como perdas de faturamento, uma vez que seu principal indicador é a relação entre o volume disponibilizado e o volume faturado.

Segundo a CAESB – Companhia de Água e Esgoto de Brasília, os tipos de fraudes mais comuns são:

- Arame introduzido com a finalidade de travar a turbina do hidrômetro;
- Hidrômetro sem o lacre na virola, facilita a incursão do medidor;
- Acesso para a entrada de um obstáculo pode ser feito por uma torneira ou registro após o medidor; e,
- Cavaletes com conexões comuns facilitam derivações antes do medidor.

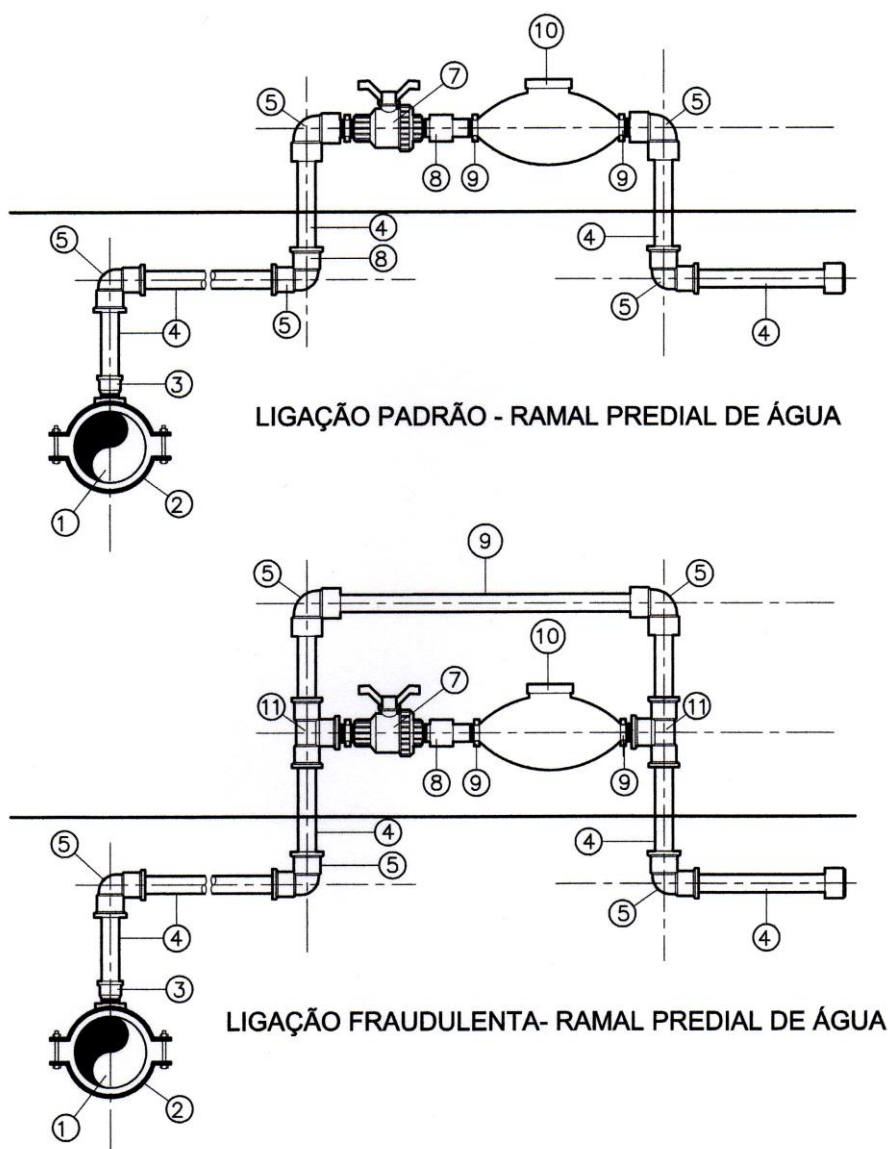
As ligações clandestinas podem ocorrer na forma de by-pass, ligação ao ramal público e ligação direta à rede pública. A Figura 10 ilustra uma ligação predial normal e um tipo de ligação predial fraudulenta, que se aplica principalmente nos casos em que o ramal está embutido em paredes.

A redução das perdas não físicas de água na Região Metropolitana de Belém permite aumentar a receita tarifária da COSANPA, melhorando a eficiência dos serviços prestados e o desempenho financeiro da mesma. Contribui indiretamente para a ampliação da oferta efetiva, uma vez que induz à redução de desperdícios por força da aplicação da tarifa aos volumes efetivamente consumidos.

Estas perdas podem ser bastante expressivas podendo chegar a 50% ou mais do percentual de água não faturada, dependendo dos critérios de dimensionamento, manutenção preventiva de hidrômetros, procedimentos

comerciais e de faturamento. Todos fundamentados no gerenciamento integrado.

Figura 10: Ligação Predial Padrão e Fraudulenta



Nº	DESCRIÇÃO DA PEÇAS
01	TUBULAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO DA REDE
02	COLAR DE TOMADA Ø3/4"
03	ADAPTADOR PVC-SRM Ø25mmx3/4"
04	TUBO PVC-JS Ø25mm
05	JOELHO PVC-JS Ø25mm
07	REGISTRO DE ESFERA C/ BORBOLETA
08	LUVA PVC-JR Ø3/4"
09	EXTREMIDADE EM PVC P/ HIDRÔMETRO COM ROSCA E PORCA C/ BUCHA DE LATÃO Ø3/4"
10	HIDRÔMETRO MULTIJATO COM VAZÃO MÁXIMA DE 3m³/h Ø3/4"
11	TÊ PVC-JS Ø25mm

O fato de existirem áreas com ausência de micromedição pode ser considerado um dos principais indutores de perdas aparentes, mas que muitas vezes é negligenciado por alguns operadores. Estudos desenvolvidos sobre este assunto, mostram que o consumo em áreas com ligações não medidas fica limitado à capacidade de suprimento do sistema, pois desta forma, o consumidor não se vê obrigado a economizar água ou minimizar desperdícios através da troca de bóias, torneiras com defeito ou reparar vazamentos nas tubulações. Segundo o PNCDA (2004), são quatro os fatores indutores de perdas aparentes no sistema de micromedição:

- Perdas inerentes ao sistema (ou incompressíveis);
- Hidrômetros inclinados;
- Hidrômetro com problemas diversos;
- Hidrômetros mal dimensionados.

Perdas inerentes ou incompressíveis ao sistema de micromedição, são aquelas impossíveis de serem eliminadas, pois mesmo que as instalações tenham sido corretamente dimensionadas, sempre haverá um percentual de erro intrínseco principalmente à hidrômetro e bóias.

Outro fato bastante discutido é a inclinação do hidrômetro em torno do seu eixo, visto que esta inclinação induz ao erro de submedição dos volumes fornecidos, com percentuais que variam de acordo com as características do medidor e do ângulo de inclinação. Essa inclinação pode decorrer de falha na instalação, ou pode ser causada pelo próprio leitorista visando facilitar a leitura.

No caso de problemas diversos dos hidrômetros que podem induzir a erros de medição, podemos citar: hidrômetros parados, com cápsula riscada ou opaca, medidores com tempo de instalação vencidos que levam a submedições.

Por fim, no caso de hidrômetros mal dimensionados, devemos salientar os casos em que os hidrômetros têm uma capacidade superior aos volumes que serão medidos, ou seja, são superdimensionados. Pois nesses casos, os

hidrômetros apresentam um custo inicial desnecessário e durante a sua vida útil, induzirão a perdas de faturamento causados pelo superdimensionamento.

Um grande problema relacionado às perdas por submedição de hidrômetros, erro de leitura, hidrômetros parados é o que diz respeito ao processo de manutenção desses hidrômetros, visto que geralmente as companhias prestadoras de serviço desenvolvem este processo através de uma manutenção corretiva, onde os hidrômetros são trocados somente quando estão parados, quebrados, embaçados, vazando, etc. Nos casos de hidrômetros de maiores polegadas, o ideal é que se realize uma manutenção preventiva, método que prevê a substituição de hidrômetros em períodos pré-determinados, independente da condição do medidor, a fim de evitar perdas por erros de medição, que para estes seriam muito elevadas. Em outros casos pode-se realizar a manutenção preditiva, que prevê a substituição apenas dos hidrômetros que apresentam redução no volume marcado, na tentativa de aumentar a vida útil dos hidrômetros evitando trocas desnecessárias.

A grande dificuldade para o controle e redução das perdas aparentes, assim como no caso das perdas reais, reside exatamente na questão do gerenciamento integrado. É freqüente encontrar serviços de saneamento que operam sob uma estrutura administrativa com alto grau de setorização, na qual os objetivos e orientações são próprios e acontecem de forma subjetiva e em função da experiência e percepção de cada gerente do setor. A integração, nesses casos, é deficiente, casuística, e em função de afinidades pessoais.

Como a redução de perdas requer ampla integração, definição clara de objetivos e grande participação de todo o serviço, muitos programas de controle não são bem-sucedidos ou têm os resultados positivos anulados em curto espaço de tempo, se as transformações forem de caráter temporário.

Portanto, especial atenção deve ser dada, quanto às perdas de faturamento, ao cadastro de consumidores e sua permanente atualização, bem como à política de micromedição e manutenção preventiva de hidrômetros.

O gerenciamento de consumidores também é um fator importante, visto que, quando ele é praticado de forma ineficiente, se torna um importante indutor de perdas aparentes, chamando atenção para os seguintes aspectos:

- Controle de consumidores no campo e no escritório;
- Política de gestão de consumidores típicos;
- Sistema de leitura;
- Gestão do parque de hidrômetros instalados;
- Gestão de grandes consumidores;
- Cadastro de consumidores;
- Sistema informatizado utilizado; e
- Consolidação e apresentação dos resultados.

Sendo assim, o ideal seria que a COSANPA realiza-se um efetivo gerenciamento dos seus consumidores tanto no campo como no escritório, visando acompanhar efetivamente as variações de consumo, dando especial atenção às variações de consumo de grandes consumidores – motéis, lavanderias, indústrias, etc. – onde a água seja insumo fundamental.

Paralelamente a essas ações a COSANPA poderia realizar uma política de controle de consumidores, realizando visitas periódicas em estabelecimentos onde o abastecimento foi suprimido, onde tenha ligações inativas, consumo é zero ou próximo dele, e nos grandes consumidores.

Ainda em relação aos grandes consumidores, referindo-nos aqueles que dispõem de fonte própria para abastecimento, a medição e torna necessária para fins de cobrança de tarifa de coleta de esgoto gerado.

A COSANPA, deverá manter o cadastro de consumidores constantemente atualizado, acompanhando o desenvolvimento urbano dos consumidores, devendo traduzir o melhor possível o que ocorre em campo.

É fundamental que esta gestão comercial seja informatizada, para poder gerar informações, como por exemplo:

- Distribuição do volume micromedido por faixas; (histogramas)
- Estatísticas e listagem das ligações com consumo zero;
- Estatísticas e listagem das ligações com variação significativa;
- Estatística de consumo de consumidores típicos pré-estabelecidos;
- Capacidade e tempo de instalação de medidores.

5. ESTIMATIVA DE PERDAS DE ÁGUA NA RMB.

5.1 COLETA DE DADOS PARA A DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES BÁSICOS

A estimativa das Perdas Reais e Aparentes de água na Região Metropolitana de Belém (RMB) foi realizada em conjunto com a Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), de onde foram coletados dados indispensáveis para a execução da pesquisa. Tais dados são considerados informações chave, pois compõe diretamente o indicador de perda, sem o qual este não pode ser definido. Preliminarmente, foi escolhido para o desenvolvimento desta pesquisa, o estudo realizado por Silva *et al* (1998) para o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) e que em 2004 foi revisado por Marcka (2004).

A seguir são listadas as informações chave que compõem o elenco mínimo de informações técnicas e gerenciais para se obter indicadores básicos de perdas no Sistema de Abastecimento de Água da COSANPA:

- **Volume disponibilizado (VD).** Soma algébrica dos volumes produzido, exportado e importado, disponibilizados para distribuição no sistema de abastecimento considerado;
- **Volume produzido (VP).** Volumes efluentes da(s) ETA ou unidade(s) de tratamento simplificado no Sistema de Abastecimento de Água da COSANPA;
- **Volume importado (Vim).** Volumes de água potável, com qualidade para pronta distribuição, recebidos de outras áreas de serviço e/ou de outros agentes produtores; e
- **Volume exportado (VEx).** Volumes de água potável, com qualidade para pronta distribuição, transferidos para outras áreas de serviço e/ou para outros agentes distribuidores;
- **Volume utilizado (VU).** Soma dos volumes micromedido, estimado, recuperado, operacional e especial:

- **Volume micromedido (Vm).** Volumes registrados nas ligações providas de medidores;
- **Volume estimado (VÊ).** Correspondente à projeção de consumo a partir dos volumes micromedidos em áreas com as mesmas características da estimada, para as mesmas categorias de usuários;
- **Volume recuperado (VR).** Correspondente à neutralização de ligações clandestinas e fraudes;
- **Volume operacional (VO).** Volumes utilizados em testes de estanqueidade e desinfecção das redes (adutoras, subadutoras e distribuição); e
- **Volume especial (VES).** Volumes (preferencialmente medidos) destinados para corpo de bombeiros, caminhões-pipa, suprimentos sociais (favelas, chafarizes) e uso próprio nas edificações do prestador de serviços;
- **Volume faturado (VF).** Todos os volumes de água medida, presumida, estimada, contratada, mínima ou informada, faturados pelo sistema comercial do prestador de serviços;
- **Número de ligações ativas (LA).** Providas ou não de hidrômetro, correspondem à quantidade de ligações que contribuem para o faturamento mensal;
- **Número de ligações ativas micromedidas (Lm).** Ligações ativas providas de medidores;
- **Extensão parcial da rede (EP).** Extensão de adutoras, subadutoras e redes de distribuição, não contabilizados os ramais prediais;
- **Extensão total da rede (ET).** Extensão total de adutoras, subadutoras, redes de distribuição e ramais prediais; e
- **Número de dias (ND).** Quantidade de dias correspondentes aos volumes trabalhados.

A partir dessas informações foram derivados, em diferentes níveis de confiabilidade, os indicadores básicos de desempenho, onde as informações relativas a perdas reais e aparentes não são totalmente separáveis. Os indicadores de nível básico calculados foram:

- **Índice de Perda na Distribuição (IPD) ou Água Não Contabilizada (ANC);**
- **Índice de Perda de Faturamento (IPF) ou Água Não Faturada (ANF);**
- **Índice Linear Bruto de Perda (ILB); e**
- **Índice de Perda por Ligação (IPL);**
- **Índice de Micromedição do Volume Utilizado;**
- **Índice de Hidrometação;**
- **Índice de Macromedição na Distribuição.**

Tais informações foram devidamente solicitadas a Companhia de Saneamento do Pará, que cordialmente forneceu algumas delas, através de sua Assessoria de Planejamento-PPL. A seguir são mostrados, um de cada vez, os vários tipos de volumes de água que adquirimos junto a COSANPA para calcularmos os Indicadores de Nível Básico.

5.1.1. VOLUME PRODUZIDO

Trata-se do volume de água captado pelo prestador de serviços mais a água importada bruta, ambas tratadas nas unidades de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado nas saídas das Estações de Tratamento de Água – ETA(s) ou Unidade(s) de Tratamento Simplificado (UTS). Inclui também volumes de água captada pelo prestador de serviços que sejam distribuídos sem tratamento. Trata-se de volumes produzidos dentro dos limites do município em questão. Este volume pode ter parte dele exportada para outro(s) município(s). (SNIS, 2003)

Sendo assim, o volume produzido pela COSANPA para abastecer a Região Metropolitana de Belém será o volume efluente das ETAs Bolonha, São Brás e 5º Setor, mais a produção subterrânea através de poços, sendo que no caso de poços com ETA, parte do volume produzido é gasto para a lavagem dos filtros, não sendo o volume total produzido pelo poço distribuído para consumo.

Desta forma, o volume anual produzido pela COSANPA para abastecer a RMB será o volume correspondente à vazão total do seu sistema produtor, ou seja, o volume produzido pelo sistema superficial mais o volume produzido pelo sistema subterrâneo. A vazão total será portando a soma de 389.334m³/dia produzidos pelo sistema superficial mais 169.447m³/dia produzidos pelo sistema subterrâneo, que resulta em uma vazão total do sistema produtor de 558.781m³/dia. (Tabela-76, Tabela-77)

Tabela 76: Produção de água superficial na RMB no ano de 2004

Belém (m ³ /dia)	Ananindeua (m ³ /dia)	Marituba (m ³ /dia)	Benevides (m ³ /dia)	Santa Bárbara (m ³ /dia)	Total (m ³ /dia)
389.334	---	---	---	---	389.334

Fonte: COSANPA (2004)

Tabela 77: Produção de água subterrânea na RMB no ano de 2004

Belém (m ³ /dia)	Ananindeua (m ³ /dia)	Marituba (m ³ /dia)	Benevides (m ³ /dia)	Santa Bárbara (m ³ /dia)	Total (m ³ /dia)
97.032	60.751	11.664	---	---	169.447

Fonte: COSANPA (2004)

Sendo assim, o volume total produzido pela COSANPA para abastecer a RMB durante um ano será de 203.955.065 m³/ano.

Segundo Silva et al (2004), o volume disponibilizado é a soma algébrica dos volumes produzido, exportado e importado, disponibilizados para distribuição no sistema de abastecimento considerado. Como a COSANPA não exporta e não importa água, o volume disponibilizado para distribuição será igual ao volume total produzido pela COSANPA para abastecer a RMB.

Volume Produzido = Volume Disponibilizado = 203.955.065 m³/ano

5.1.2. VOLUME UTILIZADO OU CONSUMIDO:

Volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido, o volume estimado para as ligações desprovidas de aparelho de medição (hidrômetro) e o volume de água tratada exportado. A COSANPA, através de sua acessória de planejamento nos forneceu uma planilha mostrando o volume mensal consumido na RMB durante o ano de 2004, como segue: (Tabela-78, Gráfico-06)

Tabela 78: Volume de Água Consumida em m³/ mês – Ano 2004

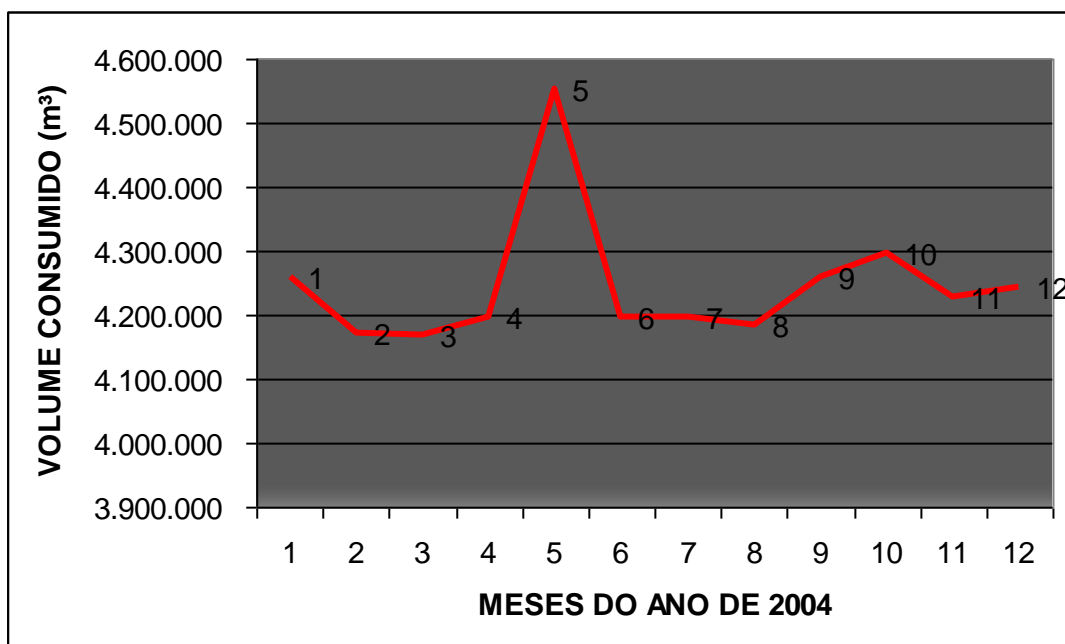
Meses	Ananindeua	Belém	Marituba	Mosqueiro	Total mensal
Janeiro	493.786	3.628.229	54.041	84.533	4.260.589
Fevereiro	483.871	3.550.072	53.998	83.060	4.171.002
Março	483.726	3.546.491	53.693	83.536	4.167.446
Abril	485.963	3.574.418	53.746	83.041	4.197.167
Mai	486.383	3.928.016	53.719	84.887	4.553.006
Junho	484.042	3.577.471	52.903	81.751	4.196.168
Julho	483.053	3.577.669	53.612	82.560	4.196.894
Agosto	482.165	3.559.241	53.719	59.286	4.184.412
Setembro	489.966	3.628.816	53.833	87.314	4.259.929
Outubro	498.918	3.658.152	53.805	86.827	4.297.701
Novembro	485.067	3.606.806	49.282	87.063	4.228.218
Dezembro	481.808	3.623.398	49.407	87.642	4.242.255
Total anual	5.838.748	43.458.780	635.759	1.021.501	50.954.788

Fonte: COSANPA (2004)

Sendo assim, o volume total consumido na RMB no ano de 2004, envolvendo todas as formas de utilização, foi de 50.954.788m³.

Volume Utilizado = Volume Consumido = 50.954.788 m³/ano

Gráfico 06: Variação do Volume Consumido



5.1.3. VOLUME DE ÁGUA FATURADA HIDROMETRADA:

Segundo SNIS (2003), é o volume de água apurado pelos aparelhos de medição (hidrômetros) instalados nos ramais prediais. A COSANPA, através de sua acessória de planejamento forneceu uma planilha mostrando o volume mensal faturado hidrometrado na RMB durante o ano de 2004, como segue: (Tabela 79. Gráfico 07)

Tabela 79: Volume de Água Faturada Hidrometrada em m³/ mês – Ano 2004

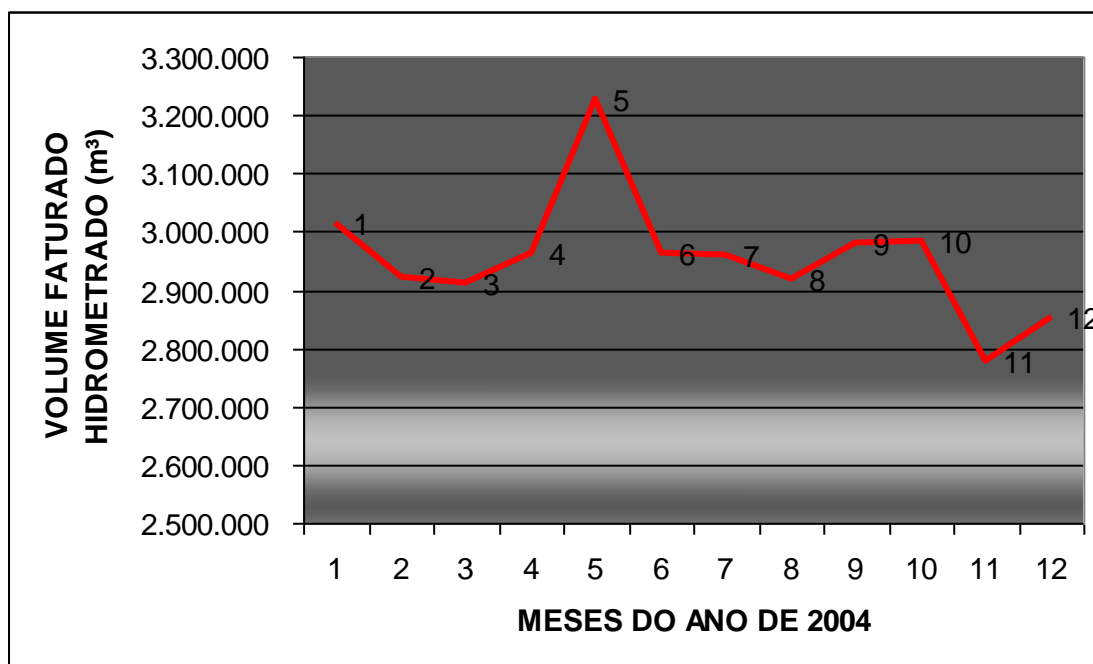
Meses	Ananindeua	Belém	Marituba	Mosqueiro	Total mensal
Janeiro	321.066	2.679.747	856	13.022	3.014.691
Fevereiro	311.215	2.597.427	946	12.331	2.921.919
Março	311.119	2.588.936	880	12.169	2.913.104
Abril	316.614	2.633.803	916	11.356	2.962.689
Maio	317.125	2.898.542	938	10.948	3.227.553
Junho	316.076	2.637.014	810	10.742	2.964.642
Julho	312.741	2.634.089	880	11.148	2.958.858
Agosto	313.855	2.588.572	858	15.090	2.918.375
Setembro	322.048	2.644.159	852	12.637	2.979.696
Outubro	330.340	2.638.667	833	12.703	2.982.543
Novembro	321.643	2.443.497	571	12.758	2.778.469
Dezembro	289.976	2.554.416	693	8.481	2.853.566
Total anual	3.783.818	31.538.869	10.033	143.385	35.476.105

Fonte: COSANPA (2004)

Sendo assim, o volume total faturado hidrometrado na RMB no ano de 2004 foi de 35.476.105m³.

Volume Faturado Hidrometrado = 35.476.105m³/ano

Gráfico 07: Variação do Volume Faturado Hidrometrado



5.1.4. VOLUME DE ÁGUA FATURADA FIXA:

Trata-se do volume estimado para as ligações desprovidas de aparelho de medição (hidrômetro). Este volume é determinado em função da categoria do imóvel como mostra a Tabela 80 a seguir:

Tabela 80: Consumo fixo de água conforme a classificação da categoria

Categoria do Imóvel	subcategoria	Consumo fixo (m³)	Valor (R\$/m³)
Residencial - constitui unidade autônoma residencial: casa, apartamento ou quarto, com ocupação independente e dotada de instalações de água / esgoto, privativas ou comuns para a utilização dos serviços da COSANPA.	R1	10	10,40
	R2	20	25,35
	R3	30	41,85
	R4	40	62,65
Comercial - constitui unidade autônoma comercial: como loja, sobreloja, sala de escritório, apartamento e quarto de hotel, pensão, hospedaria ou motel; enfermaria, quarto, apartamento de hospitais, maternidade ou clínicas particulares, sala de aula de escola, creche, colégio ou faculdade particulares, além de outros com atividades comerciais em geral, com ocupações independentes, dotadas de instalações de água / esgoto, privativas ou comuns para a utilização dos serviços da COSANPA.	C1	10	28,80
	C2	25	82,65
Industrial - constitui unidade autônoma industrial: departamento ou unidade de fábrica em geral, com ocupações independentes, dotadas de instalações de água/ esgoto, privativa ou comuns para utilização dos serviços da COSANPA.	I1	10	35,90
	I2	25	104,90
Público - constitui unidade autônoma pública: prédio c/ atividades públicas em geral, apartamento, quarto ou enfermaria de hospital, clínica ou maternidade pública, sala de escola, creche, colégio ou faculdade públicas, alojamento de unidade militar, além de outros com atividades Públicas em geral com a ocupação independente dotados de instalações de água / esgoto, privativas ou comuns, para utilização dos serviços da COSANPA.	P1	10	25,90
	P2	20	57,50

Fonte: COSANPA (2004)

A classificação dos imóveis por categoria tem como finalidade separar os consumidores segundo a atividade para qual o mesmo necessita de água. Já as subcategorias, além de considerar o tipo de atividade, atenta também para o número de pontos de água do imóvel. A Tabela 81 especifica cada uma das subcategorias de imóveis.

Tabela 81: Subcategorias de imóveis segundo a atividade e número de pontos de água do mesmo.

Subcategorias	Especificação
R1	Imóvel tipo barraco, em madeira de 2ª enchimento ou alvenaria sem reboco, de construção simples, dotado com até 03 (três) pontos de utilização de água e com até 3 (três) cômodos (compartimentos)
R2	Imóvel de construção simples em madeira de lei, enchimento ou alvenaria com reboco, dotado com até 05 (cinco) pontos de utilização de água e com mais de 03 (três) compartimentos. Obs: nesta subcategoria, incluem-se apartamentos residenciais tipo "kit net" de prédios em condomínio.
R3	Imóvel de bom acabamento, em madeira de lei ou alvenaria, térreo com até 02 (dois) banheiros ou até 10 pontos de utilização de água. Obs: Nesta subcategoria, incluem-se apartamentos residenciais de prédios em condomínio.
R4	Imóvel de fino acabamento em alvenaria, térreo ou com até 02 (dois) pavimentos, possuindo garagem ou área ajardinada, com mais de 02 (dois) banheiros ou possuindo mais de 10 pontos de utilização de água. Obs: Nesta subcategoria, incluem-se apartamentos residenciais de luxo de prédios em condomínio e piscinas residenciais.
C1	Sala de escritório, consultório, livraria, quitanda, barbearia, loja, vídeo, botequim, boutique, mercenária, farmácia, salão de beleza, lanchonete, venda de frango abatido, açougue, pequenas oficinas e demais comércios de pequeno porte ou similares, até 03 (três) pontos de água.
C2	Bar, restaurante, hotel, pensão, motel, hospedaria, cinema, teatro, casa de show, supermercado, posto de combustível, lava-jato, laboratório, academia de ginástica, estacionamento, revenda de veículos, hospital, clínica, maternidade, casa de saúde particular, colégio, escola, creche e faculdades particulares ou conveniadas, banco e instituições financeira, e demais comércios, ou similares com mais de 03 (três) pontos de água.
I1	Fábrica de móveis ou de grades, confecções, toldo, artesanato e outras indústrias de pequeno porte ou similares, com até 03 (três) pontos de água.
I2	Fábrica de sorvete, panificadora, fábrica de gelo, serraria, frigorífico, matadouro particulares, fábricas de bebidas em geral e outras indústrias de similares com mais de 03 (três) pontos de água
P1	Pequenas unidades dos Governos Municipal, Estadual ou Federal, centro ou associação comunitária, instituições religiosas, com até 06 (seis) pontos de água.
P2	Órgãos da administração direta dos Governos Municipal, Estadual ou Federal, escola, colégio e faculdades públicas, hospital, clínica, asilo, maternidade públicas; unidade militar e quartel públicos, praça, parque e cemitério públicos, biblioteca pública, matadouro público, instituições religiosas, associação de classe ou política, cooperativas, fundações, com mais de 06 (seis) pontos de água.

Fonte: COSANPA (2004)

A COSANPA, através de sua acessória de planejamento forneceu uma planilha mostrando o volume mensal faturado fixo na RMB durante o ano de 2004, como segue: (Tabela-82, Gráfico-08)

Tabela 82: Volume de Água Faturada Fixa em m³/ mês – Ano 2004

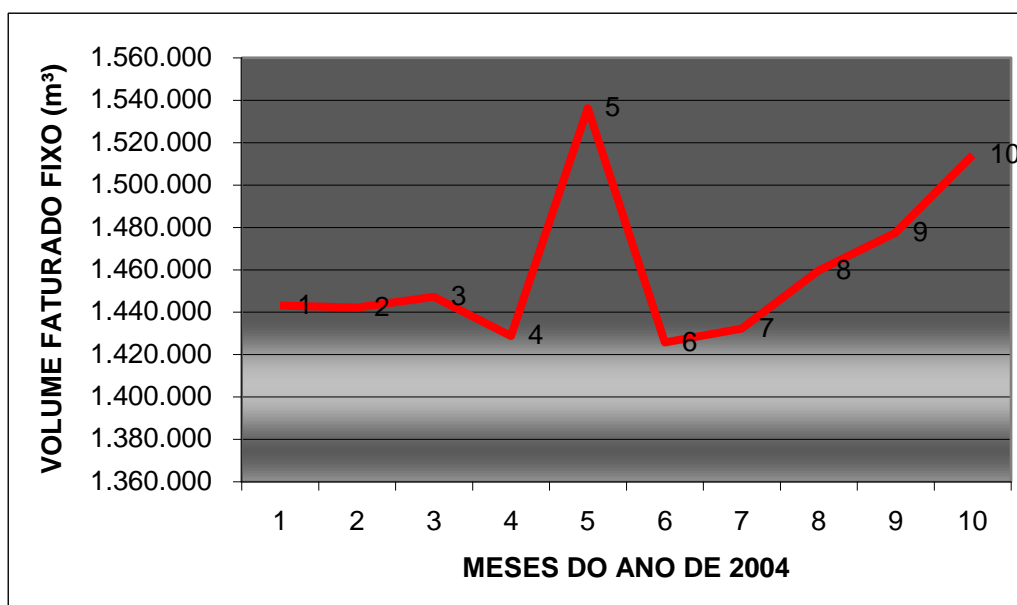
Meses	Ananindeua	Belém	Marituba	Mosqueiro	Total mensal
Janeiro	195.511	1.116.263	55.910	75.420	1.443.104
Fevereiro	194.990	1.116.812	55.775	74.570	1.442.147
Março	194.934	1.121.556	55.520	75.230	1.447.240
Abril	191.779	1.105.907	55.540	75.525	1.428.751
Maio	191.708	1.211.118	55.490	77.865	1.536.181
Junho	190.308	1.105.891	54.760	74.790	1.425.749
Julho	192.608	1.109.023	55.435	75.230	1.432.296
Agosto	190.565	1.135.260	55.570	78.325	1.459.720
Setembro	190.533	1.152.465	55.695	78.715	1.477.408
Outubro	191.606	1.188.649	55.685	78.139	1.514.079
Novembro	---	---	---	---	1.460.668
Dezembro	---	---	---	---	1.460.668
Total anual	1.924.542	11.362.944	555.380	763.809	17.528.010

Fonte: COSANPA (2004)

Sendo assim, o volume total faturado fixo na RMB no ano de 2004 foi de 17.528.010m³.

Volume Faturado Fixo = 17.528.010 m³/ano

Gráfico 08: Variação do Volume Faturado Fixo



5.1.5. VOLUME DE ÁGUA FATURADA TOTAL:

Segundo SNIS (2003), é o volume anual de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento. A COSANPA, através de sua acessória de planejamento forneceu uma planilha mostrando o volume mensal faturado total na RMB durante o ano de 2004, como segue: (Tabela-83, Gráfico-09)

Tabela 83: Volume de Água Faturada Total em m³/ mês – Ano 2004

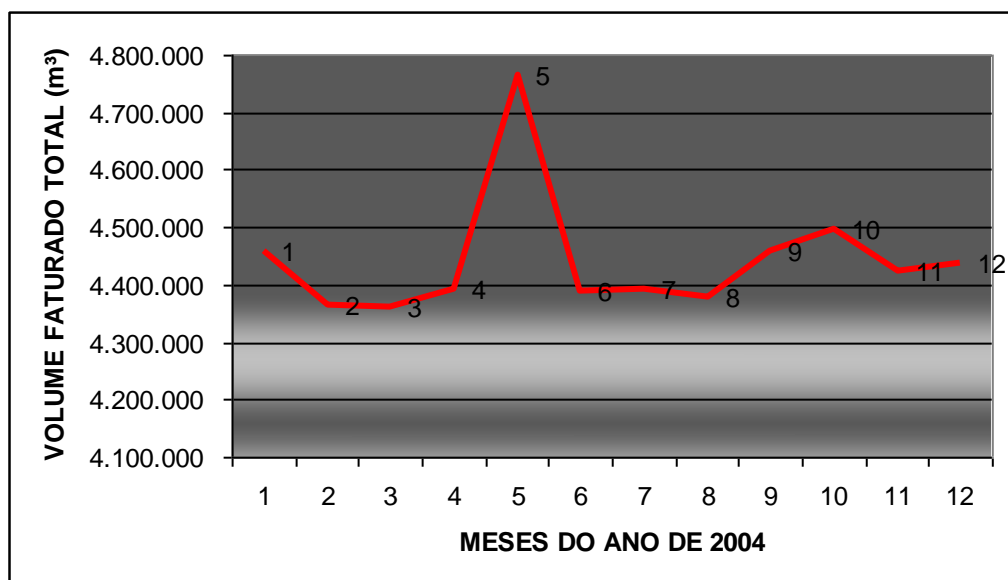
Meses	Ananindeua	Belém	Marituba	Mosqueiro	Total mensal
Janeiro	516.577	3.796.010	56.766	88.442	4.457.795
Fevereiro	506.205	3.714.239	56.721	86.901	4.364.066
Março	506.053	3.710.492	56.400	87.399	4.360.344
Abril	508.393	3.739.710	56.456	86.881	4.391.440
Maio	508.833	4.109.660	56.428	88.813	4.763.734
Junho	506.384	3.742.905	55.570	85.532	4.390.391
Julho	505.349	3.743.112	56.315	86.378	4.391.154
Agosto	504.420	3.723.832	56.428	93.415	4.378.095
Setembro	512.581	3.796.624	56.547	91.352	4.457.104
Outubro	521.946	3.827.316	56.518	90.842	4.496.622
Novembro	507.456	3.773.596	51.767	91.089	4.423.908
Dezembro	504.047	3.790.955	51.898	91.695	4.438.595
Total anual	6.108.244	45.468.451	667.814	1.068.739	53.313.248

Fonte: COSANPA (2004)

Sendo assim, o volume total faturado na RMB no ano de 2004 foi de 53.313.248 m³.

Volume Faturado Fixo = 53.313.248m³/ano

Gráfico 09: Variação do Volume Faturado Total



4.1.6. VOLUME TOTAL PERDIDO:

Este volume foi obtido a partir da diferença entre o Volume de Produzido e o Volume Consumido de Água. A média mensal de volume produzido pela COSANPA para abastecer a RMB é de 16.996.255,42m³/mês no ano de 2004, o volume mensal consumido na RMB, envolvendo todas as formas de consumo, é mostrado na Tabela 84.

Tabela 84: Volume Total de Água Perdida Total em m³/ mês – Ano 2004

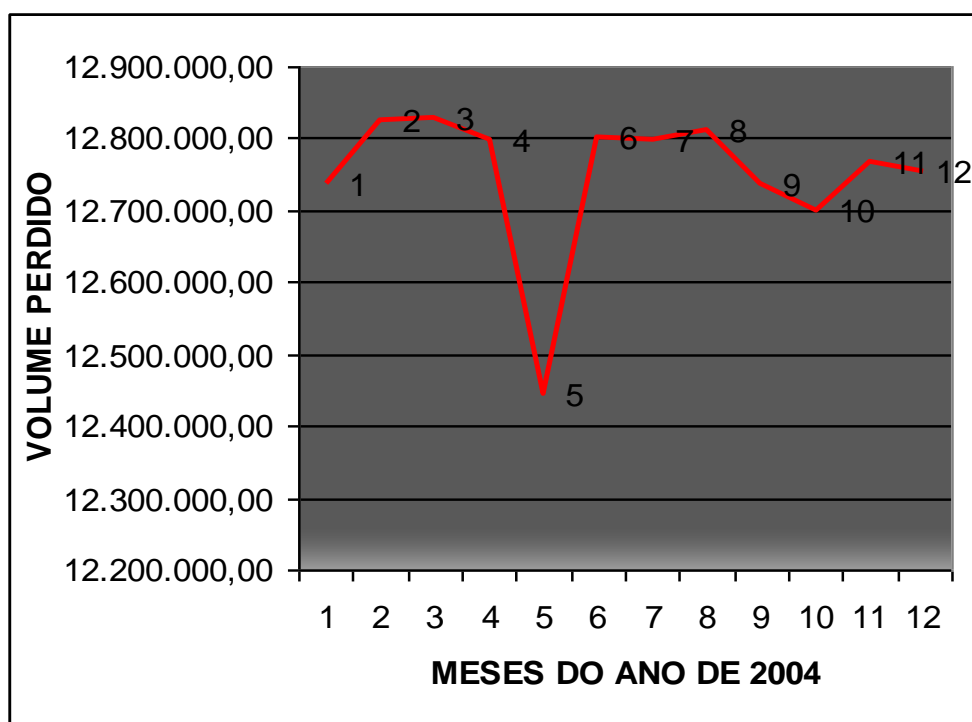
Meses	Volume Produzido	Volume Consumido	Total mensal
Janeiro	16.996.255,42	4.260.589	12.735.666,42
Fevereiro	16.996.255,42	4.171.002	12.825.253,42
Março	16.996.255,42	4.167.446	12.828.809,42
Abril	16.996.255,42	4.197.167	12.799.088,42
Maio	16.996.255,42	4.553.006	12.443.249,42
Junho	16.996.255,42	4.196.168	12.800.087,42
Julho	16.996.255,42	4.196.894	12.799.361,42
Agosto	16.996.255,42	4.184.412	12.811.843,42
Setembro	16.996.255,42	4.259.929	12.736.326,42
Outubro	16.996.255,42	4.297.701	12.698.554,42
Novembro	16.996.255,42	4.228.218	12.768.037,42
Dezembro	16.996.255,42	4.242.255	12.754.000,42
Total anual	203.955.065	50.954.788	153.000.277

Fonte: COSANPA (2004)

Sendo assim, o volume total perdido na RMB no ano de 2004 foi de 153.000.277m³.

Volume Total Perdido = 153.000.277m³/ano

Gráfico 10: Variação do Volume de Perdas Totais



5.1.7. VOLUME DE ÁGUA NÃO FATURADA:

Trata-se do volume total de água que não é debitada em função de perdas que podem ser oriundas de vazamentos, perdas operacionais ligações clandestinas, submedição em hidrômetros, etc. Este volume foi obtido a partir da diferença entre o Volume de Produzido e o Volume Faturado de Água, como segue: (Tabela-85)

Tabela 85: Volume de água não faturada em m³/ mês – Ano 2004

Meses	Volume Produzido	Volume Consumido	Total mensal
Janeiro	16.996.255,42	4.457.795	12.538.460,42
Fevereiro	16.996.255,42	4.364.066	12.632.189,42
Março	16.996.255,42	4.360.344	12.635.911,42
Abril	16.996.255,42	4.391.440	12.604.815,42
Maiο	16.996.255,42	4.763.734	12.232.521,42
Junho	16.996.255,42	4.390.391	12.605.864,42
Julho	16.996.255,42	4.391.154	12.605.101,42
Agosto	16.996.255,42	4.378.095	12.618.160,42
Setembro	16.996.255,42	4.457.104	12.539.151,42
Outubro	16.996.255,42	4.496.622	12.499.633,42
Novembro	16.996.255,42	4.423.908	12.572.347,42
Dezembro	16.996.255,42	4.438.595	12.557.660,42
Total anual	203.955.065	53.313.248	150.641.817

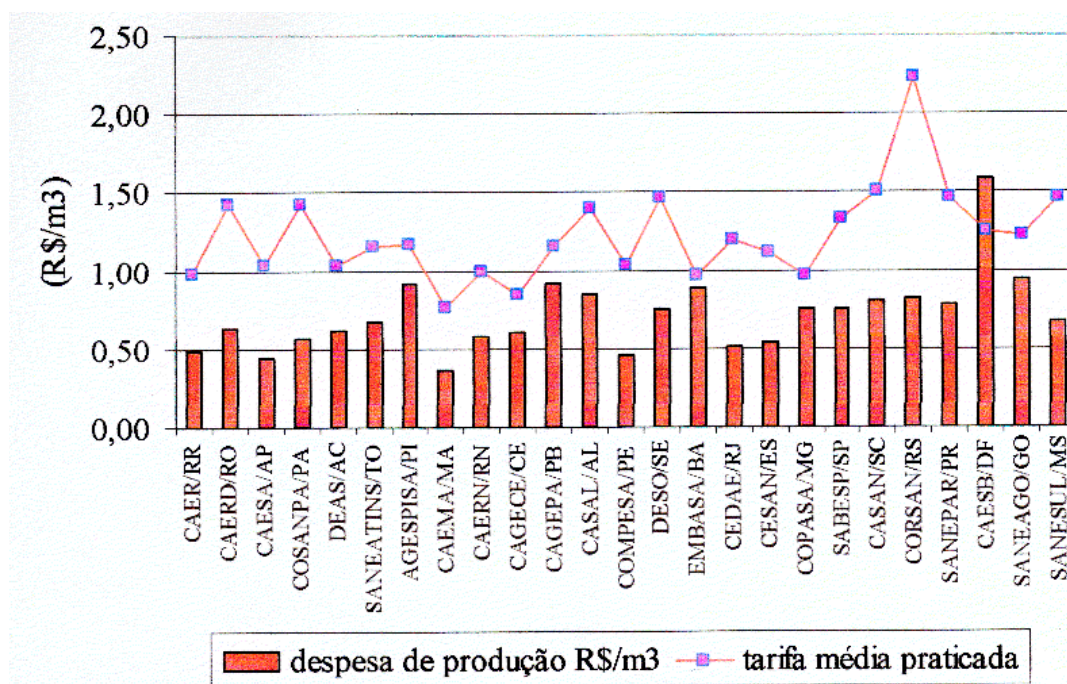
Fonte: COSANPA (2004)

Sendo assim, o volume total não faturado na RMB no ano de 2004 foi de 150.641.817 m³.

Volume Total não faturado = 150.641.817m³/ano

Considerando que a relação entre as despesas de exploração e o volume produzido de água tratada da COSANPA é igual a R\$ 0,57 por metro cúbico de água, pode-se estimar que a COSANPA teve subtraído de sua receita, no ano de 2004, R\$85.865.835,69 que poderiam ser investidos em melhorias, reformas e ampliação do sistema de abastecimento de água.

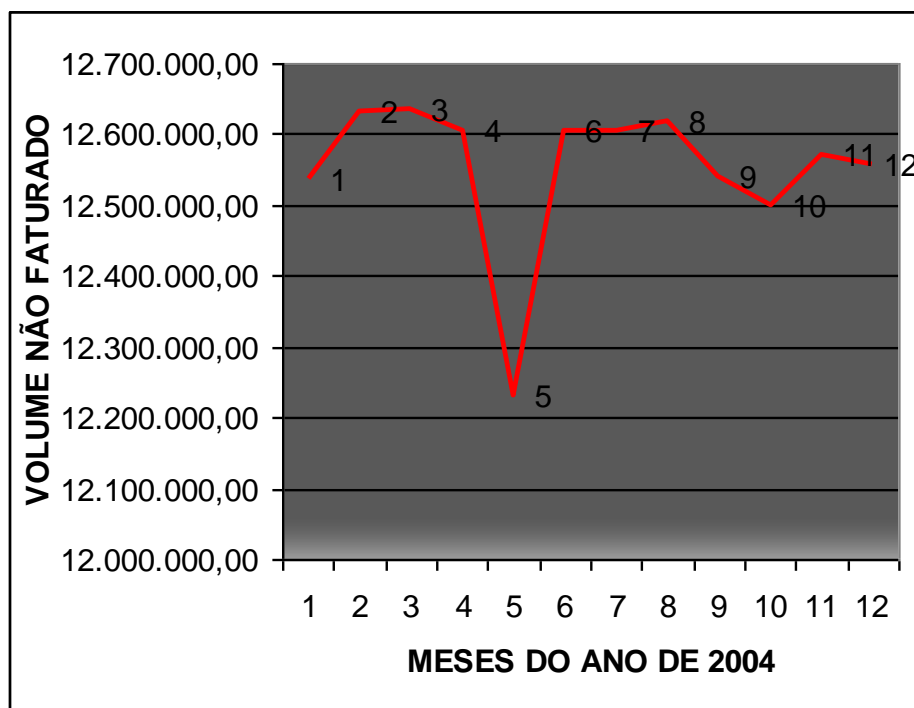
Gráfico 11: Despesa de produção versus tarifa média praticada em 2002



Fonte: SNIS (2002)

É importante ressaltar que este volume de água tratada configura-se como um grave problema ambiental presente na grande maioria das empresas de saneamento no Brasil, que desperdiçam um grande volume de água que poderiam ser convertidos em projetos sociais.

Gráfico 12: Variação do Volume de Água Não Faturada ano de 2004



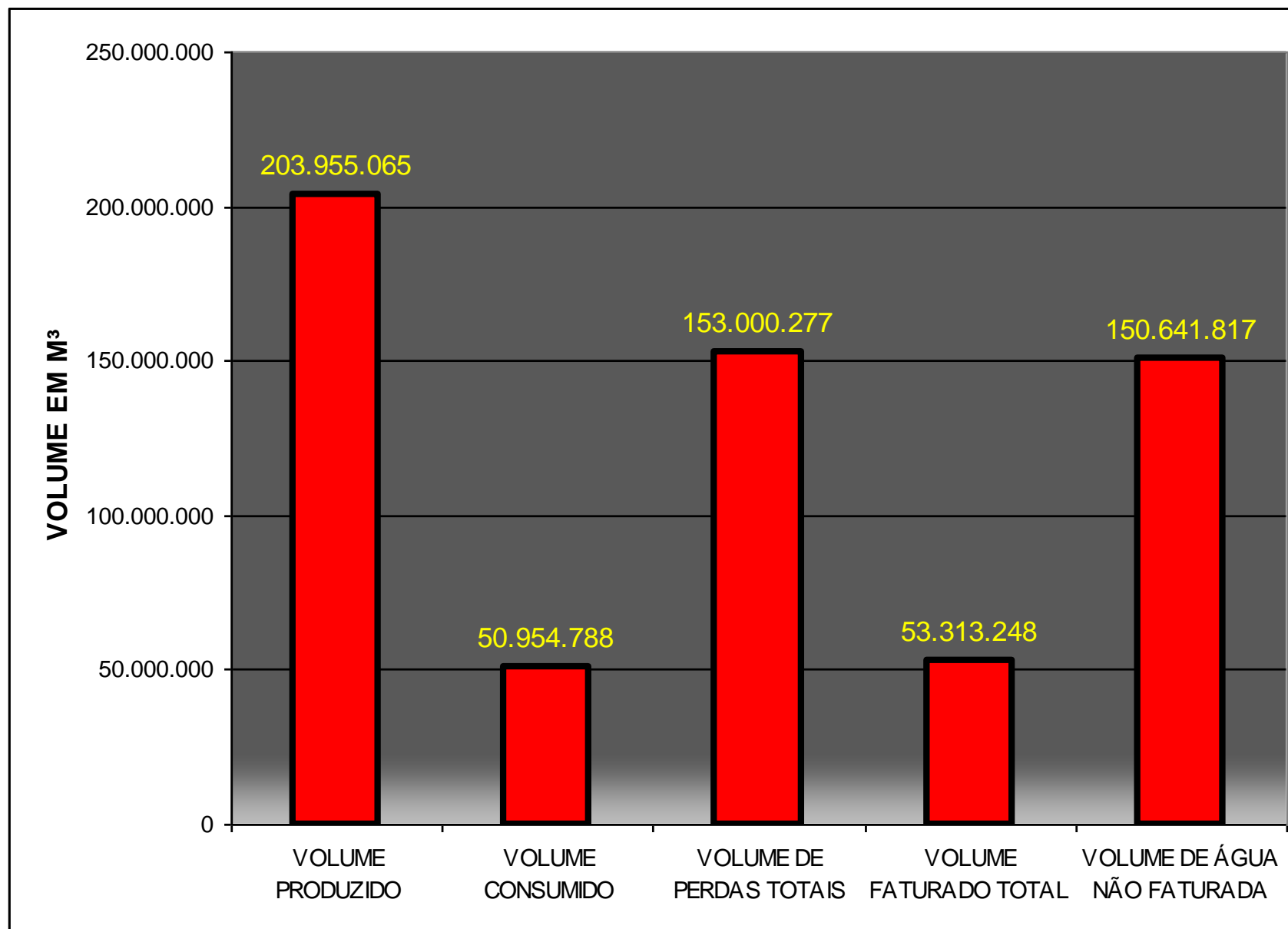
5.2 - VOLUMES UTILIZADOS PARA A DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE NÍVEL BÁSICO

A Tabela 87 contém os valores de todos os volume descritos e que foram utilizados para a determinação dos indicadores de nível básico. O Gráfico 12 ilustra através de colunas as grandezas desses volumes, facilitando a comparação quantitativa dos mesmos.

Tabela 87 – Volumes Utilizados na Pesquisa

VOLUMES TRABALHADOS NA PESQUISA	TOTAL(m³)
VOLUME PRODUZIDO	203.955.065
VOLUME DISPONIBILIZADO	203.955.065
VOLUME CONSUMIDO	50.954.788
VOLUME DE PERDAS TOTAIS	153.000.277
VOLUME FATURADO HIDROMETRADO	35.476.105
VOLUME FATURADO FIXO	14.606.675
VOLUME FATURADO TOTAL	53.313.248
VOLUME DE ÁGUA NÃO FATURADA	150.641.817

Gráfico 13: Gráfico comparativo dos Volumes utilizados para a determinação dos indicadores de nível básico



5.3 - DADOS PARA A DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES INTERMEDIÁRIOS

A partir deste ponto, precisa-se de informações operacionais específicas mais refinadas, para a construção de indicadores de nível intermediário de complexidade. Tais informações foram devidamente solicitadas a Companhia de Saneamento do Pará e são listadas a seguir:

- **Volume Fisicamente Utilizado;**
- **Volume Captado;**
- **Volume Aduzido.**

5.3.1 - VOLUME FISICAMENTE UTILIZADO:

A informação mais restrita que compõe esses indicadores é o Volume Fisicamente Utilizado, que incorpora fatores efetivamente apurados de desvios sistemáticos de micromedição, macromedição e fatores estatísticos de consumos estimados. Sendo assim, podemos concluir que o volume fisicamente utilizado é maior que o volume consumido que a COSANPA registra em seus documentos.

Segundo Neto (2003), em pesquisa realizada para a COSANPA, volume mensal fisicamente utilizado na Região Metropolitana de Belém em 2003, envolvendo todas as parcelas e categorias de consumo, foi de 6.356.743,20m³/mês, que resulta em um volume anual de 76.280.918,40 m³ que foi utilizado na pesquisa:

Volume Fisicamente Utilizado = 76.280.918,40m³

5.3.2 - VOLUME CAPTADO:

Trata-se do volume de água efluente da captação do Rio Guamá. Visto que esta captação ocorre com uma vazão de 567.019 m³/dia (COSANPA, 2005), o volume anual de água captada do Rio Guamá para abastecer a RMB é de 206.961.935 m³:

$$\text{Volume Captado} = 206.961.935 \text{ m}^3$$

5.3.3 - VOLUME ADUZIDO:

Trata-se do volume de água afluyente as Estações de Tratamento de Água (ETAs), ou seja, a água que sai das Estações Elevatórias de Água Bruta Utinga e Bolonha para serem tratadas nas ETAs Bolonha, São Brás e 5º Setor. (Tabela 88)

Tabela 88: Vazão das Estações Elevatórias de Água Bruta do Sistema de Abastecimento da COSANPA.

Unidade	SETOR	VAZÃO (m ³ /h)
ADUÇÃO	EAB – Bolonha	14.140,16
	Calha Utinga / São Brás	3.977,12
	Calha Utinga / 5º Setor	1.838,00
	Total Água Bruta	19.955,28

Fonte: COSANPA (2004)

A vazão de 19.955,28 m³/h resulta em um volume anual aduzido de 172.413.619,20 m³:

$$\text{Volume Aduzido} = 174.808.252,80 \text{ m}^3$$

5.4 - INDICADORES BÁSICOS DE DESEMPENHO

De posse dessas informações, analisa-se o conjunto de indicadores propostos Silva et. al (1999) para o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, e verifica-se inicialmente a possibilidade de se calcular os indicadores de nível básico. Porém, antes de se começar o cálculo dos indicadores, é fundamental que se faça a análise da confiabilidade das informações que foram dispostas, sendo assim, de acordo com Silva et. Al (1999), deve-se verificar a confiabilidade das informações referentes ao Volume Disponibilizado, Volume Utilizado, Volume Faturado e Extensão Parcial da Rede.

5.4.1 - CONFIABILIDADE DO VOLUME DISPONIBILIZADO

De acordo com o trabalho desenvolvido por Silva et al (1999), a confiabilidade da informação volume disponibilizado dependerá dos indicadores de controle descritos a seguir:

- macromedição na saída das ETA ou unidades de tratamento simplificado, de acordo com a proporção entre o volume produzido macromedido (VPM) e o volume produzido (VP), que inclui estimativas não macromedidas;
- macromedição de volumes importados nas adutoras de água tratada, na chegada à área de serviço considerada, de acordo com a proporção entre volumes importados macromedidos (VImM) e o total de volumes contabilizados como importados pelo serviço (VIm);
- macromedição de volumes exportados nas adutoras de água tratada, na saída da área de serviço considerada, de acordo com a proporção entre volumes exportados macromedidos (VExM) e o total de volumes contabilizados como exportados pelo serviço (VEx); e
- controle sobre desvios sistemáticos de macromedição. Este parâmetro diz respeito a um multiplicador (kM) a ser aplicado sobre a confiabilidade da macromedição, sendo $0 < kM \leq 1$. O valor 1 seria atribuído aos casos de máximo controle sobre a macromedição, no sentido de que os volumes macromedidos sejam efetivamente correspondentes à

realidade. O valor mínimo a ser fixado corresponderia ao fator a ser aplicado para sistemas de macromedição mal calibrados e sobre os quais não se disponha de controles adequados. Esse valor mínimo, porém, não seria zero nem próximo de zero. Isso porque a existência de macromedição, mesmo que mal calibrada, é uma condição de confiabilidade melhor do que a sua inexistência. Os desvios sistemáticos de macromedição, para efeito de medida de confiabilidade da informação, serão sempre tomados em *módulo*, pois para essa finalidade não é relevante o sinal positivo ou negativo da flutuação. Enquanto não se fixam os critérios para a sua determinação, recomenda-se adotar $kM = 1$ para todos os serviços.

A confiabilidade do volume disponibilizado - C(VD) - será expressa em função do indicador complementar Índice de macromedição na distribuição (IMD), que corresponde à média ponderada de volumes macromedidos sobre os subtotais de volume produzido (VP), volume importado (VIm) e volume exportado (VEx), como se segue:

$$IMD = \frac{VPM + VImM - VExM}{VP + VIm - VEx} \quad (01)$$

Como a COSANPA não importa e exporta água de seu sistema de abastecimento, a expressão do índice de macromedição na distribuição fica da seguinte forma:

$$IMD = \frac{VPM}{VP} \quad (02)$$

Uma vez apurado o IMD, a confiabilidade da informação referente ao volume disponibilizado será:

$$\begin{aligned} C(VD) &= KM \times IMD \\ KM &= 1 \\ C(VD) &= IMD \end{aligned} \quad (03)$$

A COSANPA está em fase de implantação dos macromedidores, até o momento estes equipamentos foram instalados na saída da ETA Bolonha, que produz cerca de 70% do total de água que é disponibilizada para consumo na RMB. A vazão registrada por este medidor é de 14.328.40m³/h.

O volume macromedido é determinado através de um aparelho chamado LOGGER MATE, que é ligado a um transmissor eletrônico que é interligado a tubulação de saídas das ETAs através de um tubo de Pitot. Este aparelho é programado para efetuar leituras de vazão a cada minuto. (Fotografia 93, Fotografia 94)

Fotografia 93: Tubo de Pitot interligando a adutora de água tratada da ETA Bolonha ao transmissor eletrônico para a leitura da vazão



Fotografia 94: Interligação do LOGGER MATE ao computador para a descarga de dados instantâneos – ETA Bolonha



Projetando esta vazão no período de um ano, teremos o volume produzido macromedido de 125.516.784 m³, portanto:

$$IMD = \frac{VPM}{VP}$$

$$IMD = \frac{125.516.784}{203.955.065}$$

$$IMD = 0,61$$

Analisando este valor de acordo com a escala de confiabilidade proposta por Silva et. al (1999) na Tabela 05, pode-se concluir que a informação referente ao volume disponibilizado é parcialmente confiável, com restrições sobre o uso para comparação entre serviços.

5.4.2 - CONFIABILIDADE DO VOLUME UTILIZADO

Segundo Silva et al (1999) confiabilidade da informação volume utilizado dependerá dos indicadores de controle descritos a seguir:

- Índice de micromedição do volume utilizado (ImVU). Representado pela proporção entre volume micromedido (Vm) e volume utilizado (VU):

$$I_m = \frac{V_m}{V_U} \quad (04)$$

- Controle sobre desvios sistemáticos de micromedição. Analogamente ao caso da macromedição, admite-se para a micromedição a aplicação de um fator multiplicador (km) que expresse a confiabilidade específica do sistema de micromedição, baseado no *módulo* das flutuações sistemáticas (para mais ou para menos) da micromedição, sendo $0 < km \leq 1$, não se admitindo a atribuição de zero ou próximo de zero no limite inferior, tendo em vista ser melhor uma micromedição com desvios do que nenhuma. Enquanto não se estabeleçam critérios padronizados para a sua determinação objetiva, recomenda-se adotar $km = 1$ para todos os serviços;
- Controle sobre volume estimado. A confiabilidade do volume estimado – C(VE) – será considerada máxima (0,95) quando os consumos estimados forem fixados exclusivamente com base em monitoramento estatisticamente controlado de padrões de consumo por tipo de consumidor em áreas medidas análogas às não medidas, na mesma jurisdição do sistema considerado. Será fixada em 0,5 sempre que as estimativas se basearem em combinação de levantamentos de campo realizados sobre amostra pouco significativa estatisticamente, com resultados de levantamentos de outras localidades. Será fixada em 0,3 quando os procedimentos de estimativa forem baseados na simples analogia com casos de outra(s) localidade(s);
- Controle sobre volume recuperado. A confiabilidade do volume recuperado – C(VR) será função da proporção entre o volume

recuperado micromedido (VR_m) e o volume recuperado estimado (V_{re}). Tendo em vista que, como regra, o volume recuperado ocorre em situação na qual se conhece relativamente bem o comportamento de ligações semelhantes na mesma área, mas que constitui, por definição, situação atípica, atribui-se o valor de 0,5 à parcela estimada. Assim, a confiabilidade do volume recuperado é:

$$C(VR) = \frac{VR_m + 0,5V_{re}}{VR} \quad (06)$$

- Controle sobre volume operacional. O maior controle sobre esse volume corresponde à situação em que os usos são registrados individualmente e posteriormente consolidados. Nesse caso, aplica-se confiabilidade $C(VO)$ igual a 1 à informação. Quando for estimado com base na rotina operacional, lhe será atribuído um fator de confiabilidade $C(VO)$ de 0,6;
- Controle sobre volume especial. A confiabilidade do volume especial - $C(VEs)$ está diretamente relacionada à proporção de volume especial macromedido. Assim, será dada pela relação entre o volume especial macromedido ($VEsM$) e o volume especial (VEs):

$$C(VEs) = \frac{VEsM}{VEs} \quad (07)$$

Dessa forma a confiabilidade do volume utilizado corresponderá à média ponderada das confiabilidades de cada volume relacionadas à soma dos volumes considerados, multiplicadas – **quando cabível** – pelos respectivos fatores de confiabilidade de medição: (Silva, 1999)

$$C(VU) = \frac{ImVU \times Km \times VU + C(VE) \times VE + C(VO) \times VO + C(VEs) \times KM \times VEs + C(VR) \times VR}{VU} \quad (08)$$

Como a COSANPA não dispõe de informações referentes aos volumes estimado, recuperado, operacional e especial, não foi possível estabelecer a

confiabilidade do volume utilizado englobando todos os fatores responsáveis por esta informação. Sendo assim, estimamos a confiabilidade do volume utilizado somente em função do Índice de Micromedição do volume utilizado, que é para a COSANPA o principal indicador de utilização de água e o único para o qual ela dispõe de informações.

$$\text{ImVU} = \frac{Vm}{VU}$$

$$\text{ImVU} = \frac{35.476.105}{50.954.788}$$

$$\text{ImVU} = 0,69$$

Analisando este valor de acordo com a escala de confiabilidade proposta por Silva et. al (1999) na Tabela-05, pode-se concluir que a informação referente ao volume utilizado é parcialmente confiável, com restrições sobre o uso para comparação entre serviços.

5.4.3 - CONFIABILIDADE DO VOLUME FATURADO

A confiabilidade do volume faturado relaciona-se à proporção de ligações ativas micromedidas sobre o total de ligações ativas, no conceito de Índice de Hidrometração.

$$C(VF) = IH = \frac{\text{Número de ligações ativas micromedidas}(Lm)}{\text{Número de ligações ativas}(LA)}$$

A COSANPA, através de sua acessória de planejamento forneceu uma planilha referente a pessoal, ligações, economias, população urbana e atendida de água e esgoto na RMB em dezembro de 2004, onde verifica-se que o número de ligações ativas micromedidas na RMB em 2004 foi de 127.657 e o número de ligações ativas foi de 222.220. Sendo assim, teremos:

$$C(VF) = IH = \frac{127.657}{222.220}$$

$$C(VF) = IH = 0,57$$

Analisando este valor de acordo com a escala de confiabilidade proposta por Silva et. al (1999) na TABELA-05, pode-se concluir que a informação referente ao volume faturado representa uma aproximação de tendências, utilizável apenas para a fixação imediata de prioridades internas, sem segurança sobre comportamentos futuros e inválida para fins de comparação entre serviços.

5.4.4 - CONFIABILIDADE DA EXTENSÃO PARCIAL DA REDE

A confiabilidade da informação depende da existência e da abrangência dos cadastros das redes de adução, subadução e distribuição. A confiabilidade da extensão parcial da rede será 0,6 quando as extensões forem apenas estimadas com base nas testadas médias por ligação, sem o apoio de cadastros, ou a partir de extrapolação de projetos típicos, e variará entre 0,6 e 1 linearmente, de acordo com a extensão de rede cadastrada sobre o total da extensão de rede atribuída ao sistema. (Silva, 1999)

Sendo assim, determinou-se que a confiabilidade da extensão parcial da rede será de 0,6, em função principalmente da deficiência dos cadastros da COSANPA. Portanto, este valor de acordo com a escala de confiabilidade proposta por Silva et. al (1999) na Tabela-05, determina que a informação referente ao volume faturado representa uma aproximação de tendências, utilizável apenas para a fixação imediata de prioridades internas, sem segurança sobre comportamentos futuros e inválida para fins de comparação entre serviços.

A partir deste ponto, são derivados das informações-chave – em diferentes níveis de confiabilidade segundo a disponibilidade e precisão dos indicadores de controle e confiabilidade, os Indicadores Básicos de Desempenho do Sistema de Abastecimento de Água da COSANPA. A seguir serão apresentados os indicadores básicos de desempenho do sistema que foram equacionados a partir das informações cedidas pela COSANPA.

5.4.5 - ÍNDICE DE PERDA NA DISTRIBUIÇÃO (IPD) OU ÁGUA NÃO CONTABILIZADA (ANC):

Relaciona o volume disponibilizado ao volume utilizado. A água que é disponibilizada e não utilizada constitui uma parcela não contabilizada, que incorpora o conjunto de perdas reais e aparentes no subsistema de distribuição. Estas últimas são em grande parte associadas aos desvios de medição (macro e micro), que poderão ser devidamente contabilizados quando forem normalizados os critérios de fixação dos fatores k , referentes ao nível de controle efetivo da informação operacional. (Silva, 1999)

$$IPD = \frac{\text{Volume} \cdot \text{disponibilizado (VD)} - \text{Volume} \cdot \text{utilizado (VU)}}{\text{Volume} \cdot \text{disponibilizado (VD)}} \times 100$$

$$IPD = \frac{203.955.065 - 50.954.788}{203.955.065} \times 100$$

$$IPD = 75,01\%$$

Sendo assim, pode-se dizer que de cada 100 litros disponibilizados para distribuição, cerca de 75 litros são desperdiçados sob a forma de vazamentos, ligações clandestinas, fraudes, etc.

5.4.6- ÍNDICE DE PERDA DE FATURAMENTO (IPF) OU ÁGUA NÃO FATURADA (ANF);

Expressa a relação entre volume disponibilizado e volume faturado. É claramente uma composição de perdas reais e aparentes que, além daquelas atribuídas a desvios de medição, incorporam volumes utilizados não cobrados, como o volume especial e o volume operacional. Por isso, mesmo na perspectiva de 100% de macro e micromedição com ajuste dos respectivos fatores k de desvios sistemáticos, este indicador sempre estará expressando uma parcela de volumes que não são fisicamente perdidos. (Silva, 1999)

$$IPF = \frac{\text{Volume} \cdot \text{disponibilizado (VD)} - \text{Volume} \cdot \text{faturado (VF)}}{\text{Volume} \cdot \text{disponibilizado (VD)}} \times 100$$

$$IPF = \frac{203.955.065 - 53.313.248}{203.955.065} \times 100$$

$$IPF = 73,86\%$$

Logo, pode-se dizer que de cada 100 litros disponibilizados para distribuição, cerca de 74 litros não são faturados devido a vazamentos, ligações clandestinas, fraudes e submedição em hidrômetros.

5.4.7 - ÍNDICE LINEAR BRUTO DE PERDA NA DISTRIBUIÇÃO (ILB);

Relaciona a diferença entre volume disponibilizado e volume utilizado à extensão parcial da rede. É um indicador válido para a comparação de desempenho entre serviços, desde que envolva fatores de confiabilidade compatíveis. As perdas expressas nesse indicador incorporam perdas reais e aparentes, uma vez que não se controlam os desvios sistemáticos de medição. Ao se aplicar como denominador a extensão *parcial* das redes de adução, subadução e distribuição - pois não foram incluídos os ramais prediais -, obtém-se um valor *mais conservador* do que o índice linear de perdas geralmente calculado no exterior, que incorpora as extensões de ramais prediais à rede. As diferenças tendem a ser muito grandes, uma vez que as extensões dos ramais prediais, somadas, podem ser maiores que a magnitude da soma das adutoras, subadutoras e rede de distribuição. (Silva, 1999)

$$ILB = \frac{\text{Volume} \cdot \text{disponibilizado (VD)} - \text{Volume} \cdot \text{utilizado (VU)}}{\text{Extensão da rede (ER)} \times \text{Número de dias (ND)}}$$

$$ILB = \frac{203.955.065 - 50.954.788}{1.965.285 \times 365}$$

$$ILB = 0,21 \text{ m}^3 / \text{m} \times \text{dia}$$

$$ILB = 210 \cdot \text{litros} / \text{m} \times \text{dia}$$

Observa-se que a cada metro da rede de distribuição de água desperdiça diariamente 210 litros de água.

5.4.8 - ÍNDICE DE PERDA POR LIGAÇÃO (IPL)

É também um indicador volumétrico de desempenho, mais preciso que os percentuais. Relaciona a diferença entre volume disponibilizado e volume utilizado ao número de ligações ativas. As magnitudes obtidas na apuração desse indicador serão próximas às que seriam obtidas em indicadores análogos usados no exterior, a não ser pelo fato de que a diferença entre volume disponibilizado e volume utilizado expressa ainda uma parcela não desprezível de perdas não reais. Por isso, ainda que com menos distorções que o Índice Linear Bruto de Perda (ILB), este também não deve ser utilizado na comparação com serviços estrangeiros sobre os quais se contam apenas as perdas reais. (Silva, 1999)

$$IPL = \frac{\text{Volume} \cdot \text{disponibilizado}(VD) - \text{Volume} \cdot \text{utilizado}(VU)}{\text{Número} \cdot \text{de} \cdot \text{Lig. Ativas}(LA) \times \text{Número} \cdot \text{de} \cdot \text{dias}(ND)}$$

$$IPL = \frac{203.955.065 - 50.954.788}{222.220 \times 365}$$

$$IPL = 1,88m^3 / \text{lig} \times \text{dia}$$

$$IPL = 1.880 \text{ litros} / \text{lig} \times \text{dia}$$

A interpretação deste valor é que cada ligação de água desperdiça diariamente 1.880 litros de água.

5.5 - INDICADORES INTERMEDIÁRIOS DE DESEMPENHO

São considerados indicadores intermediários aqueles que, para sua obtenção, necessitam de informações específicas mais refinadas do que as utilizadas na construção dos indicadores básicos. Eles dizem respeito a um isolamento das perdas físicas e refinamento de sua localização específica nos sistemas. (PNCDA, 2004)

Os indicadores intermediários de desempenho do sistema são divididos em Indicadores específicos de perda real relacionados a condições operacionais, e Indicadores de desempenho hídrico do sistema. Os principais indicadores intermediários são:

- Indicadores específicos de perda real relacionados a condições operacionais
 - Índice de Perda Real na Distribuição (PRD); e
 - Índice Linear de Perda Real (ILR).
- Indicadores de desempenho hídrico do sistema
 - Índice de Perda Real na Produção (PRP)
 - Índice de Perda Real na Adução (PRA);
 - Índice de Perda Real no Tratamento (PRT); e
 - Índice Total de Perda Física (TPR).

De posse das informações necessárias, calcula-se a seguir os Indicadores Intermediários de Desempenho, subdividindo-os em Indicadores específicos de perda real relacionados a condições operacionais e Indicadores de desempenho hídrico do sistema.

5.5.1 - INDICADORES ESPECÍFICOS DE PERDA REAL RELACIONADOS A CONDIÇÕES OPERACIONAIS:

5.5.1.1 - ÍNDICE DE PERDA REAL NA DISTRIBUIÇÃO (PRD):

É a relação o volume fisicamente utilizado (VFU) e o volume disponibilizado (VD), de forma parecida com Índice de Perda na Distribuição (IPD), como se segue:

$$PRD = \frac{\text{Volume} \cdot \text{disponibilizado (VD)} - \text{Volume} \cdot \text{fisicamente} \cdot \text{utilizado (VFU)}}{\text{Volume} \cdot \text{disponibilizado (VD)}} \times 100$$

$$PRD = \frac{203.955.065 - 76.280.918,40}{203.955.065} \times 100$$

$$PRD = 62,59\%$$

Portanto, a cada 100 litros de água disponibilizados para distribuição, cerca de 63 litros são perdas reais, ou seja, por vazamentos que ocorrem entre a rede de distribuição de água e ramais prediais até o cavalete.

5.5.1.2 - ÍNDICE LINEAR DE PERDA REAL (ILR)

Reflete a diferença entre volume disponibilizado e volume fisicamente utilizado distribuído pela extensão total da rede. Trata-se de um indicador mais específico que o Índice Linear Bruto de Perda (ILB) relacionado entre os indicadores básicos. A extensão total da rede inclui adutoras, subadutoras, redes de distribuição e ramais prediais. Sua expressão é a seguinte: (Silva, 1999)

$$ILF = \frac{\text{Volume} \cdot \text{disponibilizado (VD)} - \text{Volume} \cdot \text{fisicamente} \cdot \text{utilizado (VFU)}}{\text{Extensão da rede (ER)} \times \text{Número de dias (ND)}}$$

$$ILF = \frac{203.955.065 - 76.280.918.40}{5.228.371 \times 365}$$

$$ILF = 0,067 \text{ m}^3 / \text{m} \times \text{ano}$$

$$ILF = 67 \text{ litros} / \text{m} \times \text{dia}$$

A análise deste resultado possibilita dizer que a cada metro de canalização de todo o sistema de abastecimento da COSANPA, 67 litros de água são desperdiçados por vazamentos durante um dia.

5.5.2 - INDICADORES DE DESEMPENHO HÍDRICO DO SISTEMA

O cálculo dos indicadores específicos de perda real relacionados a condições operacionais, foi efetivado considerando apenas os dados referentes ao sistema de produção superficial da COSANPA. Não foram levadas em consideração o sistema de produção subterrâneo em função da falta de informações operacionais. Este fato não influencia na validade das informações, visto que o sistema de produção superficial responde por cerca de 75% do total de água produzida para abastecer a RMB.

De acordo com Silva et al (1999), os indicadores de desempenho hídrico do sistema são aqueles que dizem respeito ao aproveitamento de água bruta e à eficiência das estações de tratamento. Sua consolidação com indicadores de desempenho na distribuição pode dar uma idéia do conjunto das perdas físicas de todo o sistema, em uma aproximação de seu desempenho hídrico geral. Estes indicadores são considerados intermediários não tanto pela complexidade de cada um, mas pela necessidade de que sejam associados a indicadores de perdas estritamente físicas.

5.5.2.1 - ÍNDICE DE PERDA NA REAL NA PRODUÇÃO (PRP)

Relaciona o Volume Captado e o Volume Produzido englobando conjuntamente as perdas reais na adução de água bruta e no tratamento, como segue:

$$PRP = \frac{\text{Volume} \cdot \text{captado} (VC) - \text{Volume} \cdot \text{produzido} (VP)}{\text{Volume} \cdot \text{captado} (VC)} \times 100$$

$$PRP = \frac{206.961.935 - 166.962.972}{206.961.935} \times 100$$

$$PRP = 19,33\%$$

De acordo com este indicador, dos 206.961.935m³ de água captado, 19,33% deste volume é perdido nas tubulações de adução, estações elevatórias e estações de tratamento de água, sendo somente 166.962.972m³ de água disponibilizados para distribuição.

5.5.2.2 - ÍNDICE DE PERDA NA REAL NA ADUÇÃO (PRA)

É um subconjunto do Índice de Perda Real na Produção e a este não pode ser somado. Resulta da relação entre o volume captado (VC) e o volume aduzido (VA) das ETAs ou unidade de tratamento simplificado, como segue: (Silva, 1999)

$$PRA = \frac{\text{Volume} \cdot \text{captado (VC)} - \text{Volume} \cdot \text{aduzido (VA)}}{\text{Volume} \cdot \text{captado (VC)}} \times 100$$

$$PRA = \frac{206.961.935 - 174.808.252,80}{206.961.935} \times 100$$

$$PRA = 15,53\%$$

Este indicador mostra que 15,53% do volume total captado no Rio Guamá é perdido nas tubulações de adução de água bruta e nas estações elevatórias Bolonha e Utinga, ou seja, dos 206.961.935m³ captados, 174.808.252,80m³ chegam para serem tratados nas ETAs Bolonha, São Brás e 5º Setor.

5.5.2.3 - ÍNDICE DE PERDA NA REAL NO TRATAMENTO (PTR)

É também um subconjunto do Índice de Perda Física na Produção e por isso não pode ser somado àquele. Resulta de uma relação entre os Volumes Aduzido e Produzido, como segue: (Silva, 1999)

$$PTR = \frac{\text{Volume} \cdot \text{aduzido}(VA) - \text{Volume} \cdot \text{produzido}(VP)}{\text{Volume} \cdot \text{aduzido}(VA)} \times 100$$

$$PTR = \frac{174.808.252,80 - 166.962.972}{174.808.252,80} \times 100$$

$$PTR = 4,48\%$$

Desta forma, pode-se concluir que do total de água que chega nas ETAs Bolonha, São Brás e 5º Setor através das EABs Bolonha e Utinga, cerca de 4,48% do total de água é perdida durante o processo de tratamento.

5.5.2.4 - ÍNDICE TOTAL DE PERDA FÍSICA (TPF)

Relaciona o Volume Captado e o Volume Fisicamente Utilizado, sendo assim uma composição de perdas físicas parcialmente apuradas nos subsistemas de produção e distribuição, como segue:

$$TPR = \frac{\text{Volume} \cdot \text{captado}(VC) - \text{Volume} \cdot \text{fisicamente} \cdot \text{utilizado}(VFU)}{\text{Volume} \cdot \text{captado}(VC)} \times 100$$

$$TPR = \frac{206.961.935 - 76.280.918,40}{206.961.935} \times 100$$

$$TPR = 63,14\%$$

Interpretando o valor obtido com este indicador, pode-se concluir que aproximadamente 63% do volume captado é perdido por meio de vazamentos no sistema.

5.6 – INDICES DE PERDAS OBTIDOS NA PESQUISA

A Tabela 89 a seguir apresenta resumidamente os valores dos índices de perdas calculados a partir dos indicadores propostos por Silva (1999).

Tabela 89: Índices de Perdas de Água

INDICADORES DE PEDAS	INDICES DE PERDAS
Índice de Macromedição da Distribuição	61%
Índice de Micromedição do Volume Consumido	69%
Índice de Hidromedidação	57%
Índice de Perda na Distribuição	75,01%
Índice de Perda de Faturamento	73,86%
Índice Linear Bruto de Perda na Distribuição	210 litros/m.dia
Índice de Perda por Ligação	1.880 litros/lig.dia
Índice de Perda Real na Distribuição	62,59%
Índice Linear de Perda Real	67 litros/m.dia
Índice de Perda Real na Produção	19,33%
Índice de Perda Real na Adução	15,53%
Índice de Perda Real no Tratamento	4,48%
Índice Total de Perda Física	63,14%

6.0 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Após a discussão realizada nos capítulos anteriores, torna-se possível fazer algumas conclusões referentes ao tema, Avaliação de Perdas do Sistema de Abastecimento de Água da COSANPA, na Região Metropolitana de Belém-Pa, proposto para esta pesquisa.

As conclusões foram elaboradas separadamente para os aspectos analisados na pesquisa e que serviram para a fundamentação da mesma. Os aspectos analisados fazem referência ao crescimento urbano da RMB e aos índices de perdas de água calculados a partir de informações cedidas pela COSANPA. Sendo assim, as conclusões referentes às informações apresentadas nesta pesquisa são descritas a seguir:

6.1 – PROCESSO DE CRESCIMENTO E OCUPAÇÃO DA RMB

No Capítulo 2, foi apresentado todo o processo de ocupação e de formação da RMB, mostrando que este processo está intimamente relacionado a história econômica do Pará.

O primeiro fator determinante para o modo como foi realizada a ocupação da RMB foi o relevo característico da região, com a presença de um grande número de cursos d'água, que desde o começo do processo de ocupação foi determinante, a partir do momento em que as áreas de terras firmes foram sendo ocupadas pelas camadas de maior renda, restando somente as áreas alagadas para a população pobre, formando as baixadas ou o primeiro vetor de periferização.

Com o processo de crescimento urbano, a RMB precisou de mais áreas infra-estruturadas para abrigar a sua população economicamente mais favorecida, iniciando-se as obras de aterramento e urbanização das áreas mais baixas, oferecendo para o mercado imobiliário, novas áreas para serem exploradas, segregando a população dessas áreas em locais mais afastados do centro cidade, em áreas ocupadas ou invadidas, formando o segundo vetor de periferização.

A crescente manifestação da população destas áreas por condições infra-estruturais melhores associado a uma demanda cada vez maior por locais

para assentamento, resultou no processo de ocupação de 21 conjuntos habitacionais da RMB, a maioria ainda em construção, durante a década de 90, resultando no terceiro vetor de periferização.

Estes fatos contribuíram negativamente nos índices de perdas, na medida em que as obras de infra-estrutura de água foram sendo realizadas de modo improvisado, sem o registro cadastral dos novos consumidores, contribuindo para o aumento das perdas de água tanto por meio de vazamentos com também por meio de ligações clandestinas.

6.2 – PERDAS NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Depois de efetuados os cálculos dos indicadores de perdas, verifica-se a gravidade da situação em que se encontra o Sistema de Abastecimento de Água da COSANPA, onde apenas 25% do que a COSANPA disponibiliza para consumo é realmente consumido, não significando isto, que estes 25% sejam faturados pela concessionária.

Estes números causam espanto de muitos, que chegam a duvidar destes valores. É claro que devemos lembrar que estes valores são estimados, porém para uma breve comparação, pode-se lembrar que segundo Neto (2003) as perdas na distribuição equivalem a cerca de 66% do volume disponibilizado, para Fernandes (2004) este mesmo índice alcançou o valor de 76% do volume disponibilizado, ou seja, todos os estudos realizados comprovam a situação insustentável da COSANPA.

Para que se possa minimizar o problema de perdas de água no sistema de abastecimento de água da RMB, deve-se tomar algumas medidas, como segue:

- Melhorar o sistema de gerenciamento de consumidores através de um cadastro atualizado e informatizado, para o acompanhamento efetivo de variações de consumo, principalmente para grandes consumidores.
- A elaboração de manuais de operação que possibilitariam um melhor controle e operação do sistema de abastecimento de água.
- Desenvolver programas de treinamento e atualização de operadores.

- Não realizar expansão da rede de abastecimento de água sem projeto, para que se possa ter uma visão conjunta do projeto novo com a rede existente.
- Dividir o sistema de abastecimento da zona central por setores, setorizando a rede de abastecimento de água, visando a melhoria operacional dos setores isoladamente, através do melhor controle do fornecimento e do consumo de água.
- Realizar a hidrometração de 100% dos consumidores, garantindo a cobrança dos volumes efetivamente consumidos.
- Desenvolver uma política de combate a fraudes em hidrômetros, através de vistorias técnicas periódicas.
- Desenvolver uma campanha educacional junto à população da RMB, conscientizando-os sobre os benefícios do uso racional da água, através de um intenso trabalho envolvendo todos os meios de comunicação.
- Utilizar equipamentos sofisticados, tipo geofone, para a detecção de vazamentos e fraudes.

Portando, pode-se concluir que associado aos problemas estruturais do sistema de abastecimento de água da COSANPA está a deficiência operacional da mesma, que somados a falta de conscientização por parte do consumidor, geram o quadro em que se encontra esta concessionária.

6.3 – RECOMENDAÇÕES

Em função do quadro atual de fragilidade da COSANPA, recomenda-se que algumas medidas sejam consideradas para a melhoria do sistema, como segue:

- Motivar e conscientizar os funcionários da COSANPA sobre a importância do engajamento de cada um no combate a perdas
- Implantar um ramal predial padrão, com hidrômetro lacrado, que seja menor propício a fraudes.
- Substituir hidrômetros parados ou adulterados minimizando as perdas por submedição destes aparelhos.
- Incentivar a implementação de medição de água individualizada por economias em edifícios, tornando o consumo justo, impedindo que o desperdício seja rateado por todos, baixando a conta do condomínio que deixará de ser fator de justificativa para a construção de poço próprio em condomínio.
- Agilizar a implantação de macromedidores não somente nas saídas das ETAs, mas também na entrada e na saída de cada setor de abastecimento, possibilitando assim, a determinação mais confiável dos volumes realmente disponibilizados para consumo.
- Substituir redes, ramais e registros que apresentem reincidência de vazamentos em função da elevada idade desses componentes.
- Determinar os consumos operacionais estritamente necessários para as operações de limpeza de filtros, descargas na rede e a verificar qual o volume de água gasto nestas operações para que se possa identificar o desperdício de água gasto nessas operações.
- Que esta avaliação de perdas seja realizada periodicamente para que se possa obter informações sobre o comportamento desses índices, com informações cada vez mais confiáveis para que subsidiem a tomada de decisões no âmbito das perdas de água.
- A análise de perdas de água pode ser utilizada para outros contextos, como exemplo, pode-se verificar que influência estes vazamentos de água tem na recarga de aquíferos subterrâneos em áreas densamente

urbanizadas, com alto grau de impermeabilização do solo, permitindo muito pouco a infiltração de água de chuva para recarga desses aquíferos, que na RMB apresentam seu nível praticamente invariável, mesmo com o grande número de poços existente nesta região.

- Sabe-se que a COSANPA esta ampliando as instalações da ETA Bolonha, lançando assim mais água para abastecimento das redes, aumentando a pressão na mesma. Sendo assim, seria interessante efetuar o cálculo dos indicadores de perdas após a conclusão desta ampliação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, F.A.S.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Avaliação de Perdas em Setor de Abastecimento de Água em Cruz de Rebouças, Município de Igarassu, Estado de Pernambuco. Pernambuco, sd. 16p.
- BARBOZA, A.J.V.; SILVA, V.M. *Ocupação Urbana e Degradação Ambiental: A Problemática do Lançamento de Efluentes Domésticos nas Bacias Hidrográficas do Município de Belém-Pa*, 2002. 100p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Sanitária). Departamento de Hidráulica e Saneamento, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, 2002.
- BARP, A.R.B. *A Água Doce na Amazônia Ontem e Hoje: O Caso do Pará*. In UHLY, S.; SOUZA, E. L. *A Questão da Água na Grande Belém* (Org). Belém, 2004. 247p.
- BARROS, R.T.V.; CHERNICHARO, C.A.L.; HELLER, L.; SPERLING, M.V. *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para Municípios*. Minas Gerais, UFMG. 1996. 221p.
- BRAGA, R. *Planejamento Urbano e Recursos Hídricos*. São Paulo, 2003. 15p.
- CARDOSO, A.L. *Avaliação dos Resultados da Pesquisa "Rede Nacional de Avaliação e Disseminação de Experiências Alternativas em Habitação Popular*. Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ – FASE, 2003.
- COIMBRA, O. *A Saga dos Primeiros Construtores de Belém*. Belém: Imprensa Oficial do Estado, 2002. 300p.
- COIMBRA, O. *Engenharia Militar na Amazônia do Século XVIII, As Três Décadas de Landi no Gram-Pará*. Belém: Prefeitura Municipal de Belém, 2003. 190p.
- CONEJO, J.G.L.; LOPES, A.R.G.; MARCKA, E. *DTA – Documento Técnico de Apoio NºC3, Medidas de Redução de Perdas, Elementos para Planejamento*, 1999. 31p. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) – Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Política Urbana. Brasília. 1999.
- CONEJO, J.G.L.; LOPES, A.R.G.; MARCKA, E. *DTA – Documento Técnico de Apoio NºC1, Recomendações Gerais e Normas de Referência para Controle de Perdas nos Sistemas Públicos de Abastecimento do Programa*, 1999. 30p. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) – Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Política Urbana. Brasília. 1999.

- FERNANDES, L.L.A. *Sustentabilidade do Sistema de Abastecimento de Água Potável em Belém*, 2005. 251p. Tese (Doutorado em Ciências: Desenvolvimento Sócio-Ambiental) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará. Belém, 2005.
- HERRERA, O.M. *Perdas de Água no Sistema de Abastecimento Público de Botucatu*. São Paulo, sd. 7p.
- LIMA, J.J.F.; PEREIRA, J.A.R. *Expansão Urbana e Degradação Ambiental na Região Metropolitana de Belém*. In PEREIRA, J.A.R. *Saneamento Ambiental em Áreas Urbanas* (Org). Belém, 2003. 205p.
- LIMA, J.J.F. *Ordenamento Territorial e os Serviços de Infra-Estrutura na Região Metropolitana de Belém*. In PEREIRA, J.A.R. *Saneamento Ambiental em Áreas Urbanas* (Org). Belém, 2003. 205p.
- LINSLEY, R.K. *Engenharia de Recursos Hídricos*. São Paulo: McGrae-Hill, 1978. 797p.
- MARCKA, E. *DTA – Documento Técnico de Apoio NºA2, Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimentos de Água*, 2004. 80p. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) – Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2004.
- MARCKA, E. *DTA – Documento Técnico de Apoio NºC2, Panorama dos Sistemas Públicos de Abastecimento no País, casos selecionados de estratégias de combate ao desperdício*, 2004. 80p. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) – Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2004.
- MELLO, E.J. *As Perdas Não físicas e o Posicionamento do Medidor de Água*. Rio Grande do Sul, 2000. 11p.
- MENEGASSE, L.N. *Estudo da recarga indireta por vazamentos da rede de abastecimento numa área urbana*. São Paulo: 1996.
- MERCÊS, S.S.S. *Relatório Ambiental da Região Metropolitana de Belém*. Belém, 1997. 261p.
- MENDES, R.L.R.; VERMA, O.P. *Prospecção de Água Subterrânea na Região de Belém (Pa) Através de Perfilagem Geofísica de Poço e Eletroresistividade*. Belém, 2002.
- MIRANDA, E.C. *Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água, Indicadores de Perdas e Metodologia para Análise de Água, Indicadores de Perdas e Metodologia para Análise de Confiabilidade*, 2002. 200p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília. Brasília, 2002.

- MIRANDA, E.C. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2003*, 2003. 73p. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) – Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Brasília, 2004.
- MIRANDA, E.C. *Indicadores de Perdas de Água: O que, de fato, eles indicam*. Brasília, 2000. 21p.
- NETO, M.E.S. *Estimativa de Perdas Físicas de Água e Faturamento na Região Metropolitana de Belém*. Belém, 2003. 75p.
- OLIVEIRA, J.M.G.C. *A Verticalização em Belém nos Últimos Trinta Anos: A Produção de Espaços Segregados e as Transformações Sócio-Ambientais*. Belém, 1992. 20p.
- OLIVEIRA, J.R. *Caracterização das Potencialidades Aquíferas da Região Metropolitana de Belém, com Proposta Técnica para Perfuração de Poços Tubulares*. In UHLY, S.; SOUZA, E.L. *A Questão da Água na Grande Belém* (Org). Belém, 2004. 247p.
- PAIVA, R.; MELO, N.; GOUVÊA, P.; RAMOS, C.; COSTA, S. *A Ocupação Urbana como Fonte Poluidora dos Corpos D'Água na Região Amazônica. Estudo de Caso: Composição e Biomassa Primária da Foz do Igarapé Tucunduba (Belém-Pará)*. In UHLY, S.; SOUZA, E.L. *A Questão da Água na Grande Belém* (Org). Belém, 2004. 247p.
- PARACAMPO, M.V. *Da Questão Social a Questão Habitacional: A Política de Periferização/Metropolização da Pobreza na RMB*. Belém, 2001. 19p.
- PEREIRA, J.A..R. et al. *Diagnóstico dos sistemas de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém*, 2004. 292p. Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém – Companhia de Saneamento do Pará. Belém, 2004.
- PEREIRA, J.A..R. et al. *Caracterização da Região Metropolitana de Belém*, 2004. 104p. Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém – Companhia de Saneamento do Pará. Belém, 2004.
- RAMOS, J.F.F. *Poluição e Contaminação da Orla de Belém*. In UHLY, S.; SOUZA, E.L. *A Questão da Água na Grande Belém* (Org). Belém, 2004. 247p.
- RECH, A.L. *Água, Micromedição e Perdas*. 2ªed. São Paulo: Scortecci, 1999. 189p.
- RIBEIRO, L.C.Q. *Déficit Habitacional & Inadequação Habitacional*. Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ – FASE, 2003 11p.

- SAMUEL, P.R.S. *Efeito da Substituição de Redes Sobre as Perdas D'Água no Distrito Pitométrico de Ipanema*. Rio Grande do Sul, 2000. 8p.
- SANTOS, E.C.R. *Perdas de Água no Sistema de Abastecimento de Água do "Campus" da Universidade Federal do Pará*. Belém, 2002.
- SILVA, R.T.; CONEJO, J.G.L. *DTA – Documento Técnico de Apoio NºA2, Definições de Perdas nos Sistemas Públicos de Abastecimento*, 1998. 70p. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana. Brasília, 1998.
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto*. 2003. 73p. Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS) – Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2003.
- SOARES, D. *Programa de Controle e Redução de Perdas*. São Paulo: Sabesp, 2004.
- TOMAZ, P. *Conservação da Água*. São Paulo: Digihouse, 2002. 294p.
- UNB. *Tecnologia Alternativa para Produção de Borracha*. Brasília, 2004. Disponível em: http://www.unb.br/iq/labpesq/lateq/Informe_tecbor.htm
- VALENTE, M.L.M.G. *A Questão da Habitação Social na Região Metropolitana de Belém*. In PEREIRA, J.A.R. Saneamento Ambiental em Áreas Urbanas (Org). Belém, 2003. 205p.
- ZOBY, J.L.G.; OLIVEIRA, F.R. *Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil*, 2005. 80p. Agência Nacional de Águas – Ministério do Meio Ambiente, Superintendência de Conservação de Água e Solo. Brasília, 2005.