



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA UFPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

ADNILSON IGOR MARTINS DA SILVA

**ANÁLISE ECONÔMICA DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA PÚBLICO FECHADO: ESTUDO DE CASO DA
CIDADE UNIVERSITÁRIA PROFESSOR JOSÉ DA SILVEIRA
NETTO – BELÉM(PA)**

Belém/PA

2012

ADNILSON IGOR MARTINS DA SILVA

**ANÁLISE ECONÔMICA DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA PÚBLICO FECHADO: ESTUDO DE CASO DA
CIDADE UNIVERSITÁRIA PROFESSOR JOSÉ DA SILVEIRA
NETTO – BELÉM(PA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, para obtenção do Título de Mestrado Acadêmico em Engenharia Civil, na área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e com Linha de Pesquisa voltada para Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. André Augusto Azevedo Montenegro Duarte.

Belém/PA

2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central - UFPA

Silva, Adnilson Igor Martins da, 1979-

Análise econômica de sistema de abastecimento de água público fechado: estudo de caso da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto – Belém (PA) / Adnilson Igor Martins da Silva. — 2012

Orientador: André Augusto Azevedo Montenegro Duarte

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2012.

1. Universidade Federal do Pará – Abastecimento de água 2. Abastecimento de água – Custos. 3. Água – Consumo. 4. Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto – Abastecimento de água.
I. Título.

CDD - 22. ed. 628.1098115



**ANÁLISE ECONÔMICA DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA PÚBLICO FECHADO: ESTUDO DE CASO DA CIDADE
UNIVERSITÁRIA PROFESSOR JOSÉ DA SILVEIRA NETO -
BELÉM/PA**

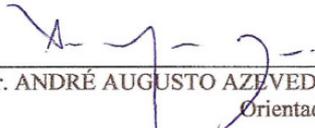
AUTOR:

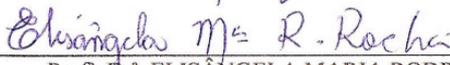
ADNILSON IGOR MARTINS DA SILVA

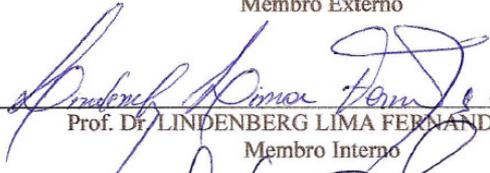
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA
APROVADA PELO COLEGIADO DO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DO INSTI-
TUTO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO PARÁ, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL NA ÁREA
DE CONCENTRAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS E SA-
NEAMENTO AMBIENTAL.

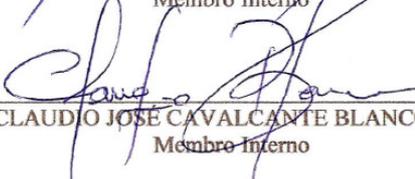
APROVADO EM: / /

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. ANDRÉ AUGUSTO AZEVEDO MONTENEGRO DUARTE
Orientador


Prof. Dr. ELISÂNGELA MARIA RODRIGUES ROCHA
Membro Externo


Prof. Dr. LINDENBERG LIMA FERNANDES
Membro Interno


Prof. CLAUDIO JOSÉ CAVALCANTE BLANCO, Ph.D.
Membro Interno

Visto:

Prof. CLAUDIO JOSÉ CAVALCANTE BLANCO, Ph.D.
Coordenador do PPGEC / ITEC / UFPA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, meus amigos e todos aqueles que colaboraram direta e indiretamente para a realização desta obra.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor André Augusto Azevedo Montenegro Duarte pela orientação deste trabalho, pela confiança em mim depositada e por todo apoio dado durante a realização desta obra.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, na figura de todos os seus integrantes: Docentes, Discentes, Técnicos-Administrativos e colaboradores, que permitiram a este aluno desenvolver o Mestrado Acadêmico acrescentando conhecimento a minha formação acadêmica.

A Prefeitura da UFPA que apoiou este autor em todos os sentidos, permitindo acesso irrestrito às informações que subsidiaram a realização deste trabalho, bem como o apoio moral dispensado por todos os Gestores ali lotados, em especial ao Prefeito Alemar Dias Rodrigues Júnior, que, acima de tudo, acreditou na ideia e motivou incondicionalmente cada etapa desta pesquisa.

Ao Gestor Máximo da Universidade Federal do Pará, o Magnífico Reitor Carlos Edilson de Almeida Maneschy, que incentivou, durante sua gestão, a capacitação dos Técnicos-Administrativos da UFPA na busca de melhorar o capital intelectual desta IFES.

Agradeço o apoio de um grande amigo, Gabriel Hiromite Yoshino. Seus conselhos, apoio, dicas e críticas contribuíram para a realização deste trabalho.

A meus familiares, em especial meu Pai, Cícero Ribeiro da Silva, e minha Mãe, Léa Martins da Silva, por tudo. Seus ensinamentos ficarão para sempre. Amo vocês!

Aos amigos, que aqui não serão citados nominalmente para não cometer a injustiça de esquecer alguém especial, pelo apoio em todos os aspectos, permitindo que este autor pudesse vencer todas as barreiras que surgiram ao longo da pesquisa.

Àqueles que direta ou indiretamente estiveram presentes em minha vida e contribuíram para esta pesquisa.

A Letícia Lopes pela inspiração, motivação e companheirismo nos momentos mais necessários.

Em especial agradeço ao Grande Arquiteto do Universo pelas glórias alcançadas até os dias de hoje.

RESUMO

O abastecimento de água é de suma importância não só para a sobrevivência humana, como também para o desenvolvimento de atividades econômicas e institucionais, ou seja, para vida orgânica/biótica e para a vida social. Com relação à disponibilidade desse recurso, o Brasil é um país com enormes reservas potenciais para atender a esse fim. A Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto, Campus da UFPA, atualmente produz sua água, com a captação através de aquífero subterrâneo, e, em pequena quantidade, também compra da Concessionária Local. Contudo, em relação à produção na Universidade Federal do Pará não há conhecimento quanto aos custos de manutenção da linha de produção, da mão-de-obra envolvida, etc. A falta desse conhecimento não permite que o Gestor possa agir de forma estratégica, com relação a essa situação. Este trabalho visa levantar os custos diretos e indiretos da produção de 1m³ de água tratada na Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto, comparando-o com os valores cobrados pela Concessionária Local, a fim de demonstrar ao gestor qual a situação mais vantajosa à Administração com relação ao assunto a ser abordado. Ademais, foram criados cenários futuros, tendo em vista que a atividade universitária é dinâmica e crescente, além do que se incorporaram condições como custo de energia e valor da outorga para captação de água, ainda não integrados nos custos atuais de produção. Os resultados demonstram claramente que a opção de produzir água para consumo é a mais vantajosa em termos econômicos para a Instituição, em qualquer cenário proposto. Ressalta-se que o custo por m³ da água produzida varia de R\$ 0,31 a R\$ 0,45, enquanto que a compra através da Concessionária Local, em torno de R\$ 4,30/m³ para o ano de 2011, só se mostrará viável se esse preço for de no máximo de R\$ 0,50/m³. Com essas informações e análises devidamente apresentadas de forma clara e tecnicamente consideradas, este trabalho poderá ser utilizado como instrumento de gestão pública capaz de permitir o melhor ou mais adequado sistema de Abastecimento de Água na Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto.

Palavras-chaves: Água. Análise Econômica. Abastecimento. Custo. Universidade Federal do Pará.

ABSTRACT

The water supply is of paramount importance not only for human survival, but also for the development of economic activities and institutional, that is, to organic life / biotic and social life. Regarding the availability of this feature Brazil is a country with huge potential reserves to meet this end. The City University Professor José da Silveira Netto, the UFPA campus, currently produces its water, with funding through an underground aquifer, and in small quantities, also purchased from Local Dealership. However, in relation to production at the Federal University of Pará there is no knowledge about the maintenance costs of the production line, the hand labor involved, etc.. The lack of such knowledge does not allow the manager to act strategically with respect to this situation. This work aims to raise the direct and indirect costs of production of 1m³ of water treated at the City University Professor José da Silveira Netto, comparing it with the amounts charged by the Concessionaire site in order to show the manager what the most advantageous to the Administration with relation to the matter being addressed. Furthermore, future scenarios have been created in order that the activity is dynamic and growing university, beyond what was incorporated as conditions of energy cost and value of grants for water use, not yet integrated into the current cost of production. The results clearly demonstrate that the option of producing drinking water is the most economically advantageous for the institution, in any proposed scenario. Noting that the cost per m³ of produced water ranges from R\$ 0,31 to R\$ 0,45, while the purchase through the Local Dealership, around R\$ 4,30 / m³ for the year 2011, only show viable if that price is a maximum of R\$ 0,50 / m³. With this information and analyzes adequately presented clearly and technically considered, this work may be used as a management tool that will permit the public better or more adequate system of water supply in the City University Professor José da Silveira Netto.

Key words: Water. Economic Analysis. Supply. Cost. Federal University of Pará

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Unidade Policial localizada na Avenida Tucunduba.....	19
Figura 1.2 - Terminal de Passageiros	19
Figura 2.1 – Distribuição da Água no Mundo.	23
Figura 2.2 – Distribuição da Água no Mundo – Disponibilidade por habitante	24
Figura 2.3 – Distribuição de Água Doce Superficial no Continente Americano.....	25
Figura 2.4 - Divisão hidrográfica Nacional (Res. Nº 32 do CNRH).....	26
Figura 2.5 - Sistemas de Abastecimento de Água	33
Figura 2.6 - Ciclo do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário	34
Figura 2.7 - Sistema integrado de abastecimento da Grande Belém.....	36
Figura 2.8 - Mananciais utilizados no abastecimento de água superficial.....	37
Figura 2.9 - Rotina de atividades para concepção de Sistema de Abastecimento de Água.....	40
Figura 2.10 - Consumo médio per capita de água por bacia hidrográfica	44
Figura 2.11 - Formas de Captação de Água	49
Figura 2.12 - Corte do Terreno Mostrando os Lençóis de Água.....	51
Figura 2.13 - Bombeamento de água do Lago Bolonha bombeada para as ETA Bolonha, ETA São Brás e ETA 5º Setor.....	54
Figura 2.14 - Algumas finalidade da reservação	61
Figura 2.15 - Tipos de reservatórios.....	61
Figura 2.16 - Rede de distribuição de Água	63
Figura 2.17 - Esquema dos três tipos de Sistemas: Aberto, Fechado e Isolado	67
Figura 2.18 - Esquema quanto aos Sistemas Estático e Dinâmico	69
Figura 2.19 - Custo fixo	73
Figura 2.20 - Custo variável	73
Figura 2.21 - Custo semivariável.....	74
Figura 2.22 - Custos totais	74
Figura 3.1 - Organograma atual da UFPA.....	76
Figura 3.2 - Planta destinada ao Núcleo Universitário do Pará.....	77
Figura 3.3 - Terreno a margem direita do rio Guamá.....	77
Figura 3.4 - Localização dos Setores	79
Figura 3.5 - Vista aérea da UFPA (Ano: 1978).....	79
Figura 3.6 - Vista aérea da UFPA (Ano: 1995).....	79

Figura 3.7 - Vista aérea da UFPA (Ano: 1987).....	79
Figura 3.8 - Vista aérea da UFPA (Ano: 2009).....	79
Figura 3.9 - Vista aérea da UFPA (Ano: 2011) - PCT Guamá, Setores Básico, Profissional, Esportivo e Saúde.....	80
Figura 3.10 - Vista aérea da UFPA (Ano: 2011) – Setor Saúde e PCT Guamá	80
Figura 3.11 - Vista aérea da UFPA (Ano: 2011) - Setor Profissional e Esportivo.....	80
Figura 3.12 - Vista aérea da UFPA (Ano: 2011) - Setor Básico	80
Figura 3.13 - Busto em homenagem ao Professor José da Silveira Netto	81
Figura 3.14 - Imagem da área da UFPA (1977)	81
Figura 3.15 - Imagem da área da UFPA (2005)	82
Figura 3.16 - Imagem da área da UFPA (2006)	82
Figura 3.17 - Imagem da área da UFPA (2009)	83
Figura 3.18 - Situação atual e projeções futuras da Urbanização da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto	84
Figura 3.19 - Esquema quanto à oferta de água para a Cidade Universitária.....	88
Figura 3.20 - Mapa de Localização da Cidade Universitária e da ETA da UFPA.....	89
Figura 3.21 - Estação de Tratamento de Água da UFPA – Funcionando durante o dia	89
Figura 3.22 - Estação de Tratamento de Água da UFPA – Funcionando durante a noite	89
Figura 3.23 - Poço 4 construído em julho de 2000.....	91
Figura 3.24 - Poço 5 construído em abril de 2003.....	91
Figura 3.25 - Poço 3 construído em maio de 2002.....	91
Figura 3.26 - Poço 6 construído em abril de 2009.....	91
Figura 5.1 - Evolução da População da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto	96
Figura 5.2 - Gráfico Evolução Populacional - Método da Projeção Aritmética	97
Figura 5.3 - Gráfico Evolução Populacional - Método da Projeção Geométrica.....	97
Figura 5.4 - Gráfico Evolução Populacional - Taxa Decrescente de Crescimento	98
Figura 5.5 - Gráfico Evolução Populacional - Crescimento Logístico.....	98
Figura 5.6 - Evolução da População da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto (Curva de Tendência Logarítmica).....	99
Figura 5.7 - Evolução da População da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto (Curva de Tendência de Potência).....	99

Figura 5.8 - Evolução da População da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto (Curva de Tendência Linear)	100
Figura 5.9 - Evolução da População da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto (Curva de Tendência Polinomial de ordem 2).....	100
Figura 5.10 - Evolução da População da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto (Curva de Tendência Exponencial)	101
Figura 5.11 - Esquema quanto ao abastecimento de água pela UFPA e pela COSANPA.....	102
Figura 5.12 - Esquema quanto ao abastecimento de água pela UFPA e pela COSANPA, Localização dos Poços e Capacidade de Armazenamento de Água dos reservatórios existentes.....	103
Figura 5.13 - Gráfico da oferta de água para o SAA da Cidade Universitária	105
Figura 5.14 - Gráfico compra da água através da Concessionária Local.....	106
Figura 5.15 - Gráfico comparativo População x Oferta x Oferta Estimada x Compra	107
Figura 5.16 - Gráfico das tarifas da COSANPA (valor cobrado da UFPA por m ³)...	108
Figura 5.17 - Gráfico dos valores pagos à COSANPA (com projeção)	109
Figura 5.18 - Gráfico comparativo dos Custos do SAA da UFPA x Valor Pago à COSANPA (com projeção)	110
Figura 5.19 - Custo/m ³ projetado até o ano de 2030 (Compra / Produção)	111
Figura 5.20 - Comparativo percentual para o volume de água utilizado pela UFPA no ano de 2011	113
Figura 5.21 - Esquema quanto à oferta de água para a Cidade Universitária.....	113
Figura 5.22 - Percentual de desperdício de água na Cidade Universitária (para o ano de 2011)	115
Figura 5.23 - Gráfico comparativo Oferta ao SAA x Potencial com a média de trabalho do Sistema x Potencial com o trabalho pleno do Sistema.....	116
Figura 5.24 - Autoclave do Hospital Bettina Ferro de Souza.....	120
Figura 5.25 - Incrustação do aquecedor de água da autoclave	120
Figura 5.26 - Incrustação do aquecedor de água da autoclave	120
Figura 5.27 - Gráfico da projeção de Custos da UFPA + Despesa com Energia Elétrica - Projeção até o ano de 2030	122
Figura 5.28 - Gráfico da tarifa quanto ao consumo de kWh - Projeção até o ano de 2030	122

Figura 5.29 - Gráfico da projeção de Custos da UFPA + Despesa com Outorga - Projeção até o ano de 2030	124
Figura 5.30 - Gráfico da tarifa quanto a captação de água para abastecer o SAA da Cidade Universitária - Projeção até o ano de 2030	125
Figura 5.31 - Gráfico da projeção de Custos da UFPA + Despesa com consumo de energia elétrica + Despesa com Outorga - Projeção até o ano de 2030	126
Figura 5.32 - Potencial despesa da UFPA para comprar 100% do volume de água ofertado ao SAA da Cidade Universitária - Projeção até o ano de 2030.....	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Situação Hídrica das Regiões Brasileiras	28
Tabela 2.2 - Preços públicos unitários aprovados pelo Comitê da Bacia do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP.....	31
Tabela 2.3 - Valores de Outorga quanto ao volume captado do aquífero	32
Tabela 2.4 - Projeção Populacional. Métodos com base em equações matemáticas.....	47
Tabela 2.5 - Projeções populacionais com base em métodos de quantificação indireta	48
Tabela 3.1 - Atualização monetária para o valor de CR\$ 85.000.000,00	87
Tabela 3.2 - Atualização monetária para o valor de CR\$ 105.000.000,00	87
Tabela 3.3 - Atualização monetária para o valor de CR\$ 50.000.000,00	88
Tabela 4.1 - Dados de entrada para utilização dos métodos com base em equações matemáticas	92
Tabela 5.1 - Medição do volume de água extraído do aquífero subterrâneo que abastece a Cidade Universitária.....	103
Tabela 5.2 - Volume de água comprado junto à COSANPA (Anual).....	104
Tabela 5.3 - Medição do consumo de energia elétrica do SAA da UFPA	104
Tabela 5.4 - Informações a respeito dos poços da Cidade Universitária	104
Tabela 5.5 - Valores gastos pela UFPA para manutenção e operação do SAA da Cidade Universitária	109
Tabela 5.6 - Custo/m ³ da Água Ofertada pela UFPA através de seu SAA.....	110
Tabela 5.7 - Custo/m ³ da Água Ofertada pela UFPA através de seu SAA (Adicionada a Depreciação do Poço 6)	112
Tabela 5.8 - Volume de água disponibilizado à Cidade Universitária no Ano de 2011	112
Tabela 5.9 - Potencial de oferta de água que pode ser disponibilizado ao SAA da Cidade Universitária - Trabalho Médio	114
Tabela 5.10 - Potencial de oferta de água que pode ser disponibilizado ao SAA da Cidade Universitária - Trabalho Pleno.....	114
Tabela 5.11 - Consumo de energia elétrica da Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto	117

Tabela 5.12 - Valor que deveria ser pago pela UFPA à Concessionária Local de Energia (somente pelo consumo do SAA da Cidade Universitária)	117
Tabela 5.13 - Valor que deveria ser pago pela UFPA à Concessionária Local de Energia (somente pelo consumo do SAA da Cidade Universitária) - Para o Ano de 2011	117
Tabela 5.14 – Estimativa de Custo para UFPA caso houvesse a obrigação do pagamento da outorga para captação de água.....	118
Tabela 5.15 - Análise da Qualidade da Água (Resultados analíticos físico-químicos dos parâmetros na água que abastece o Núcleo Pedagógico Integrado – Abastecimento feito pela Concessionária Local).....	119
Tabela 5.16 - Análise da Qualidade da Água (Resultados analíticos físico-químicos dos parâmetros na água que abastece a Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto– Abastecimento feito através de produção própria da UFPA através de seu SAA).....	119
Tabela 5.17 - Custo por m ³ de água produzida no SAA da Cidade Universitária, quando houver a cobrança de energia elétrica	121
Tabela 5.18 - Custo por m ³ de água produzida no SAA da Cidade Universitária, quando houver a cobrança de outorga para captação de água	123
Tabela 5.19 - Custo por m ³ de água produzida no SAA da Cidade Universitária, quando houver a cobrança pelo consumo de energia elétrica bem como a cobrança de outorga para captação de água.....	125
Tabela 5.20 - Despesa da UFPA junto à CONSAPA caso comprasse 100% da água potencialmente ofertada ao SAA da Cidade Universitária - Ano de Referência: 2011	127
Tabela 5.21 - Resumo dos Cenários (R\$/m ³).....	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Sistemas de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém	37
Quadro 2.2 - Parcelas componentes da demanda de água de uma localidade	42
Quadro 2.3 - Principais processos e operações unitárias de tratamento de água para abastecimento público.....	58
Quadro 5.1 - Classificação do Sistema de Abastecimento de Água em função dos índices percentuais de perdas.....	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

aC	Antes de Cristo
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Crescimento Aritmético
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CBH	Conjunto de Bacias Hidrográficas
CEIVAP	Comitê da Bacia do Rio Paraíba do Sul
CELPA	Centrais Elétricas do Pará
CG	Crescimento Geométrico
CL	Crescimento Logístico
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CODEM	Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém
COGERH	Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos
COSANPA	Companhia de Saneamento do Pará
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DRDH	Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica
ETA	Estação de Tratamento de Água
FNS	Fundação Nacional de Saúde
hab	Habitantes
MEC	Ministério da Educação
MS	Ministério da Saúde
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas

PCJ	Piracicaba, Capivari e Jundiaí
PCT	Parque de Ciência e Tecnologia
PROAD	Pró-Reitoria de Administração
PUB	Preço Unitário Básico
PUF	Preço Unitário Final
RMB	Região Metropolitana de Belém
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SEMA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente
SESu	Secretaria de Ensino Superior
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TDC	Taxa Decrescente de Crescimento
UFPA	Universidade Federal do Pará
USP	Universidade de São Paulo
WMO	World Meteorological Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TRABALHO.....	20
1.2	OBJETIVOS.....	21
1.2.1	Objetivo Geral.....	21
1.2.2	Objetivos Específicos.....	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1	RECURSOS HÍDRICOS.....	22
2.1.1	Importância dos Recursos Hídricos.....	22
2.1.2	Outorga de Recursos Hídricos	28
2.2	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	33
2.2.1	O Sistema de Abastecimento de Água.....	33
2.2.2	A Concepção	38
2.2.3	O Consumo.....	40
2.2.4	A Captação	48
2.2.5	O Tratamento.....	56
2.2.6	A Reservação	58
2.2.7	A Distribuição.....	62
2.3	TEORIA DOS SISTEMAS.....	65
2.4	ENGENHARIA DE CUSTOS.....	70
3	ÁREA DE ESTUDO: CIDADE UNIVERSITÁRIA PROF. JOSÉ DA SILVEIRA NETTO.....	76
3.1	O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE UNIVERSITÁRIA PROFESSOR JOSÉ DA SILVEIRA NETTO – HISTÓRICO E SITUAÇÃO ATUAL	84
4	METODOLOGIA	92
4.1	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	92
4.2	1ª ETAPA.....	92
4.3	2ª ETAPA.....	93
4.4	3ª ETAPA.....	94
4.5	4ª ETAPA.....	94

5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	96
5.1	RESULTADOS POR ETAPA	96
5.1.1	Resultados da 1ª Etapa	96
5.1.2	Resultados da 2ª Etapa	104
5.1.3	Resultados da 3ª Etapa	118
5.1.4	Resultados da 4ª Etapa	121
	CONCLUSÃO	128
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
	APÊNDICE A – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ESCOLA DE APLICAÇÃO E DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA CIDADE UNIVERSITÁRIA	141
	APÊNDICE B – INFRAESTRUTURA FÍSICA DOS SETORES BÁSICO, PROFISSIONAL, SAÚDE E ESPORTIVO DA CIDADE UNIVERSITÁRIA	149

1 INTRODUÇÃO

Para Gleick (2000) o acesso universal aos serviços básicos de água é uma das condições fundamentais para o desenvolvimento humano. Mesmo assim, ainda no século XXI, bilhões de pessoas carecem de tal acesso. Estima-se que mais de um bilhão de pessoas no mundo em desenvolvimento não têm água potável e quase três bilhões de pessoas vivem sem acesso aos sistemas de saneamento necessários para reduzir a exposição a doenças relacionadas com a água. Diante dessa situação, tem-se então que a água é um elemento essencial, não existindo outro substituto para ela. Sem esse recurso, a vida Humana não é possível não tendo acesso à quantidade mínima necessária diariamente.

O Sistema de Abastecimento de Água – SAA é um serviço público ou privado, isolado ou integrado, constituído de um conjunto de sistemas hidráulicos e instalações responsáveis pelo suprimento de água para atendimento das necessidades de uma população, ou de uma indústria, entre outros usos.

O abastecimento público de água em áreas urbanas tem por finalidade distribuir esse recurso com boa qualidade e quantidade adequada para suprir as necessidades da Comunidade Acadêmica e dos seus usuários.

Para garantir o acesso à água, a Universidade Federal do Pará – UFPA recorre à fonte subterrânea e, em algumas unidades, também àquela fornecida pela Concessionária Local, a Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA.

Desde a implantação do Núcleo Universitário, em 1957, sempre houve um sistema próprio de abastecimento de água, o qual compreende desde a captação, tratamento, armazenamento até a distribuição. Ao longo do tempo, a UFPA ampliou sua área construída, aumentando sua demanda para uso desse recurso, pois houve aumento da população a ser atendida, bem como a criação de novas Unidades. Atualmente, utilizam esse recurso às unidades Administrativas da UFPA, Institutos, Núcleos, Salas de Aula, Laboratórios, Hospital, Áreas Verdes, Ginásios, Piscina, Centro de Convenções, Biblioteca, entre outras, sem contar que também abastece a Unidade Policial localizada na Av. Tucunduba e o Terminal de Passageiros.

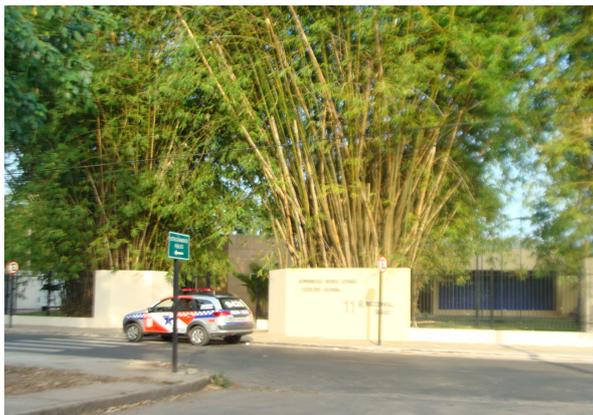


Figura 1.1 - Unidade Policial localizada na Avenida Tucunduba



Figura 1.2 - Terminal de Passageiros

Dada a importância da água, tendo em vista que este recurso natural é estratégico, além de indispensável para garantir a sobrevivência do Ser Humano, permitindo o desenvolvimento econômico da população, assegurando a preservação do meio ambiente. Ao longo do tempo, a UFPA sempre se preocupou em atender a demanda do momento, bem como a futura, não medindo esforços para ampliar, pelo menos, a rede do Sistema de Abastecimento de Água – SAA da Cidade Universitária.

Desde a construção do primeiro SAA da Cidade Universitária, a UFPA mantém equipes de manutenção dessas instalações, sejam próprias ou terceirizadas, atuantes nas áreas de Hidráulica e Elétrica, entre outras, a fim de manter a perenidade do sistema, visando propiciar o desempenho regular das atividades institucionais, mantendo o abastecimento de água apropriado para o atendimento das demandas.

Contudo, não há estudos que levem em consideração os custos inerentes à produção e distribuição de 1m^3 de água produzido no SAA da Cidade Universitária.

A maior ou menor facilidade com que é possível se obter a água (no caso da Cidade Universitária, por produção própria e/ou comprada da Concessionária Local) e a colocação no local onde é necessária, determina o seu custo. Seja qual for a origem e o destino do Recurso Hídrico, a sua utilização dá sempre origem a custos tangíveis e intangíveis.

A magnitude destes custos depende da fonte de captação, do destino (local onde deve ser usada) e do sistema de aplicação. De um modo geral, o custo tangível unitário tem sempre os mesmos componentes seja qual for a fonte, o

destino e o modo de aplicação, porém varia nos montantes. Assim, o custo total de obtenção da água pode ser compreendido como:

- Custo da obra de hidráulica necessária para a captação e/ou armazenagem da água;
- Custo dos sistemas de transporte, distribuição e aplicação e estações elevatórias;
- Custo da energia;
- Custo de manutenção e conservação do sistema (Produção de Água Tratada);
- Custo de gestão e administração do sistema.

Daí surge às questões: quanto custa do metro cúbico de água produzido na Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto? É mais viável/melhor produzir ou comprar água da Concessionária Local?

A falta desses conhecimentos não possibilita que a Administração Superior da UFPA faça projeções futuras para manutenção do SAA, nem tome decisões fundamentadas.

Cabe destacar que a UFPA atualmente não é responsável pelo ônus do pagamento do seu consumo de energia elétrica, nem da extração da água subterrânea (outorga para captação).

Diante dessa situação, este trabalho procura analisar as alternativas de abastecimento, verificando os custos inerentes à produção de 1m³ de água no SAA da Cidade Universitária, bem como verificar qual seria a medida mais vantajosa à Administração quanto à produção, compra da Concessionária Local ou ambos simultaneamente.

Serão criados cenários onde situações, como, por exemplo, o crescimento populacional e expansão da Cidade Universitária, o pagamento de energia elétrica e o pagamento do volume de água extraído do aquífero subterrâneo possam existir. Pois, até que ponto, em termos de gestão, a Universidade está preparada para arcar com os custos para produzir ou comprar 1m³ de água?

1.1 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TRABALHO

A análise das diferentes possibilidades de abastecimento das unidades da Cidade Universitária, de acordo com os cenários, poderá subsidiar os Gestores a

tomarem decisões mais coerentes quanto à gestão dos recursos destinados à UFPA. Este estudo visa, também, despertar na comunidade acadêmica e na sociedade em geral a consciência do uso racional do recurso hídrico, uma vez que é um bem finito e que possui valor econômico.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho objetiva analisar as alternativas para o abastecimento de água (produção ou compra), visando criar aos Gestores um instrumento decisório quanto à gestão de recursos financeiros destinados à UFPA, tendo em vista que a água é um bem finito dotado de valor econômico.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os custos inerentes à produção de 1m³ de água no SAA da UFPA;
- Identificar a despesa da UFPA para a compra de 1m³ de água através da Concessionária Local à UFPA;
- Estudar a estrutura atual da Cidade Universitária e sua expansão, territorial e populacional;
- Estabelecer cenários futuros, levando-se em consideração as situações plausíveis que onerem o Sistema ou alterem as condições atuais;
- Propor aos Gestores da UFPA possíveis instrumentos de gestão, baseado nos resultados obtidos, em função dos custos levantados;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 RECURSOS HÍDRICOS

2.1.1 Importância dos Recursos Hídricos

Historicamente pouco se valorizou a água, ela sempre foi vista como um recurso natural abundante e inesgotável; não obstante seja de conhecimento de todos que a água constitui o elemento mais importante do meio ambiente, posto que, para a ciência que estuda a origem da vida, tanto a partir da matéria não viva (abiogênese) como da matéria viva (gênese), existe sempre a presença dos elementos químicos que compõem a água (H₂O). Portanto, é notória sua necessidade para o desenvolvimento da vida em nosso planeta.

Para Freitas, Rangel e Dutra (2005), a escassez de recursos hídricos traz sérias limitações para o desenvolvimento, ao restringir o atendimento às necessidades humanas, o que frequentemente é acompanhado pela degradação acelerada dos ecossistemas aquáticos. E, sublinhe-se, escassez e degradação não são fenômenos recentes. Por volta de 2000 aC, a decadência econômica dos sumérios decorreu da estagnação de sua agricultura irrigada em razão da salinização do solo.

Grandes impérios na Mesopotâmia, no Egito, na Índia e na China dependiam diretamente do aproveitamento dos seus recursos hídricos. Tales de Mileto, 625-558 aC, já afirmava que a água estava no princípio de tudo e, um pouco mais tarde, Platão, 427-347 aC, defendeu a necessidade de disciplinar o uso e de se evitar a degradação dos corpos d'água. Grande parte das condições insalubres que predominaram no início da Idade Média foi relacionada à perda de infraestruturas e técnicas de gestão e tratamento das águas e rejeitos (Freitas, Rangel e Dutra, 2005).

Ainda em 1830, a epidemia de cólera assolava a América do Norte e a Europa e tinha origem no inadequado tratamento dos efluentes domésticos que espalhavam os microrganismos causadores de doenças (Freitas, Rangel e Dutra, 2005).

Desde então, apesar da significativa evolução científica e tecnológica e, mais recentemente, da conscientização quanto à importância dos recursos hídricos e de sua crescente escassez, a situação está longe de ser confortável. Levantamentos realizados pela Organização Meteorológica Mundial das Nações Unidas indicam que um terço da população mundial vive em regiões de moderado a alto stress hídrico; ou seja, com um nível de consumo superior a 20% da sua disponibilidade de água.

As estatísticas da OMM/ONU demonstram claramente que, nos próximos 30 anos, a situação global das reservas hídricas tende consideravelmente a piorar, caso não sejam tomadas atitudes definitivas no sentido de melhorar a gestão da oferta e demanda de água. Extrapolando-se o que ocorreu no século XX, a WMO prevê que dois terços dos habitantes do planeta estarão vivendo em áreas de "moderado a alto stress", se nada for feito (WMO, op. cit.). A Figura 2.1 e a Figura 2.2 destacam a distribuição de água no mundo.

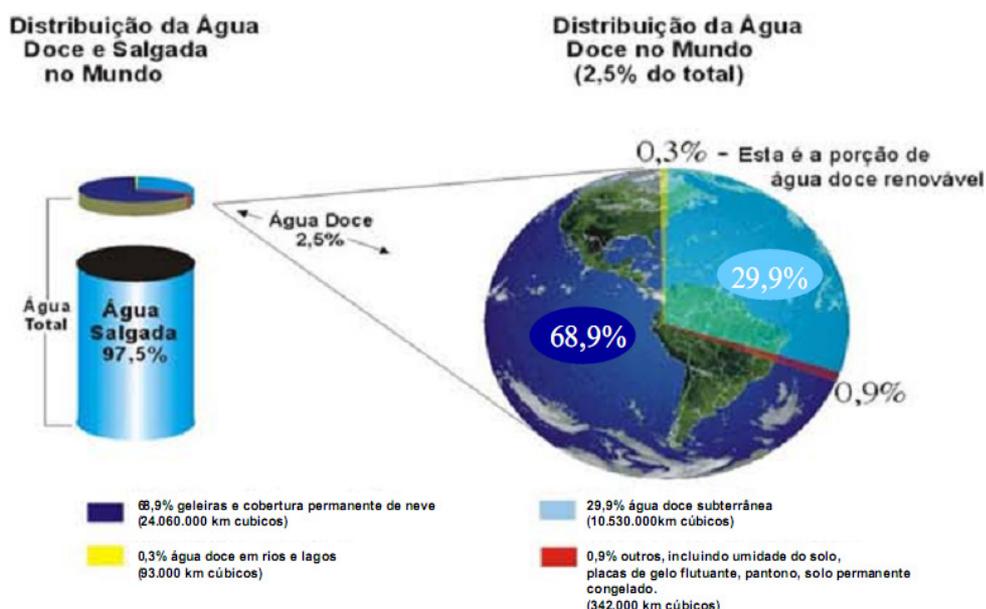


Figura 2.1 – Distribuição da Água no Mundo.
 Fonte: ANA (2011).

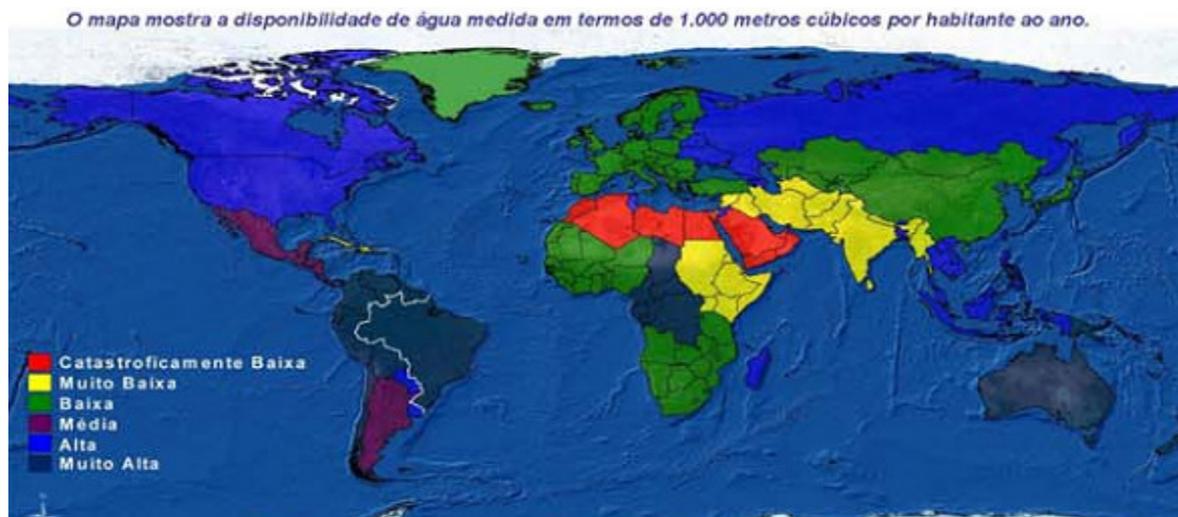


Figura 2.2 – Distribuição da Água no Mundo – Disponibilidade por habitante
Fonte: ANA (2011)

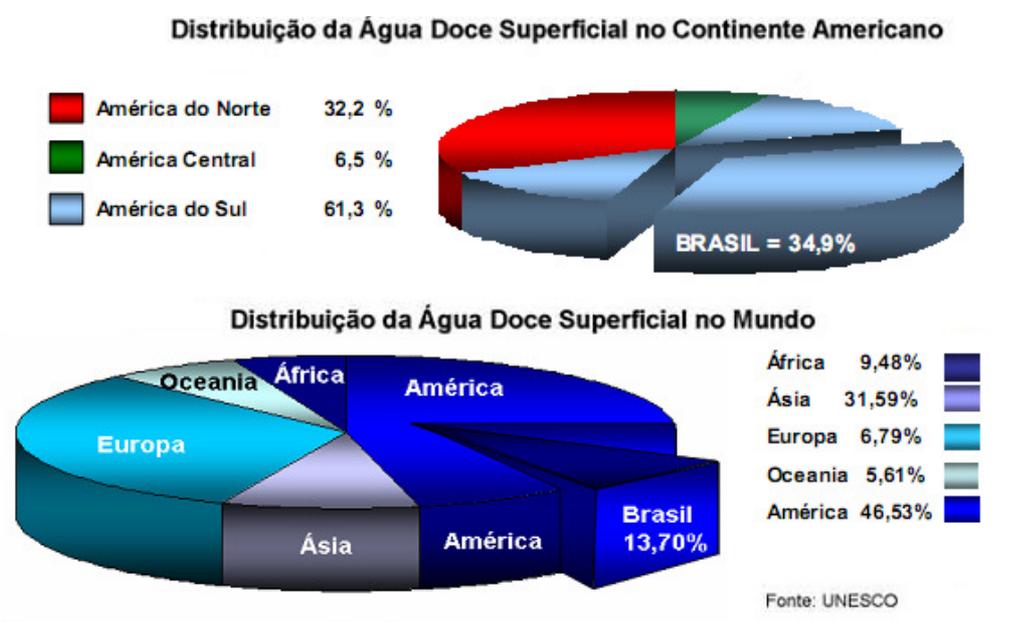
Corroborando com a ideia da importância do Recurso Hídrico, Vargas (2000) destaca que a partir dos anos 70 a água passou a constar como um dos temas mais importantes da agenda internacional. Após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, em 1972, a Conferência de Mar del Plata, em 1977, foi o primeiro evento multilateral genuinamente global a debruçar-se, sob os auspícios das Nações Unidas, sobre a problemática da água. O Plano de Ação então adotado reconheceu a conexão intrínseca entre os projetos de desenvolvimento de recursos hídricos e suas significativas repercussões físicas, químicas, biológicas, sanitárias e sócio-econômicas.

Ademais, (Freitas, Rangel e Dutra, 2005) relatam que a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, celebrada no Rio de Janeiro, em 1992, reafirmou e consagrou conceitos de crucial interesse para os países em desenvolvimento, a saber: o desenvolvimento sustentável; o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, entre os países, no que diz respeito à proteção do meio ambiente; a soberania dos Estados sobre os recursos naturais existentes em seus territórios e a responsabilidade de que sua exploração não acarrete danos fora de sua jurisdição; e o princípio da precaução.

Mister se faz destacar, ainda da visão de Vargas (2000), que os recursos hídricos são um capítulo relevante da Agenda 21, não só por ser o mais extenso de todos, mas também por tocar um ponto de interesse estratégico, especialmente para o Brasil. Foi reconhecido "*o caráter multissetorial do desenvolvimento dos recursos hídricos no contexto do desenvolvimento socioeconômico, bem como os interesses*

múltiplos na utilização desses recursos para o abastecimento de água potável e saneamento, agricultura, indústria, desenvolvimento urbano, geração de energia hidroelétrica, pesqueiros de águas interiores, transporte, recreação, manejo de terras baixas e planícies e outras atividades". O capítulo sobre recursos hídricos abrange sete áreas programáticas que cobrem os aspectos de desenvolvimento e manejo integrado; avaliação; proteção dos recursos hídricos, da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos; abastecimento de água potável e saneamento; água e desenvolvimento urbano sustentável; água para produção sustentável de alimentos e desenvolvimento rural sustentável; e impactos da mudança do clima sobre os recursos hídricos.

Cabe destacar que a maior parte da água doce ainda disponível no mundo encontra-se na América do Sul, cujos países têm o direito de explorá-la de forma sustentável, em benefício do bem-estar de seus povos. A Figura 2.3 explicita como está a distribuição de água doce superficial no Continente Americano.



- O IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) é um indicador da ONU para medir a qualidade de vida. Considera educação, longevidade e renda. Varia de 0 (nenhum desenvolvimento) a 1 (desenvolvimento total).

- Para o índice de escolaridade, leva em conta a taxa bruta de matrícula e a taxa de alfabetização de pessoas com mais de 15 anos. Para a renda, usa o PIB *per capita*. Para avaliar a saúde, utiliza a esperança de vida ao nascer.

Figura 2.3 – Distribuição de Água Doce Superficial no Continente Americano.
Fonte: ANA (2011)

Para o Brasil, trata-se de matéria cuja importância extrapola o aspecto técnico da utilização das águas para fins de geração de energia, irrigação agrícola ou

conservação do meio ambiente. O fato de as linhas de fronteira serem em grande parte extensões definidas pelos cursos de diversos rios, é possível inscrever necessariamente o tema dos recursos hídricos no âmbito da política externa. No Brasil, o compartilhamento de um imenso potencial hídrico, tanto na fronteira norte quanto na sul, serviu de base para o estabelecimento de uma teia de instrumentos jurídicos para estimular a cooperação com vistas ao ótimo aproveitamento dos grandes recursos naturais existentes e assegurar, mediante o uso racional, sua preservação para as gerações futuras. A Figura 2.4 identifica como está dividido o Brasil de acordo com as suas bacias hidrográficas.



Figura 2.4 - Divisão hidrográfica Nacional (Res. Nº 32 do CNRH)
Fonte: ANA (2011)

Tratando da escassez da água como assunto relevante quanto à importância dos Recursos Hídricos, Leuck (2008), relata que o documento “*Carta de Princípios*

Cooperativos pela Água”, assinado no Brasil em 2007, considera que a escassez ocorre em três situações possíveis: “*Primeira: sob o ponto de vista do cidadão, a água de qualidade é escassa, mesmo quando o volume de água seja abundante na natureza*”, ou seja, o que ocorre de fato não é a real escassez de água, mas o déficit de saneamento, onde as comunidades não são servidas pelo sistema de abastecimento de água e nem pelo de esgotamento sanitário. “*A segunda situação de escassez ocorre quando a quantidade de água é insuficiente para atender ao consumo doméstico e à produção agrícola, industrial e energética*”, levando à competição e a conflitos pelo uso, prejudicando o desenvolvimento econômico da região. “*E a terceira, quando a quantidade de água é suficiente, mas de má qualidade, que não pode ser utilizada*”, situação que vem se tornando, cada vez mais, comum devido ao lançamento de efluentes não tratados e à poluição rotineira dos recursos hídricos. No que se refere à utilização dos recursos hídricos, a ocorrência de externalidades é agravada por ser a água considerada um bem público, ou seja, aquele cujos consumidores não sofrem restrição para consumir e cujo custo de ampliação de consumo é nulo.

Geralmente a escassez de água é determinada pela configuração de dois fatores principais:

- Aumento da população – principalmente em áreas com alta concentração populacional.
- Condições climáticas desfavoráveis – baixa disponibilidade hídrica, baixas precipitações e diferentes tipos de climas.

Além disso, considerando-se um incremento da poluição e um gerenciamento inadequado dos recursos hídricos, nota-se uma tendência para o surgimento de conflitos em relação ao uso da água, devido à redução da disponibilidade hídrica de qualidade e ao aumento progressivo da demanda de água. Atualmente, utilizam-se diferentes indicadores para quantificar a predominância de conflitos, de acordo com as características de determinada região.

Conforme exposto na Tabela 2.1 o consumo médio de água para as regiões brasileiras onde a pior situação de disponibilidade hídrica ocorre no Nordeste e Sudeste.

Tabela 2.1 - Situação Hídrica das Regiões Brasileiras

Região	Consumo Médio de Água (m ³ /ano.hab)	Disponibilidade Específica de Água – DEA (m ³ /hab.ano)	% de Consumo
Norte	204	513.102	0,04
Nordeste	302	4.009	7,53
Sudeste	436	4.868	8,96
Sul	716	15.907	4,50
Centro-Oeste	355	69.477	0,51
Brasil	414	30.162	0,83

FONTE: Hespanhol (2008) apud Leuck (2008)

Leuck (2008) discorre que no Brasil, apesar de não parecer crítica, a má distribuição espacial dos recursos hídricos e da população, somada a fatores como mau planejamento e falta de gestão dos recursos hídricos, tornam realidade o problema da disponibilidade hídrica, gerando inclusive, situações de estresse hídrico.

Além disso, ainda para Leuck (2008), atualmente, já é bastante difundido o valor arbitrário de 1.700m³/hab/ano como a disponibilidade necessária de água para alcançar um nível de vida adequado e garantir o desenvolvimento econômico, sem prejuízo para o meio ambiente. Abaixo desse valor, a água, ou melhor, a falta dela, torna-se um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. A diferença que se verifica entre o valor de 36,5m³/ e o valor de 1.700m³/ano, ocorre porque o primeiro valor leva em consideração unicamente o uso doméstico, enquanto o segundo considera os múltiplos usos dados à água.

2.1.2 Outorga de Recursos Hídricos

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um dos instrumentos da Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos pelo qual o Poder Público autoriza o usuário de recursos hídricos, sob condições preestabelecidas, a utilizar a água ou realizar interferências hidráulicas nos corpos hídricos, necessárias ao seu consumo e às suas atividades produtivas. Todos os usuários de recursos hídricos, excetuando-se os casos isentos previstos em lei e em regulamentos, devem dirigir-se ao órgão gestor e solicitar a outorga para garantir seus direitos de uso de determinada vazão ou volume de água, ou para realizar interferência hidráulica como poços e barramentos (PARÁ, 2011).

No caso do Pará, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA, órgão gestor dos recursos hídricos no Estado, é responsável pela emissão deste documento, que está regulamentado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos através da Resolução Nº 003, de 03 de setembro de 2008 e Decreto Estadual Nº 1.367, de 29 de outubro de 2008 (PARÁ, 2011).

Para as águas de domínio federal, é atribuição da Agência Nacional de Águas – ANA outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos (art. 4º, Lei Federal no 9.984/2000).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) é o órgão superior da hierarquia administrativa da gestão de águas, responsável pelas grandes questões do setor e pela resolução de contendas maiores.

Algumas constituições estaduais, promulgadas em seguida à Constituição Federal, já detalharam e expandiram essa preocupação com o gerenciamento dos recursos hídricos. Além disso, vários estados detentores de domínios sobre as águas como São Paulo, Ceará, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Bahia, Sergipe, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pará e Pernambuco, além do Distrito Federal, já têm suas leis de organização administrativa para o setor de recursos hídricos.

O cálculo do valor a ser cobrado, no caso da outorga onerosa, se baseia no volume captado, no efetivamente consumido e naquele que é devolvido ao rio ou corpo d'água, incluído os efluentes industriais e domésticos. Além desses parâmetros, serão considerados também o local e a época da captação (em período de seca, o preço da outorga será maior), a qualidade da água e o uso que lhe será dado. O preço poderá variar entre as regiões, conforme decisão dos comitês de bacia.

Outro exemplo interessante é o do Estado do Ceará, que, além da cobrança já instituída pelo uso da água, avançou institucionalmente, criando a Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos (COGERH). Essa companhia administra a oferta de água bruta, enquanto a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) compra e trata a água para distribuição (BORSOI E TORRES, 2011)

A ANA vem desenvolvendo ações para implementação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Brasil desde 2001, em conjunto com gestores estaduais e comitês de bacias.

A outorga de recursos hídricos são do tipo:

- Outorga Preventiva de Uso dos Recursos Hídricos: confere ao seu titular expectativa de direito de uso de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos e são indicadas para empreendimentos não implantados, que estão em fase de planejamento;
- Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos: confere ao seu titular efetivo direito de uso de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos e são indicadas para empreendimentos que estão implantados;
- Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica – DRDH: aplicada ao processo de concessão, autorização e permissão do setor elétrico e deverá ser solicitado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

No Estado do Pará, de acordo com (PARÁ, 2011), existem outras Modalidades Administrativas, as quais constituem:

- I – Renovação da Outorga;
- II – Alteração da Outorga;
- III – Desistência da Outorga;
- IV – Suspensão Parcial ou Total da Outorga;
- V – Extinção da Outorga.

Os empreendimento que devem solicitar outorga são:

- Agrícolas;
- Pecuários;
- Associações;
- Cooperativas;
- Aquiculturas;
- Empresas e Indústrias em geral;
- Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (para o caso de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica – DRDH);
- Qualquer outro usuário de água bruta superficial e subterrânea, ou que faz ou pretenda fazer obra hidráulica.

As situações que requerem outorga de direito de uso dos recursos hídricos são:

I – derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para o consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo de processo produtivo;

II – extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III – lançamento de esgotos e demais resíduos, tratados ou não, em corpo de água, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV – aproveitamento de potenciais hidrelétricos;

V – utilização das hidrovias para o transporte;

VI – outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água (PARÁ, 2011).

Para o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – PCJ, os preços públicos unitários aprovados pelo Comitê da Bacia do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP são apresentados na Tabela 2.2 a seguir:

Tabela 2.2 - Preços públicos unitários aprovados pelo Comitê da Bacia do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP

Tipo Uso	Unidade	Valor
Captação de água bruta	R\$/m ³	0,01
Consumo de água bruta	R\$/m ³	0,02
Lançamento de carga orgânica DBO _{5,20}	R\$/kg	0,10
Transposição de bacia	R\$/m ³	0,015

FONTE: CEIVAP 2011

Esses valores são definidos através de pelo Comitê da Bacia Hidrográfica, o qual estabelece um PUB – Preço Unitário Básico. Esse preço é uma unidade de medida de referência para cada parâmetro.

Os PUBs são multiplicados por Coeficientes Ponderadores, que estão definidos em legislação específica, dependendo da localidade. Os Coeficientes Ponderadores são valores estabelecidos pelo CBH para detalhes específicos do uso da água, de modo a atribuir pesos diferentes para as situações específicas de cada bacia. Assim, a partir da multiplicação dos PUBs por esses diversos coeficientes, obtém-se o PUF – Preço Unitário Final, de cada parâmetro - Captação, Consumo e Lançamento de Esgoto.

No Estado de São Paulo, Os valores médios para os PUBs nas bacias hidrográficas onde a cobrança já foi aprovada, são:

- R\$ 0,01 por m³ de água captada, extraída ou derivada;

- R\$ 0,02 por m³ de água consumida; e
- R\$ 0,10 por kg de DBO_{5,20} (matéria orgânica) lançada.

Foram estabelecidos alguns limites a serem adotados pelos CBH, definindo tetos para os PUFs de captação e consumo, como também para o valor total a ser pago por lançamento:

- $PUF_{\text{Captação}} = 0,001078 \text{ UFESP/m}^3 = \text{R\$ } 0,01770076/\text{m}^3$
- $PUF_{\text{Consumo}} = 2 \times PUF_{\text{CAP}}$
- $\text{Valor}_{\text{Lançamento}} = 3 \times (\text{Valor captação} + \text{Valor consumo})$

Para estabelecer o preço que um usuário irá pagar, basta calcular a quantidade de água captada e consumida e a quantidade de esgoto lançado, e multiplicar por seus respectivos PUFs. A soma desses três resultados é o valor total da cobrança.

$$\begin{aligned}
 & PUF_{\text{Captação}} \times \text{Quantidade de Água Captada (m}^3\text{)} \\
 & \quad + \\
 & PUF_{\text{Consumo}} \times \text{Quantidade de Água Consumida (m}^3\text{)} \\
 & \quad + \\
 & PUF_{\text{Lançamento}} \times \text{Quantidade de Esgoto Lançado (kgDBO)} \\
 & \quad = \\
 & \text{VALOR TOTAL DA COBRANÇA}
 \end{aligned}$$

Onde:

PUB – Preço Unitário Básico

PUF – Preço Unitário Final

CBH- Conjunto de Bacias Hidrográficas

Segundo ANA (2012) a cobrança da Outorga em algumas Bacias Hidrográficas apresentam os valores conforme a Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Valores de Outorga quanto ao volume captado do aquífero

Bacia Hidrográfica	Tipo de Uso	Unidade	Valor
Paraíba do Sul	Captação de Água Bruta	R\$/m ³	R\$ 0,01
Piracicaba, Capivari e Jundiá	Captação de Água Bruta	R\$/m ³	R\$ 0,01
São Francisco	Captação de Água Bruta	R\$/m ³	R\$ 0,01
Rio Doce	Captação (para os anos de 2011 e 2012)	R\$/m ³	R\$ 0,018
Rio Verde Grande	Captação (para água subterrânea)	R\$/m ³	R\$ 0,0115

FONTE: ANA (2012)

2.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

2.2.1 O Sistema de Abastecimento de Água

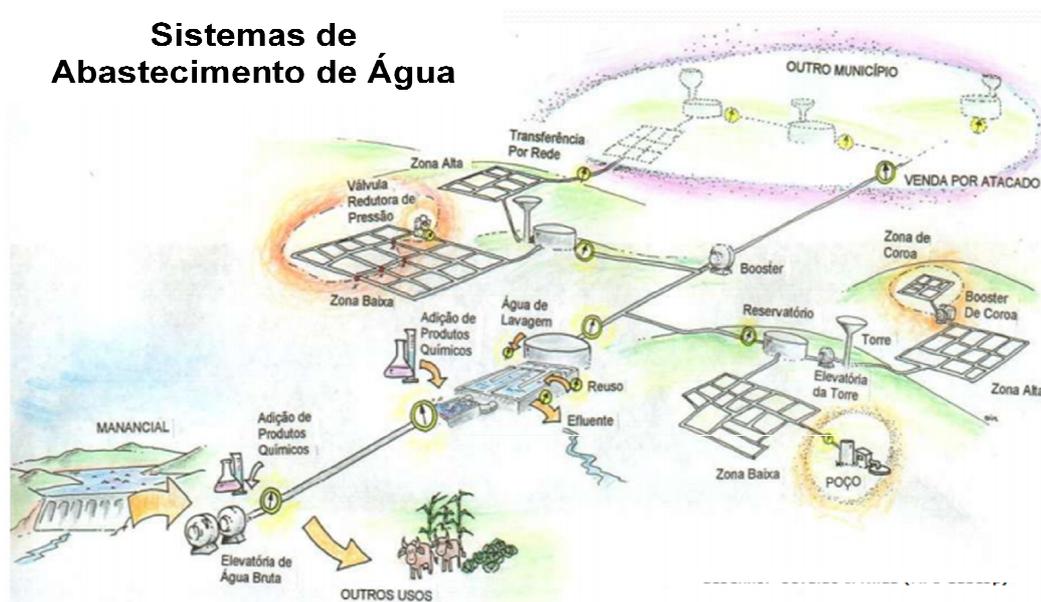


Figura 2.5 - Sistemas de Abastecimento de Água
Fonte: Osvaldo I. Niida (MPI-Sabesp) (2009)

Segundo (BARROS et al., 2007), o Sistema de Abastecimento de Água, com vistas ao consumo humano, caracteriza-se pela retirada da água da natureza, seja de aquífero subterrâneo e/ou superficial, adequação de sua qualidade, nos termos da legislação vigente, transporte até os aglomerados humanos e fornecimento à população em quantidade compatível com suas necessidades. O Sistema de Abastecimento de Água pode ser concebido para atender a pequenos povoados ou a grandes cidades, variando nas características e no porte de suas instalações.

Para atender as demandas existentes, o abastecimento de água potável para consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos necessita de um conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados a este fim.

Tsutiya (2006) corrobora com a ideia ao afirmar que uma das principais prioridades das populações é o atendimento por sistema de abastecimento de água em quantidade e qualidade adequada, pela importância para atendimento às suas necessidades relacionadas à saúde e ao desenvolvimento industrial.

Com o foco mais para a saúde, (BRASIL, 2006) define os Sistemas de Abastecimento de Água – SAA como sendo obras de engenharia que, além de objetivarem assegurar o conforto às populações e prover parte da infraestrutura das cidades, visam prioritariamente superar os riscos à saúde impostos pela água. Para

que os SAAs cumpram com eficiência a função de proteger os consumidores contra os riscos à saúde humana, é essencial um adequado e cuidadoso desenvolvimento de todas as suas fases: a concepção, o projeto, a implantação, a operação e a manutenção.

Já numa abordagem mais sustentável, Philippi Júnior (2005), diz que a utilização da água para abastecimento da população deve ter prioridade sobre os demais usos dos recursos hídricos. Do ponto de vista operacional, o abastecimento de água pode ser considerado um processo que faz parte do Ciclo do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, conforme esquema exposto na Figura 2.6.

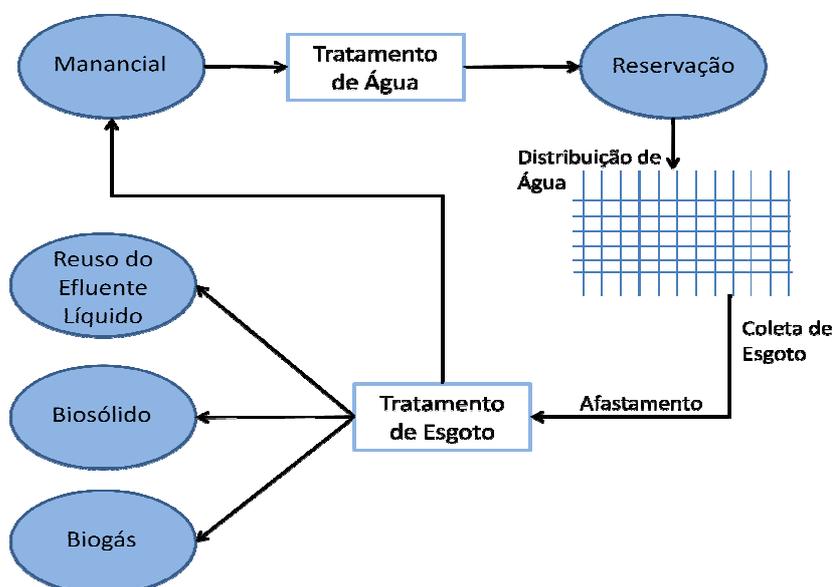


Figura 2.6 - Ciclo do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário
Fonte: Adaptado de Philippi Júnior (2005)

Esse ciclo compreende um conjunto de atividades inter-relacionadas que tem início na Gestão dos Recursos Hídricos para preservação dos mananciais.

O processo de produção de água tratada constitui a primeira etapa do Ciclo do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. O insumo é a água bruta e o produto gerado é a água tratada pronta para o consumo humano. O processamento, no entanto, passa por diversas etapas, as quais, ainda segundo Philippi Júnior (2005), são denominadas como sendo a Gestão dos Recursos Hídricos, Adução de Água Bruta, Tratamento da Água Bruta, Adução de Água Tratada e Reservação de Água Tratada.

Indo ao encontro da ideia da priorização da água para consumo humano, Heller e Pádua (2010) relatam que o abastecimento de água mantém uma relação

com o ambiente, especialmente o hídrico: de um lado é um usuário primordial, dele dependendo; de outro, ao realizar este uso, provoca impactos. Um adequado equacionamento dessa dupla relação com o ambiente é requisito indispensável para uma correta concepção.

Como usuário, o setor de abastecimento de água é considerado prioritário segundo a legislação vigente – Lei Federal nº 9.433/97 –, mas esse reconhecimento não desobriga de um uso criterioso do recurso, que contribua para maior disponibilidade para outros usuários e para a manutenção da vida aquática. Dessa forma, deve-se primeiramente preocupar-se como cumprimento do dispositivo legal, a qual estabelece as condições para a outorga dos recursos hídricos.

Mesmo na disponibilidade de água para atender às exigências legais, é uma obrigação ética dos responsáveis pelas instalações de abastecimento de água garantir que esse uso seja parcimonioso, ou seja, que seja utilizada a quantidade estritamente necessária, sem usos supérfluos. Para tanto, duas parcelas do conjunto de usos da água devem ser minimizadas:

- As PERDAS no sistema, em especial as denominadas perdas físicas, relacionadas a fugas e vazamentos de água;
- Os DESPERDÍCIOS que ocorrem nas instalações prediais e que podem ser combatidos por campanhas educativas, por modelos tarifários que punem os consumos elevados e pela adoção de equipamentos sanitários de baixo consumo, como caixas de descarga de volume reduzido e lavatórios acionados com temporizadores.

A demanda pelo uso para abastecimento pode se tornar muito complexa em regiões com baixa disponibilidade ou com elevada demanda de água ou ainda quando ambas as condições combinam-se.

O Abastecimento na cidade de Belém é feito através da Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA, a qual distribui água aos seus usuários conforme detalha a Figura 2.7. A Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto, nas unidades abastecidas pela COSANPA, é atendida pelo 4º e 7º Setor.

Sistema integrado de abastecimento da Grande Belém

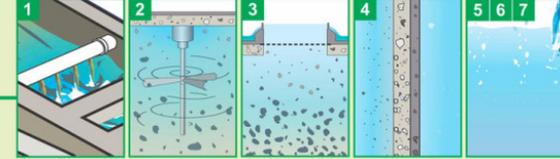
A maior parte da população da região metropolitana de Belém (75%) é abastecida pela água que vem do rio Guamá. Conheça agora a trajetória que esta água percorre até chegar à sua casa com qualidade. Siga os números.

3 Tratamento

A partir do manancial do Utingá, a água é transferida para as três Estações de Tratamento de Água (ETAs) que a Cosanpa mantém na capital. A mais antiga é a ETA-São Brás, que produz 1.200 litros por segundo. Ao lado do Bosque Rodrigues Alves fica a ETA 9º Setor, produzindo 800 litros por segundo. E a maior delas é a ETA-Bolonha, que fica numa área gigantesca de 50 mil metros quadrados próxima do lago de mesmo nome. Sua capacidade está sendo duplicada e vai passar de 3.200 litros por segundo para 6.400 litros. Ao todo, serão 8.400 litros de água tratada por segundo.



Etapas do tratamento

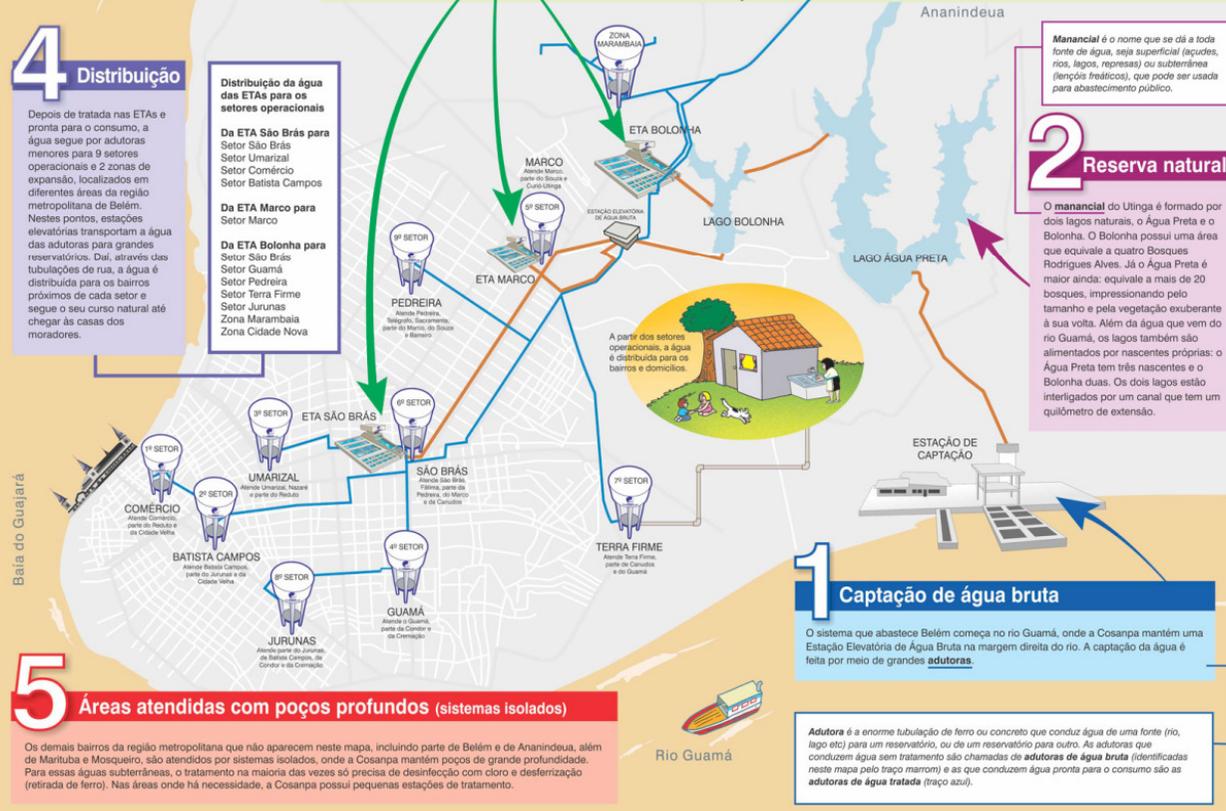


4 Distribuição

Depois de tratada nas ETAs e pronta para o consumo, a água segue por adutoras menores para 8 setores operacionais e 2 zonas de expansão, localizados em diferentes áreas da região metropolitana de Belém. Nestes pontos, estações elevatórias transportam a água das adutoras para grandes reservatórios. Daí, através das tubulações de rua, a água é distribuída para os bairros próximos de cada setor e segue o seu curso natural até chegar às casas dos moradores.

Distribuição da água das ETAs para os setores operacionais

- Da ETA São Brás para** Setor São Brás, Setor Umarizal, Setor Comércio, Setor Batista Campos
- Da ETA Marco para** Setor Marco
- Da ETA Bolonha para** Setor São Brás, Setor Guamá, Setor Pedreira, Setor Terra Firme, Setor Jurunas, Zona Marambaia, Zona Cidade Nova



2 Reserva natural

O manancial do Utingá é formado por dois lagos naturais, o Água Preta e o Bolonha. O Bolonha possui uma área que equivale a quatro Bosques Rodrigues Alves. Já o Água Preta é maior ainda: equivale a mais de 20 bosques, impressionando pelo tamanho e pela vegetação exuberante à sua volta. Além da água que vem do rio Guamá, os lagos também são alimentados por nascentes próprias: o Água Preta tem três nascentes e o Bolonha duas. Os dois lagos estão interligados por um canal que tem um quilômetro de extensão.

Etapas do tratamento

- Coagulação:** uso de produto químico coagulante para iniciar o processo de aglomeração das partículas de sujeira ainda presentes na água, sobretudo argila.
- Floculação:** a água é agitada lentamente para ajudar o agente coagulante a agrupar todas as partículas, formando flocos mais pesados.
- Decantação:** tanques com placas que facilitam a decantação. Os flocos agregam as partículas presentes na água, que aumentam de peso e descem pela ação da gravidade, depositando-se no fundo. A água limpa segue para a próxima etapa.
- Filtração:** a água está com aparência potável, mas ainda pode conter flocos que não sedimentaram no decantador. É o momento de retirar as partículas mais finas, passando a água por filtros de areia e carvão.
- Adição de cloro:** através da adição de cloro, são eliminados microorganismos nocivos à saúde, garantindo a qualidade da água para o consumo humano.
- Adição de cal:** para evitar o desgaste das tubulações da rede de distribuição e das redes das residências, a água recebe uma dose de cal hidratado, que corrige seu pH, ou seja, o nível de acidez da água.
- Adição de flúor:** importante para ajudar a reduzir a cárie dentária na população, especialmente na fase de formação dos dentes, que vai do nascimento aos 16 anos.

5 Areas atendidas com poços profundos (sistemas isolados)

Os demais bairros da região metropolitana que não aparecem neste mapa, incluindo parte de Belém e de Ananindeua, além de Marituba e Mosquitoiro, são atendidos por sistemas isolados, onde a Cosanpa mantém poços de grande profundidade. Para essas águas subterrâneas, o tratamento na maioria das vezes só precisa de desinfecção com cloro e desferização (retirada de ferro). Nas áreas onde há necessidade, a Cosanpa possui pequenas estações de tratamento.

Figura 2.7 - Sistema integrado de abastecimento da Grande Belém
Fonte: Cosanpa (2011)

De acordo com o Pereira et al. (2006), a produção de água superficial é de 496.800m³/dia (5,75m³/s) e atende aproximadamente 57% da população da RMB. Os setores integrados podem ser divididos em quatro sistemas de abastecimento de água, conforme relacionado no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Sistemas de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém

SISTEMA		ÁGUA BRUTA	ETA	SETORES
Utinga – São Braz (1,2 m ³ /s)		Lago Bolonha	São Braz	1°, 2° e 3°
Utinga – 5° Setor (0,5 m ³ /s)		Lago Bolonha	5° Setor	5°
Bolonha(4,0 m ³ /s)	Zona Central	Lago Bolonha	Bolonha	4°, 6°, 7°, 8° e 9°
	Zona de Expansão	Lago Bolonha	Bolonha	12°, 13°, 14°, 28°, 29°, 30°, 31°, 32° e 33° e 37°

FONTE: Pereira et al. (2006)

O rio Guamá, o lago Água Preta e o lago Bolonha são os mananciais utilizados no abastecimento de água superficial para a população residente na maior parte do município de Belém, conforme representado no Figura 2.8.

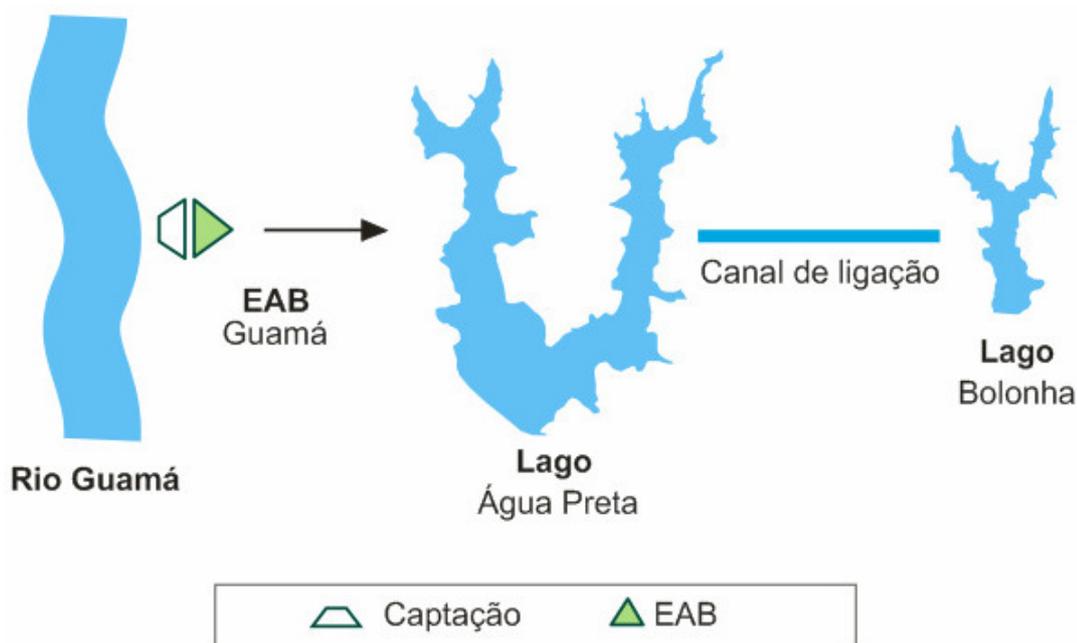


Figura 2.8 - Mananciais utilizados no abastecimento de água superficial
Fonte: Pereira et al. (2006)

Baseado nas informações do (SNIS, 2011), a COSANPA, no ano de 2009, atendia com abastecimento de água 965.556 habitantes, correspondendo à população urbana de Belém.

2.2.2 A Concepção

Para conceber um Sistema de Abastecimento de Água é preciso de algumas informações capazes de atender ao disposto na Norma Brasileira nº 12.211/1992, a qual trata dos Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água. Nela constam todos os requisitos necessários à realização do serviço. Pode-se dizer que é o conjunto de estudos e conclusões referentes ao estabelecimento de todas as diretrizes, parâmetros e definições necessárias e suficientes para a caracterização completa do sistema a projetar.

A concepção tem por objetivos a identificação e quantificação de todos os fatores intervenientes com o sistema de abastecimento de água, diagnóstico do sistema existente, estabelecimento de parâmetros básicos de projeto, pré-dimensionamento das unidades dos sistemas para as alternativas selecionadas, escolha da alternativa mais adequada mediante comparação técnica, econômica e ambiental e o estabelecimento das diretrizes gerais de projeto.

Tsutiya (2006) entende a concepção de sistema de abastecimento de água como sendo o conjunto de estudos e conclusões referentes ao estabelecimento de todas as diretrizes, parâmetros e definições necessárias e suficientes para a caracterização completa do sistema a projetar.

No conjunto de atividades que constitui a elaboração do projeto de um sistema de abastecimento de água, a concepção é elaborada na fase inicial do projeto. O estudo de concepção pode, às vezes, ser precedido de diagnóstico técnico e ambiental da área de estudo ou, até mesmo, de um Plano Diretor da bacia hidrográfica. Basicamente, para Tsutiya (2006), a concepção tem por objetivos:

- Identificação e quantificação de todos os fatores intervenientes com o sistema de abastecimento de água;
- Diagnóstico do sistema existente, considerando a situação atual e futura;
- Estabelecimento de todos os parâmetros básicos de projeto;
- Pré-dimensionamento das unidades dos sistemas, para as alternativas selecionadas;
- Escolha da alternativa mais adequada mediante comparação técnica, econômica e ambiental, entre as alternativas; e

- Estabelecimento das diretrizes gerais de projeto e estimativas das quantidades de serviços que devem ser executados na fase de projeto.

Segundo Heller e Pádua (2010), no abastecimento de água, como em vários campos da Engenharia e das Políticas Públicas em geral, raramente há uma solução única para um dado problema. Mesmo que uma solução seja a vislumbrada com maior clareza imediatamente e pareça a mais evidente, outras possibilidades podem ser cogitadas. Mesmo que a primeira opção seja a adotada, ela, em geral, não é em si única: ela mesma pode admitir diferentes variantes, diferentes formas de projetos ou diferentes concepções de dimensionamento.

Ou seja, no planejamento ou projeto de uma instalação de abastecimento de água, são tomadas inúmeras decisões, dentre um leque de opções possíveis, mesmo que de forma inconsciente. Muitas vezes, a decisão é simplesmente uma recomendação de Norma, o uso de uma fórmula de um livro ou uma solução similar à de um projeto já elaborado ou de uma obra já implantada. Mas possivelmente essas opções não são as únicas e isto deve ser reconhecido por quem toma a decisão.

A “*Boa Engenharia*” é aquela capaz de identificar mais de um caminho para a solução de um problema, de ponderar os aspectos positivos e negativos de cada caminho e de tomar as decisões mais conscientes possíveis. Essa “*Boa Engenharia*” tem a percepção de que cada decisão tomada traz implicações de diversas ordens – econômicas, sociais, operacionais, etc... E, portanto, valoriza justamente esse processo de tomada de decisões como a etapa mais determinante de um projeto, de um dimensionamento ou de uma etapa construtiva.

Ainda para Heller e Pádua (2010), a melhor solução para um problema de abastecimento de água não é necessariamente a mais econômica, a mais segura ou a mais “moderna”, mas sim aquela mais apropriada à realidade social em que será aplicada. Logo, a concepção de uma solução para uma dada necessidade relacionada ao abastecimento de água deve considerar as diversas variáveis intervenientes, para que procure ser a mais adequada. Frequentemente, é necessário que sejam comparadas duas ou mais alternativas. Essa comparação pode ser simplificada, apenas visualizando qualitativamente os prós e contras de cada uma das opções para se decidir, ou pode exigir estudos de alternativas mais complexas, com avaliações, custos e benefícios.

Para conceber um Sistema de Abastecimento de Água sugere-se uma rotina de atividades, conforme Figura 2.9, a qual define as etapas a serem executadas.

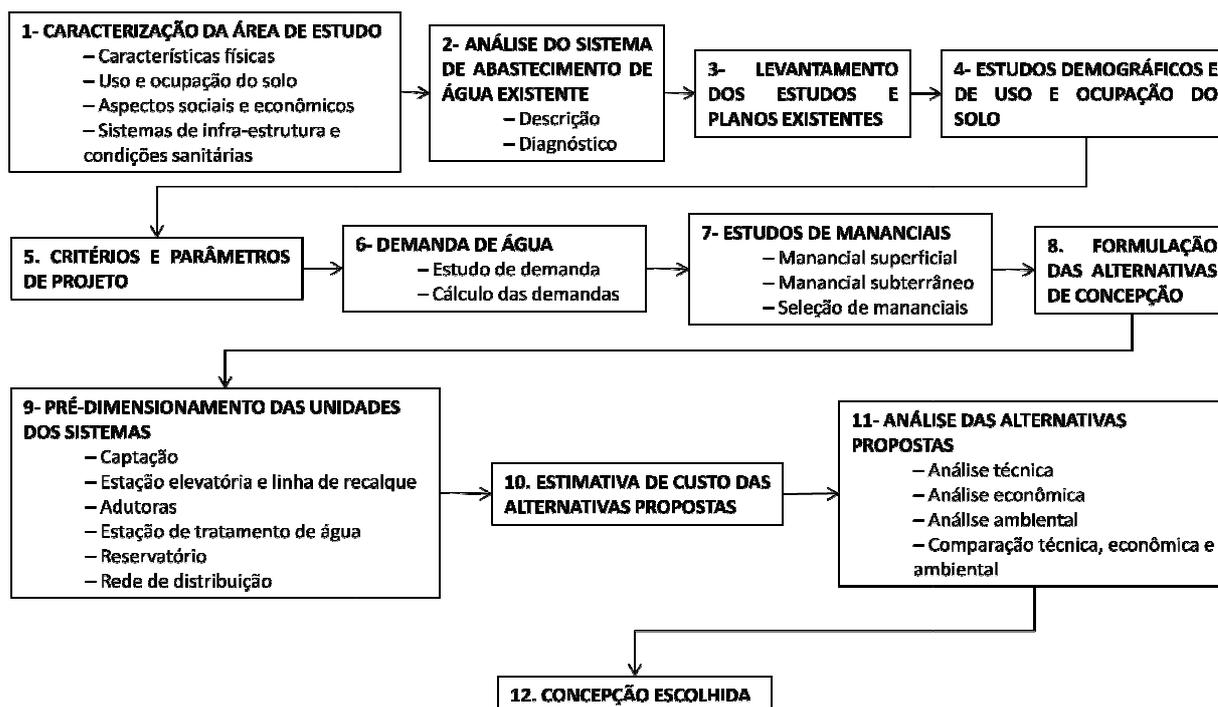


Figura 2.9 - Rotina de atividades para concepção de Sistema de Abastecimento de Água
Fonte: Adaptado de Zambon e Contrera (2011)

A Portaria MS nº 518/2004 diferencia as soluções alternativas das de sistemas de abastecimento de água, a saber:

- Solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano: toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontais e verticais;
- Sistema de Abastecimento de Água para consumo humano: instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinadas à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do Poder Público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão.

2.2.3 O Consumo

Para Heller e Pádua (2010), uma instalação para abastecimento de água deve estar preparada para suprir um conjunto amplo e diferenciado de demandas e, diferentemente do que alguns julgam, não apenas as referentes ao uso domiciliar,

embora essas devam ser de caráter prioritário. Este conceito é muito importante na concepção e no projeto dessas instalações, pois a correta identificação dessa demanda é determinante para o dimensionamento racional de cada uma de suas unidades. Assim, devem ser estimadas todas as demandas a serem satisfeitas pelas instalações, considerando o período futuro de alcance do sistema e não apenas a realidade presente, além de observadas as vazões corretas em cada uma das unidades.

Na determinação da capacidade das unidades de um Sistema de Abastecimento, diversos fatores necessitam ser cuidadosamente considerados, a iniciar pelos consumos a serem atendidos. Estes não se limitam ao consumo doméstico, aquele necessário para as demandas no interior e no peridomicílio das unidades residenciais, embora este tenha caráter prioritário. Além deste consumo, o sistema deve atender ainda o consumo comercial, referente aos estabelecimentos comerciais distribuídos na área urbana; público, referente ao abastecimento de prédios públicos e das demandas urbanas como praças e jardins; e industrial, atendendo tanto as pequenas e médias indústrias localizadas junto às áreas urbanas, quanto os grandes consumidores industriais. Além dos consumos citados, a produção de água deve considerar ainda os consumos do próprio sistema, como a água necessária para operar a estação de tratamento, bem como as perdas que ocorridas no SAA. Estas podem atingir níveis muito elevados, ainda mais quando os sistemas são antigos e obsoletos além de serem inadequadamente operados. Mesmo naqueles sistemas mais eficientes, algum nível de perdas ocorrerá e deverá ser computado.

Ao encontro da relevância da importância quanto à previsão de consumo de água, Tsutiya (2006) diz que para o planejamento e gerenciamento de sistema de abastecimento de água a previsão do consumo de água é um dos fatores de fundamental importância. A operação dos sistemas e as suas ampliações e/ou melhorias estão diretamente associados à demanda de água.

O dimensionamento das tubulações, estruturas e equipamentos são função das vazões de água, que, por sua vez, dependem do consumo médio por habitante, da estimativa do número de habitantes, das variações de demanda e de outros consumos que podem ocorrer na área de estudo.

No entendimento de Heller e Pádua (2010) para a determinação de vazões e capacidades das unidades das instalações de abastecimento, os diversos consumos

citados anteriormente são expressos por meio do consumo per capita, dado em L/hab.dia, sendo este o resultado da divisão entre o total de demanda a ser atendida pelo sistema e a população abastecida. Para (FNS, 1999) o per capita de uma comunidade é obtido dividindo-se o total de seu consumo de água por dia pelo número total da população servida.

Para (BARROS et al., 2007), o volume de água necessário para abastecer uma população é avaliado levando em conta os elementos conforme expõe o Quadro 2.2:

Quadro 2.2 - Parcelas componentes da demanda de água de uma localidade

DEMANDA DE ÁGUA		
USO	Doméstico	- Asseio Corporal - Descarga de bacias sanitárias - Cozinha - Bebida - Lavagem de roupa - Rega de jardins e quintais - Limpeza geral - Lavagem de automóveis - Ar condicionado
	Comercial	- Bares - Lojas - Restaurantes - postos de serviços de veículos – cinemas, teatros, etc...
	Industrial	- Água como matéria-prima - Água consumida no processo - Água utilizada para resfriamento - Água necessária para instalações sanitárias, refeitórios
	Público	- Limpeza de logradouros públicos - Irrigação de jardins públicos - Fontes e bebedouros - Limpeza de redes de esgotos sanitários - Limpeza de galerias pluviais - Edifícios públicos - Piscinas públicas e recreação
	Especial	- Combate a incêndio - Instalações desportivas - Ferrovias e metropolitanas - Portos e aeroportos - Estações rodoviárias
PERDAS		- Perdas na adução - Perdas no tratamento - Perdas na rede de distribuição - Perdas domiciliares
DESPERDÍCIOS		- Desperdício de água nos pontos de consumo

FONTE: (BARROS et al., 2007)

Ainda para (BARROS et al., 2007) existem outros fatores que influenciam para contribuir no aumento do consumo per capita de uma cidade, são:

- O Clima

- Clima Quente;
- Zonas Secas, de baixa umidade.
- Os Hábitos e o Nível de Vida da População
 - Grande número de banhos;
 - Lavagem de pisos, ruas;
 - Irrigação de Jardins;
 - Lavagem de Automóveis.
- As Atividades Econômicas da Cidade
 - Elevada Demanda Comercial;
 - Elevada Demanda Industrial;
 - Intensa Atividade Turística.
- A Existência de Medição de Água Distribuída
 - Baixo Percentual de Hidrometração.
- A Pressão da Rede de Distribuição
 - Altas Pressões provocam maiores perdas por vazamento.
- Custos
- Existência de Sistemas de Esgotamento Sanitário

Tsutiya (2006), corroborando da ideia da existência de fatores que afetam o consumo de água, destaca que os mais importantes a serem considerados são: as condições climáticas, os hábitos e nível de vida da população, a natureza da cidade, a medição de água, a pressão na rede, a rede de esgoto e o preço da água.

Já para Heller e Pádua (2010), os fatores intervenientes no consumo per capita de água, o qual deve satisfazer a todos os consumos anteriormente mencionados, são: O Nível socioeconômico da população; O Clima; O Porte, Características e Topografia da Cidade; e a Administração do Sistema de Abastecimento de Água.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, de acordo com a Figura 2.10, informa o consumo médio per capita de água por bacia hidrográfica.



Distribuição espacial do: Consumo Médio per Capita de Água

$$I_{202} = \frac{\text{Volume de Água Consumido} - \text{Volume de Água Tratado Exportado}}{\text{População Total Atendida com Abastecimento de Água}}$$

Bacias

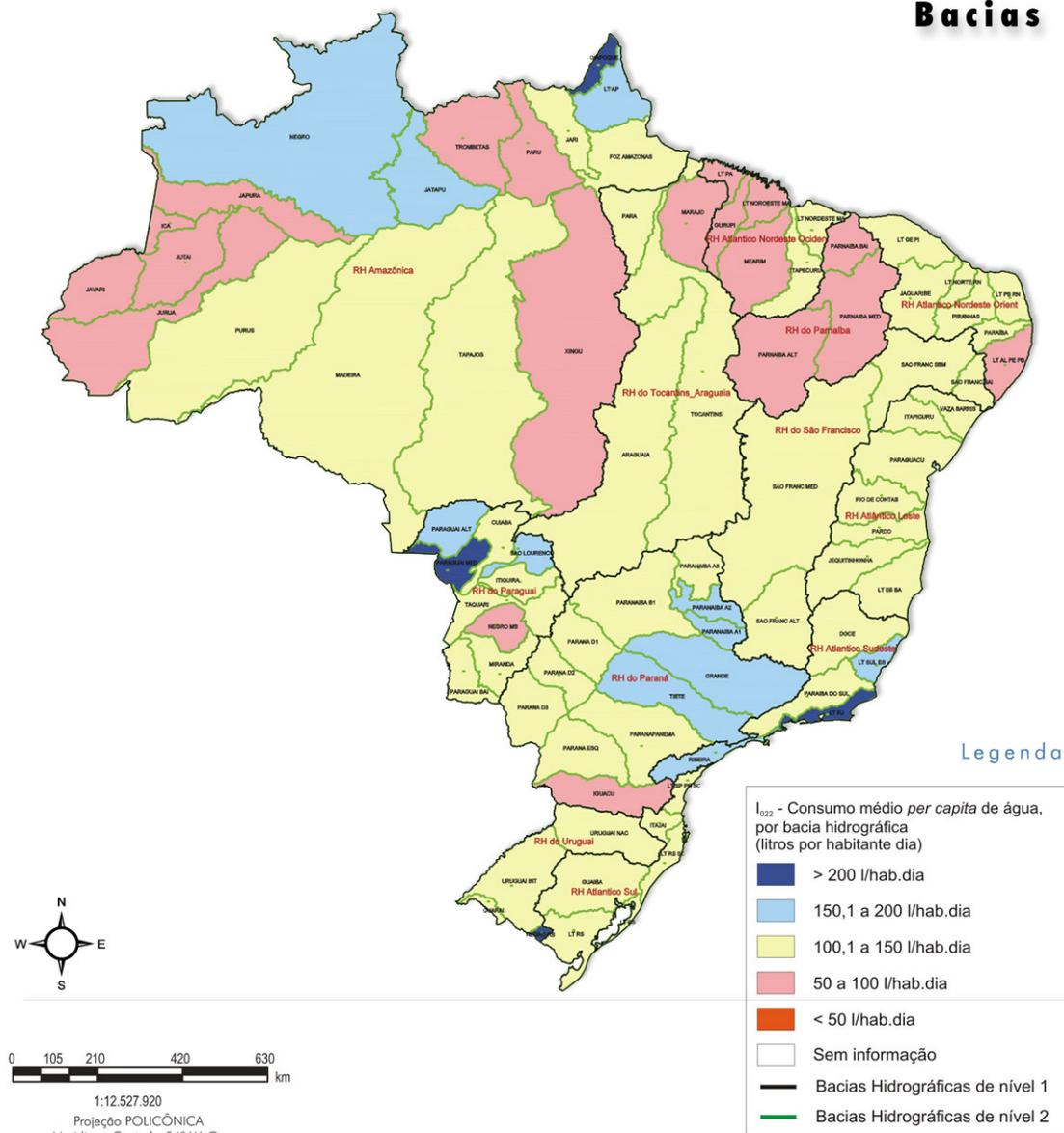


Figura 2.10 - Consumo médio per capita de água por bacia hidrográfica
Fonte: (SNIS, 2011)

Ademais, ainda para Heller e Pádua (2010), outro fator importante, na estimativa da capacidade das unidades dos sistemas, é o da variação temporal das

vazões. Assim, as unidades devem ser operadas para funcionar para a demanda média, mas também capazes de suprir as variações que ocorrem ao longo do ano e ao longo dos dias. Para fazer frente às variações, no dimensionamento das diversas unidades as vazões devem ser acrescidas dos denominados coeficientes de reforço: o coeficiente do dia de maior consumo (k_1) e o coeficiente da hora de maior consumo (k_2).

Na convergência de conceitos, Tsutiya (2006), afirma que em um sistema de abastecimento de água a quantidade desse recurso a ser consumida varia continuamente em função do tempo, das condições climáticas, hábitos da população, etc. Normalmente, o consumo doméstico apresenta uma grande variação, enquanto que para o consumo industrial a variação é menor. Quanto aos consumos comercial e público, a variação de consumo situa-se em posição intermediária.

Em relação à variação diária, ela representa o maior consumo diário verificado no período de um ano e o consumo médio diário neste mesmo período, considerando-se sempre as mesmas ligações, ela é denominada de coeficiente do dia de maior consumo (k_1). Para a variação horária, considera-se a relação entre a maior vazão horária observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia, ela é definida pelo coeficiente da hora de maior consumo (k_2).

Ainda neste mesmo segmento, (BARROS et al., 2007) diz que ocorrem variações de consumo significativas no sistema de abastecimento de água as quais podem ser mensais, diárias, horárias e instantâneas. Ao longo do ano, o consumo é maior nos meses mais quentes. Dentro de um mesmo mês ocorrem dias de maior consumo e, dentro de um dia há horas de maior consumo. No projeto do Sistema de Abastecimento de Água, algumas dessas variações de consumo são importantes e entram no cálculo do volume a ser consumido.

Ela pode ser as variações diárias, o qual é utilizado o coeficiente do dia de maior consumo, expresso por k_1 , que é obtido através da relação entre o maior consumo diário verificado no ano e a vazão média anual. No Brasil, o valor usualmente utilizado para k_1 é 1,2. Outra variação considerada é a horária, a qual utiliza o coeficiente da hora de maior consumo, expresso por k_2 , que representa a relação entre a maior vazão horária observada e a vazão média horária do mesmo dia. Ao longo de um dia há muita variação do consumo de água. O consumo é maior

nos horários de refeições e menores no início da madrugada. No Brasil, o valor usualmente utilizado para k_2 é 1,5.

O coeficiente k_1 é utilizado como reforço para cálculos de projeto em todas as unidades do sistema, enquanto k_2 é adotado como reforço apenas para a rede de distribuição.

Além de levar em consideração o que fora exposto anteriormente, tão importante quanto, é preciso estimar a população a ser atendida pelo Sistema de Abastecimento de Água. Para isso alguns métodos de projeção populacional são sugeridos pela literatura que trata do assunto.

Segundo Heller e Pádua (2010), para o projeto do Sistema de Abastecimento de Água, é necessário o conhecimento da população de final de plano, bem como da sua evolução ao longo do tempo, para o estudo das etapas de implantação.

Os principais métodos utilizados para as projeções populacionais, segundo FAIR et al., 1973; CETESB, 1978; BARNES et al., 1981; QASIM, 1985; METCALF e EDDY, 1991; ALEM SOBRINHO e TSUTIYA, 1999; TSTIYA, 2004, apud Heller e Pádua (2010), são:

- Crescimento Aritmético;
- Crescimento Geométrico;
- Regressão Multiplicativa;
- Taxa Decrescente de Crescimento;
- Curva Logística;
- Comparação Gráfica entre Cidades Similares;
- Método da Razão e Correlação; e
- Previsão com base nos empregos.

Tabela 2.4 - Projeção Populacional. Métodos com base em equações matemáticas

MÉTODO	DESCRIÇÃO	FORMA DA CURVA	TAXA DE CRESCIMENTO	EQUAÇÃO DA PROJEÇÃO	COEFICIENTES (SE NÃO FOR EFETUADA ANÁLISE DA REGRESSÃO)
Projeção Aritmética	Crescimento populacional segundo uma taxa constante. Método utilizado para estimativas de menor prazo. O ajuste da curva pode ser também feito por análise de regressão		$\frac{dP}{dt} = k_a$	$P_t = P_0 + k_a \cdot (t - t_0)$	$k_a = \frac{(P_2 - P_0)}{(t_2 - t_0)}$
Projeção Geométrica	Crescimento populacional em função da população existente a cada instante. Utilizado para estimativas de menor prazo. O ajuste da curva pode ser também feito por análise de regressão.		$\frac{dP}{dt} = k_g \cdot P$	$P_t = P_0 \cdot e^{k_g \cdot (t - t_0)}$ Ou $P_t = P_0 \cdot (1 + i)^{(t - t_0)}$	$k_g = \frac{\ln P - \ln P_0}{t_2 - t_0}$ Ou $i = e^{k_g} - 1$
Taxa Decrescente de Crescimento	Premissa de que, na medida em que a cidade cresce, a taxa de crescimento torna-se menor. A população tende assintoticamente a um valor de saturação. Os parâmetros podem ser também estimados por regressão não linear.		$\frac{dP}{dt} = k_d \cdot (P_s - P)$	$P_t = P_0 + (P_s - P_0) \cdot [1 - e^{-k_d \cdot (t - t_0)}]$	$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$ $K_d = \frac{-\ln[(P_s - P_2)/(P_s - P_0)]}{t_2 - t_0}$
Crescimento Logístico	O crescimento populacional segue uma relação matemática, que estabelece uma curva em forma de S. A população tende assintoticamente a um valor de saturação. Os parâmetros podem ser também estimados por regressão não linear. Condições necessárias: $P_0 < P_1 < P_2$ e $P_0 + P_2 < P_1^2$. O ponto de inflexão na curva ocorre no tempo $[t_0 - \ln(c)/k_l]$ e com $P_1 = P_s/2$. Para aplicação das equações, os dados devem ser equidistantes no tempo.		$\frac{dP}{dt} = k_l \cdot P \left(\frac{P_s - P}{P_s} \right)$	$P_t = \frac{P_s}{1 + c \cdot e^{k_l \cdot (t - t_0)}}$	$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$ $c = (P_s - P_0)/P_0$ $k_l = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln \left[\frac{P_0 \cdot (P_s - P_1)}{P_1 \cdot (P_s - P_0)} \right]$
<ul style="list-style-type: none"> • dP/dt = Taxa de crescimento da população em função do tempo • P_0, P_1, P_2 = Populações nos anos t_0, t_1, t_2 (as fórmulas para taxa decrescente e crescimento logístico exigem valores equidistantes, caso não sejam baseados na análise da regressão) (hab) • P_1 = População estimada no ano t (hab); P_s = População de saturação (hab) • k_a, k_g, k_d, k_l, i, c = Coeficientes (a obtenção dos coeficientes pela análise da regressão é preferível, já que se pode utilizar toda a série de dados existentes, e não apenas P_0, P_1 e P_2) 					

Fonte: QASIM (1985) apud Heller e Pádua (2010)

Tabela 2.5 - Projeções populacionais com base em métodos de quantificação indireta

MÉTODO	DESCRIÇÃO
Comparação gráfica	O método envolve a projeção gráfica dos dados passados da população em estudos. Os dados populacionais de outras cidades similares, porém maiores, são plotados de tal maneira que as curvas sejam coincidentes no valor atual da população da cidade de estudo. Estas curvas são utilizadas como referências na projeção futura da cidade em questão.
Razão e correlação	Assume-se que a população da cidade em estudo possui a mesma tendência da região (região física ou política) na qual se encontra. Com base nos registros censitários a razão “população da cidade / população da região” é calculada, e projetada para os anos futuros. A população da cidade é obtida a partir da projeção populacional da região (efetuada em nível de planejamento por algum outro órgão) e da razão projetada.
Previsão de empregos e serviços de utilidades	A população é estimada utilizando-se a previsão de empregos (efetuada por algum outro órgão). Com base nos dados passados da população e pessoas empregadas, calcula-se a relação “emprego / população”, a qual é projetada para os anos futuros. A população da cidade é obtida a partir da projeção do número de empregos da cidade. O procedimento é similar ao método da razão. Pode-se adotar a mesma metodologia a partir da previsão de serviços de utilidade, como eletricidade, água, telefone, etc. As companhias de serviços de utilidade normalmente efetuam estudos e projeções da expansão de seus serviços com relativa confiabilidade.

Fonte: QASIM (1985) apud Heller e Pádua (2010)

Portanto, saber do consumo a ser demandado aos usuários da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto é necessário para qualquer ação necessária ao Sistema de Abastecimento de Água, bem como a verificação se a demanda atende, ou atenderá, até que ponto, os consumidores.

2.2.4 A Captação

O Sistema de Abastecimento é composto pela da fonte de água, a qual é denominada de manancial, pela captação do recurso hídrico, adução, tratamento, distribuição e a ligação predial.

(BARROS et al., 2007) relatam que os mananciais para abastecimento público podem ser divididos em três grandes grupos: Manancial Subterrâneo; Manancial Superficial; e Água de Chuvas. Da mesma forma, para (FNS, 1999), o manancial é toda fonte de água utilizada para abastecimento doméstico, comercial, industrial e outros fins. De maneira geral, quanto à origem, os mananciais são classificados em Superficial, Subterrâneo e Águas Meteóricas. Na mesma linha de raciocínio, Philippi Júnior (2005) cita como sendo 3 os tipos de mananciais possíveis, o de águas superficiais, subterrâneas ou meteóricas.

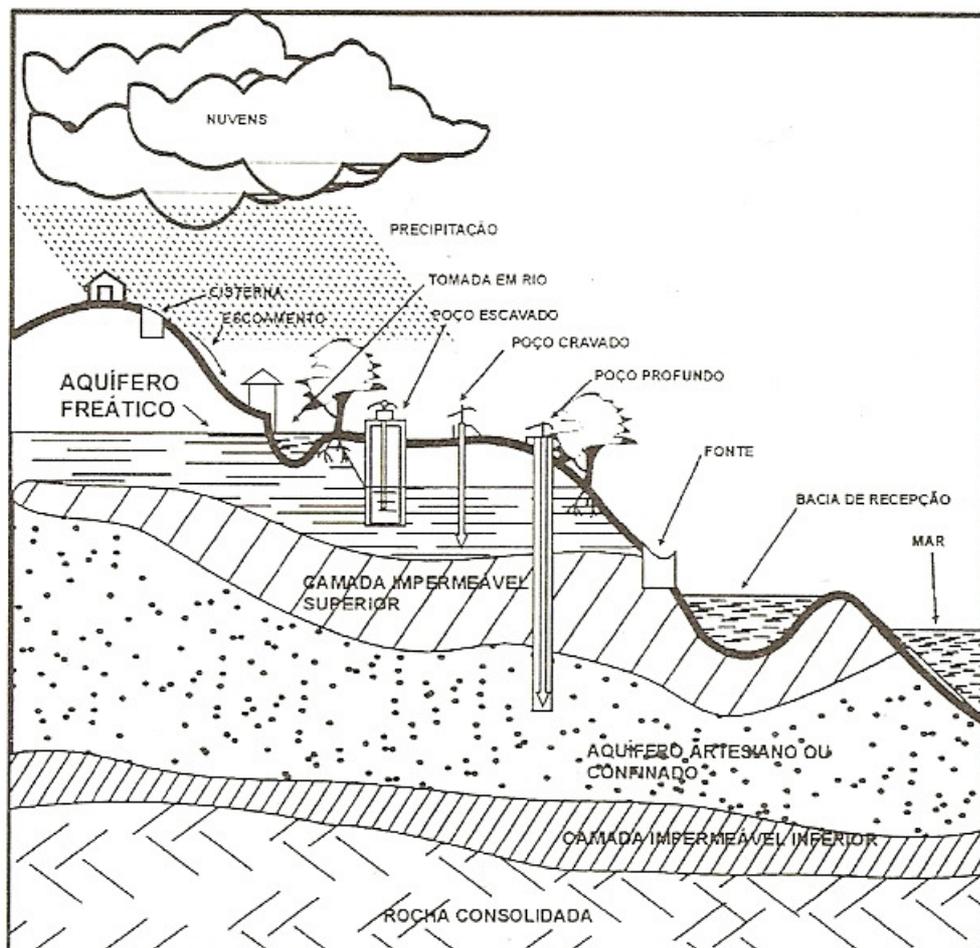


Figura 2.11 - Formas de Captação de Água
Fonte: (FNS, 1999)

- ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Tsutiya (2006) trata da água subterrânea como sendo parte do ciclo hidrológico, ocorrendo nos poros e interstícios das formações geológicas de caráter sedimentar, ou nos planos de fraqueza estrutural das formações geológicas de caráter ígneo ou metamórfico, representado por falhas, fendas, fraturas e fissuras. A água subterrânea flui lentamente através de formações geológicas. Ela é um recurso finito, limitado, dotado de grande valor econômico.

Com uma definição mais estratégica, Philippi Júnior (2005) trata o manancial subterrâneo como sendo importante reserva estratégica para suprimento de água. Para ele, geralmente essa água não precisa de tratamento para consumo, devido ao processo natural de filtragem do subsolo. Eles podem ser poços rasos e profundos, as nascentes e as galerias de infiltração.

Em relação ao manancial subterrâneo, assim denominado por (FNS, 1999), ele é a parte do manancial que se encontra totalmente abaixo da superfície terrestre,

compreendendo os lençóis freático e profundo, tendo sua captação feita através de poços rasos ou profundos, galerias de infiltração ou pelo aproveitamento das nascentes. Para (BARROS et al., 2007) o manancial subterrâneo é aquele cuja água vem do subsolo, podendo aflorar à superfície (nascentes, minas, etc...), ou ser elevado à superfície através de obras de captação (poços rasos, poços profundos, galerias de infiltração).

As reservas de água subterrânea provêm de dois tipos de lençol d'água ou aquífero:

- Lençol Freático – É aquele em que a água se encontra livre, com sua superfície sob a ação da pressão atmosférica. Em um poço perfurado nesse tipo de aquífero, a água no seu interior terá o nível coincidente com o nível do lençol. A alimentação do lençol freático ocorre geralmente ao longo do próprio lençol;
- Lençol Confinado – É aquele em que a água encontra-se confinada por camadas impermeáveis e sujeita a uma pressão maior que a pressão atmosférica. Em um poço profundo, que atinge esse lençol, a água subirá acima do nível do lençol. Poderá, às vezes, atingir a boca do poço e produzir uma descarga contínua jorrante; A alimentação do lençol confinado verifica-se somente no contato da formação geológica com a superfície do solo, podendo ocorrer a uma distância considerável do local do poço. As condições climáticas ou o regime de chuvas, observados na área de perfuração do poço, pouco ou nada afetam as características do aquífero.

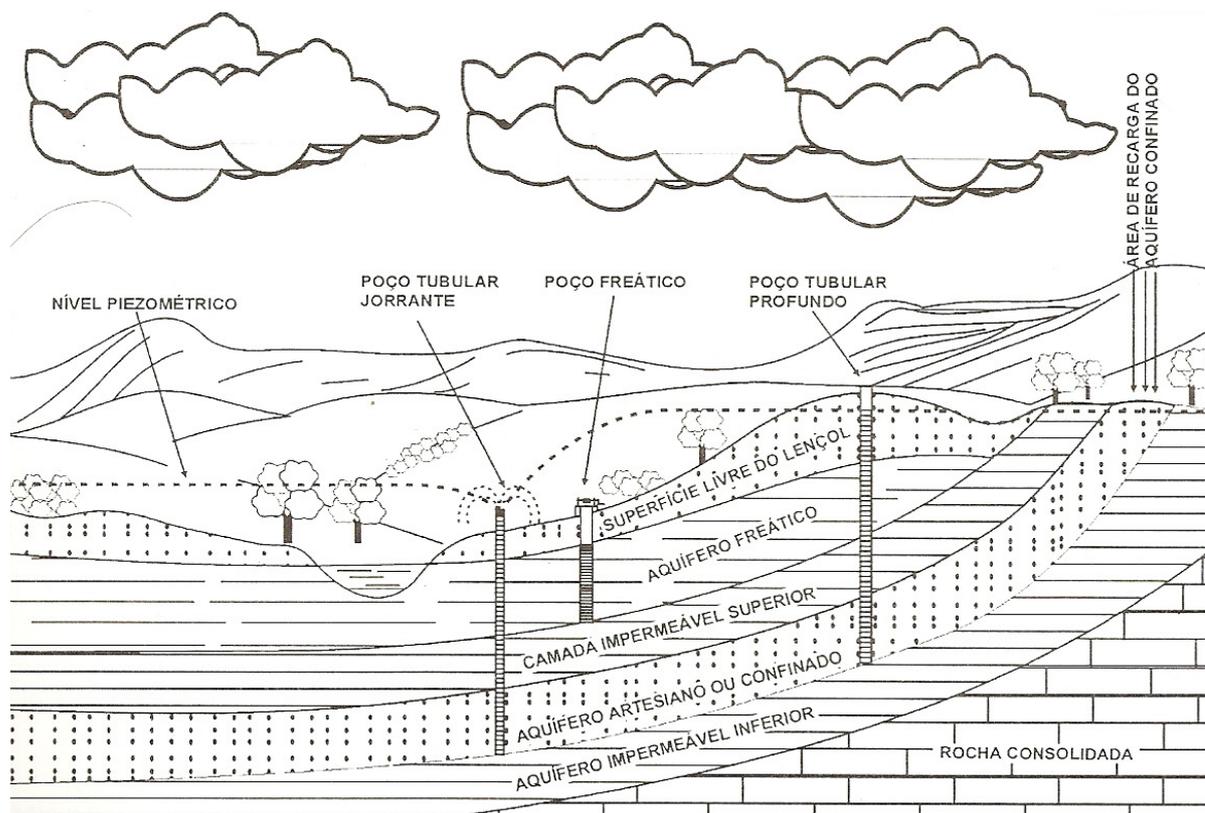


Figura 2.12 - Corte do Terreno Mostrando os Lençóis de Água
Fonte: (FNS, 1999)

As principais vantagens da utilização das águas subterrâneas são:

- Potencialmente apresentam boa qualidade para o consumo humano, embora o lençol freático seja muito vulnerável à contaminação;
- Relativa facilidade de obtenção, embora nem sempre em quantidade suficiente; e
- Possibilidade de localização de obras de captação nas proximidades das áreas de consumo.

Outras vantagens atribuídas ao aproveitamento de águas subterrâneas citadas por Heller e Pádua (2010), são:

- O abastecimento não está sujeito a situações críticas face à ocorrência de condições climáticas anormais, pois geralmente a quantidade e a qualidade das águas subterrâneas não são significativamente afetadas pela variabilidade sazonal ou interanual das fontes de recarga, tais como períodos longos de estiagem, que poderiam ser suficientes para reduzir de maneira perigosa os níveis de reservatórios superficiais;

- Os mananciais subterrâneos podem ser considerados recursos estratégicos, na medida em que normalmente sua exploração não é afetada pela ocorrência de eventos catastróficos como terremotos, erupções vulcânicas e guerras;
- A água subterrânea pode ser explorada no local onde ocorrem as demandas, sem que haja a necessidade de se constituir adutoras. Além disso, como requer áreas limitadas, a captação de água subterrânea não compete com outras formas de uso do solo – urbanização, atividades industriais e agrícolas;
- As águas subterrâneas geralmente apresentam características perfeitamente compatíveis com os padrões de potabilidade e são isentas de bactérias normalmente encontradas em águas superficiais face às baixas velocidades de percolação e aos processos bio-físico-geoquímicos que se desenvolvem na zona não saturada do solo. Adicionalmente, a temperatura da água em mananciais subterrâneos tende a permanecer relativamente constante;
- Quanto aos custos, as captações de água subterrânea dispensam investimentos em estações completas de tratamento – quando não se encontram poluídas –, e em adutoras, pelos motivos já expostos.

Em Belém, de acordo com o Pereira et al. (2006), a utilização de mananciais subterrâneos é realizada por meio de poços artesianos, com capacidade de produção que variam de 60 a 360 m³/h.

Na Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto o maior volume de água distribuído aos pontos de consumo é captado de aquífero subterrâneo, com uma vazão em torno de 200m³/h.

- ÁGUAS SUPERFICIAIS

Em relação às águas superficiais, (FNS, 1999) discorre que elas são toda parte de um manancial que escoam na superfície terrestre, compreendendo os córregos, ribeirões, rios, lagos e reservatórios artificiais.

Ao encontro do que discorre (FNS, 1999), Garcez (1976) diz que as águas superficiais são os rios ou lagos com capacidade adequada, permitindo a captação direta. Ou são cursos d'água com vazões de estiagem insuficientes, mas com vazões médias anuais adequadas. Ainda para Garcez (1976), a captação de águas

superficiais deve atender a requisitos referentes à: garantia de funcionamento, qualidade das águas e economia de instalação. Philippi Júnior (2005) sugere que os mananciais superficiais podem ser córregos, rios, lagos, represas e todos os meios de captação e contenção de águas pluviais.

(BARROS et al., 2007) narra que na elaboração de projetos de captação de águas superficiais, várias características quantitativas e qualitativas dos cursos d'água devem ser avaliadas. Algumas das mais importantes, segundo (BARROS et al., 2007), são:

- Levantamento de dados hidrológicos da bacia em estudo ou de bacias próximas;
- Levantamento de dados fluviométricos do curso d'água em estudo e informações sobre as oscilações de nível de água nos períodos de estiagem em enchente;
- Características físicas, químicas e bacteriológicas da água;
- Localização, na bacia, de focos poluidores atuais e potenciais.

Além disso, ainda baseado nas assertivas de (BARROS et al., 2007), é importante salientar que a escolha do local deve ser antecedida da avaliação dos fatores:

- Distância da captação à estação de tratamento de água;
- Eventuais custos com desapropriações;
- Necessidade de estações elevatórias;
- Disponibilidade de energia elétrica para alimentação de motores; e
- Facilidade de acesso.

Tsutiya (2006) trata da captação de água de superfície para abastecimento público como sendo um conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto a um manancial, para a retirada de água destinada a um sistema de abastecimento. Para ele, as obras de captação devem ser projetadas e construídas de modo a:

- Funcionar ininterruptamente em qualquer época do ano;
- Permitir a retirada de água para o sistema de abastecimento em quantidade suficiente ao abastecimento e com a melhor qualidade possível;
- Facilitar o acesso para a operação e manutenção do sistema.

Para o caso, ainda segundo Tsutiya (2006), em que o manancial encontra-se em cota inferior à da cidade, haverá a necessidade de uma estação elevatória e, nesse caso, as obras de captação serão associadas às obras de uma estação elevatória. De um modo geral, as captações são realizadas em cursos de água e lagos e represas.

Em linhas gerais, Tsutiya (2006) afirma que o manancial superficial é a fonte para o suprimento de água, sendo esse manancial geralmente constituído pelos córregos, rios, lagos e represas. As águas desses mananciais deverão preencher requisitos mínimos no que se refere aos aspectos quantitativos, como também quanto aos aspectos da qualidade do ponto de vista físico, químico, biológico e bacteriológico.

Pereira et al. (2006), informa que a captação de água superficial da COSANPA é realizada no rio Guamá, por meio de tomada d'água, sendo a água bruta bombeada até o lago Água Preta, que é interligado ao Lago Bolonha. A água armazenada no referido lago é bombeada para três Estações de Tratamento de Água da COSANPA: São Brás (1.200 L/s), 5º Setor (700 L/s) e Bolonha (3.200 L/s).

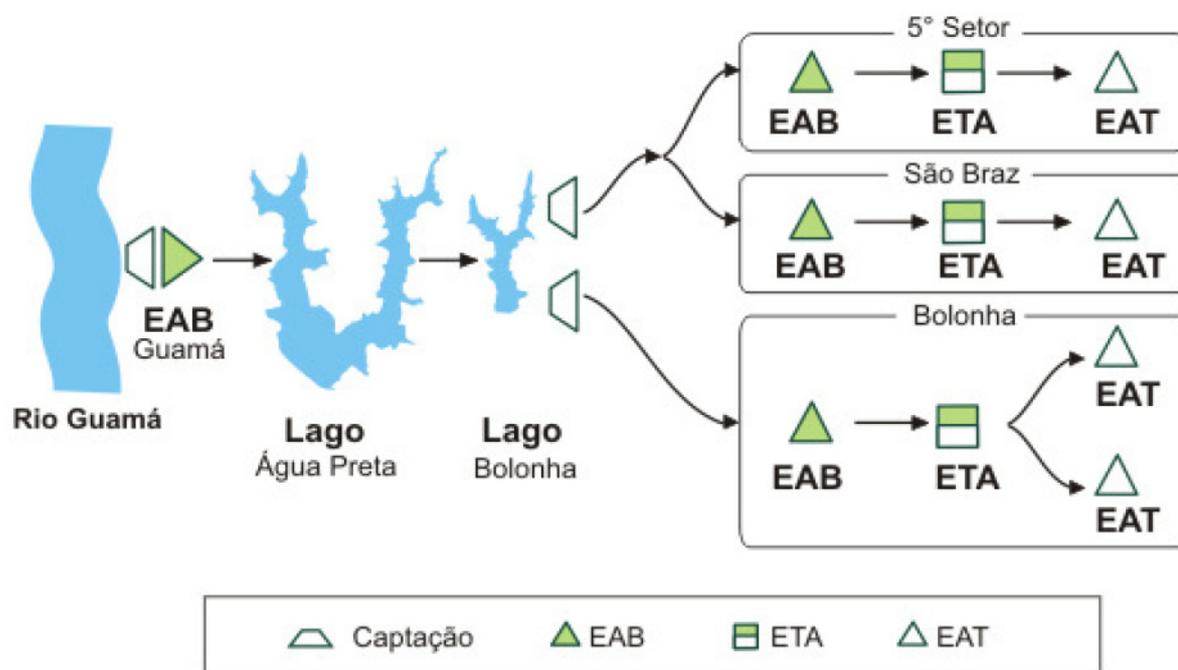


Figura 2.13 - Bombeamento de água do Lago Bolonha bombeada para as ETA Bolonha, ETA São Brás e ETA 5º Setor

Fonte: Pereira et al. (2006)

A Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto não capta água superficial para atender suas demandas.

- ÁGUAS ATMOSFÉRICAS

Tratada por Philippi Júnior (2005) como sendo águas meteóricas, segundo o próprio autor, elas são provenientes da chuva, neve ou granizo. A captação delas se dá por meio de calhas e tubulações instaladas nos telhados e conectadas a cisternas feitas de tambor, alvenaria, plástico ou cimento. Elas são utilizadas em localidades de grande escassez, principalmente para abastecimento doméstico, após um tratamento de desinfecção. Seguindo o tratamento de Philippi Júnior (2005) em relação à água atmosférica, (FNS, 1999) diz que ela compreende a água existente na natureza na forma de chuva, neve ou granizo.

Com uma definição bem restrita, (BARROS et al., 2007) diz que a água da chuva pode ser utilizada como manancial abastecedor, sendo armazenada em cacimbas. Para (BARROS et al., 2007) as cacimbas são reservatórios que acumulam a água da chuva captada na superfície dos telhados dos prédios, ou a que escoar pelo terreno.

A utilização dessa água nas unidades da UFPA deve atender ao instrumento determinante do Governo Federal, a Instrução Normativa nº 01 de 19/01/2010 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, a qual dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, quanto à exigência de haver no projeto básico ou executivo, de contratação de obras e serviços de engenharia, os quais devem ser elaborados visando à economia da manutenção e operacionalização da edificação, a redução do consumo de energia e água, bem como a utilização de tecnologias e materiais que reduzam o impacto ambiental, a tácita determinação de que haja o aproveitamento da água da chuva, agregando ao sistema hidráulico elementos que possibilitem a captação, transporte, armazenamento e seu aproveitamento.

Ainda na vertente do aproveitamento de água de chuva, conforme citado no parágrafo anterior, Yoshino (2012) discorre em sua pesquisa sobre a importância do aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, visto o potencial de aproveitamento, ao longo de todo o ano, devido ao alto índice pluviométrico presente na Região Amazônica, tendo uma precipitação média anual de 2.970,20mm.

O referido autor verificou o potencial o aproveitamento da água da chuva, a partir das áreas dos telhados de alguns prédios localizados na Universidade Federal do Pará, especificamente na Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto.

Para dimensionamento do reservatório Yoshino (2012) utilizou os métodos de RIPPL e o Interativo. Além disso, o mesmo verificou a viabilidade econômica utilizando os métodos do Valor Presente Líquido e PAYBACK.

2.2.5 O Tratamento

Para Heller e Pádua (2010), nos sistemas de abastecimento de água, tem-se com objetivo final disponibilizar água potável aos usuários, de forma contínua e em quantidade e pressão adequadas. O referido autor destaca que o tratamento de água bruta deve ocorrer antes de sua distribuição, para que não ofereça riscos sanitários à população. Ele ainda ressalta que embora seja comum se dizer que do ponto de vista técnico pode-se potabilizar qualquer tipo de água, os riscos sanitários e os custos envolvidos no tratamento de águas contaminadas podem ser elevados, exigindo o emprego de técnicas cada vez mais custosas e sofisticadas, motivo pelo qual se devem priorizar ações de proteção dos mananciais, ou seja, pode-se dizer que o *“tratamento começa na escolha da captação da água bruta”*.

(BARROS et al., 2007) relata que o tratamento de água tem por objetivo condicionar as características da água bruta, isto é, da água como encontrada na natureza, a fim de atender à qualidade necessária a um determinado uso. Para ele, a água a ser utilizada para o abastecimento público deve ter sua qualidade ajustada de forma a:

- Atender aos padrões de qualidade exigidos pelo Ministério da Saúde e aceitos internacionalmente;
- Prevenir o aparecimento de doenças de veiculação hídrica, protegendo a saúde da população;
- Tornar a água adequada a serviços domésticos;
- Prevenir o aparecimento da cárie dentária nas crianças, através da fluoretação; e
- Proteger o sistema de abastecimento de água, principalmente tubulações e órgãos acessórios da rede de distribuição, dos efeitos danosos da corrosão e da deposição de partículas no interior das tubulações.

(BARROS et al., 2007) ainda destaca que o tratamento da água pode ser parcial ou completo, de acordo com a análise prévia de suas características físicas,

químicas e biológicas. O tratamento coletivo é efetuado na Estação de Tratamento de Água – ETA, onde passa por diversos processos de depuração.

Philippi Júnior (2005) discorre que a água não é encontrada pura na natureza. Segundo ele, ao cair na forma de chuva já incorpora impurezas da atmosfera e no escoamento carrega substâncias que alteram ainda mais a sua qualidade. Algumas dessas substâncias estão dissolvidas na água, outras ficam em suspensão. Antes do consumo, portanto, a água precisa passar por um processo de adequação das suas características aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente. Para atingir os padrões de potabilidade são utilizados vários processos que dependem da qualidade e da quantidade da água a ser tratada, bem como das circunstâncias em que se fará o uso da água.

(FNS, 1999) define o tratamento de água como sendo aquele que consiste em melhorar as suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas, a fim de que se torne adequada ao consumo humano.

Garcez (1976) afirma que se submete a água a um tratamento com o objetivo de melhorar a sua qualidade sob os aspectos:

- Higiênico – através da eliminação ou redução de bactérias, substâncias venenosas, mineralização excessiva, teor excessivo de matéria orgânica, algas, protozoários e outros microorganismos;
- Estético – através da remoção ou redução de cor, turbidez, odor, sabor; e
- Econômico – através da remoção ou redução de corrosividade, dureza, cor, turbidez, ferro, manganês, odor, sabor, etc.

Heller e Pádua (2010) definem como sendo os principais processos e operações de tratamento de água para fins de abastecimento público, os seguintes processos / operações unitárias, conforme Quadro 2.3.

Quadro 2.3 - Principais processos e operações unitárias de tratamento de água para abastecimento público

PROCESSO / OPERAÇÃO UNITÁRIA	DESCRIÇÃO / FINALIDADE
Micropeneiramento	Passagem da água por peneiras com malhas de pequena abertura, visando à remoção de material particulado
Oxidação / Aeração	Oxidar a matéria orgânica e inorgânica presente na água, facilitando sua remoção posterior
Adsorção	Remover compostos orgânicos e inorgânicos indesejáveis, incluindo os que causam sabor e odor, fazendo a água entrar em contato com uma substância adsorvente (em geral carvão ativado)
Troca Iônica	Destinado a remover contaminantes inorgânicos presentes na água, fazendo-a passar por uma coluna contendo material sintético especial (resina)
Coagulação	Adição de coagulante, visando desestabilizar impurezas presentes na água e facilitar o aumento do tamanho das mesmas na etapa de floculação
Floculação	Agitação da água realizada após a coagulação, com o objetivo de promover o contato entre as impurezas e, assim, aumentar o tamanho das mesmas
Decantação	Passagem da água por tanques, no fundo dos quais as impurezas ficam depositadas
Flotação	Arraste das impurezas para superfície de um tanque, por meio da ação de microbolhas
Filtração em meio granular	Remoção de material particulado presente na água, fazendo-a passar por um leito contendo meio granular (usualmente areia e/ou antracito)
Filtração em membrana	Remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos, incluindo material dissolvido, passando a água por membranas com abertura de filtração inferior a 1µm
Desinfecção	Processo destinado a inativar microrganismos patogênicos
Abrandamento	Processo destinado a reduzir a dureza da água e remover alguns contaminantes inorgânicos
Fluoretação	Adição de compostos contendo o íon fluoreto, com a finalidade de combater a cárie infantil
Estabilização química	Acondicionamento da água, com a finalidade de atenuar efeitos corrosivos ou incrustantes no sistema abastecedor e nas instalações domiciliares

FONTE: Heller e Pádua (2010)

Na Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto o tratamento da água bruta é composto pela captação de água subterrânea, Estação de Tratamento de Água Simplificado (Aeração, filtração e desinfecção), reservatório e rede de distribuição.

2.2.6 A Reservação

De acordo com (FNS, 1999), a reservação de água é empregada com os propósitos de: atender as variações de consumo ao longo do dia; promover a

continuidade do abastecimento no caso de paralisação da produção de água; manter pressões adequadas na rede de distribuição; e garantir uma reserva estratégica em casos de incêndio.

Ao encontro do que diz (FNS, 1999), Philippi Júnior (2005) narra que os principais objetivos da reservação de água num sistema de abastecimento público são: atender as variações de consumo durante o dia; promover a continuidade do abastecimento em caso de interrupção da produção de água; manter pressões adequadas na rede de distribuição e garantir reserva estratégica para combate a incêndio. Ele diz ainda que para atender a essas necessidades, a capacidade de reservação deve ser igual ou maior que um terço do volume consumido no dia de maior consumo.

(BARROS et al., 2007) informa que os reservatórios de distribuição permitem armazenar a água para atender as seguintes finalidades:

- Atender as variações de consumo;
- Atender as demandas de emergência; e
- Manter a pressão mínima ou constante na rede.

Ainda para (BARROS et al., 2007) o reservatório pode ser posicionado de forma a suprir as horas de maior consumo e ainda contribuir para diminuir os custos com a rede de distribuição. Para ele, os reservatórios permitem a continuidade do abastecimento quando é necessário interrompê-lo para manutenção em unidades como captação, adução e estações de tratamento de água. Podem também ser dimensionados para permitir o combate a incêndios, em situações especiais, em locais onde o patrimônio e segurança da população estejam ameaçados.

De forma mais abrangente, Garcez (1976) discorre que o reservatório dever ter como finalidades:

a-) Garantia da quantidade de água:

- Armazenamento para atender as variações de consumo, permitindo um escoamento com o diâmetro na adutora, possibilitando a adoção de diâmetros menores. Além disso, deve permitir também um funcionamento uniforme para as bombas, possibilitando o funcionamento mais econômico. Ademais, deve proporcionar uma economia no dimensionamento da rede de distribuição;

b-) Armazenamento para atender as demandas de emergência, evitando interrupções no fornecimento de água, no caso de acidentes no sistema de adução, na estação de tratamento ou mesmo em certos trechos do sistema de distribuição.

Além de oferecer maior segurança ao abastecimento, quando a demanda de emergência for destinada a combate a incêndio;

c-) Melhoria das condições de pressão da água na rede de distribuição, possibilitando uma melhor distribuição da água aos consumidores e melhores pressões nos hidrantes (principalmente quando localizados junto às áreas de máximo consumo). Deve também permitir uma melhoria na distribuição de pressões sobre a rede, pelo fato de constituir fonte distinta de alimentação durante a demanda máxima, quando localizado à jusante dos condutos mestres. Além de garantir uma altura manométrica constante para as bombas, de forma a permitir o seu dimensionamento na eficiência máxima, quando alimentado diretamente pela adutora de recalque.

(HELER E PÁDUA, 2010) comenta sobre os reservatórios como sendo unidades tradicionalmente concebidas e operadas enfocando como objetivos principais (i) a regularização entre as vazões de adução e de distribuição, (ii) o condicionamento das pressões na rede de distribuição, bem como, quando necessário, (iii) a reserva para combate a incêndio e outras situações emergenciais (Figura 2.14 e Figura 2.15).

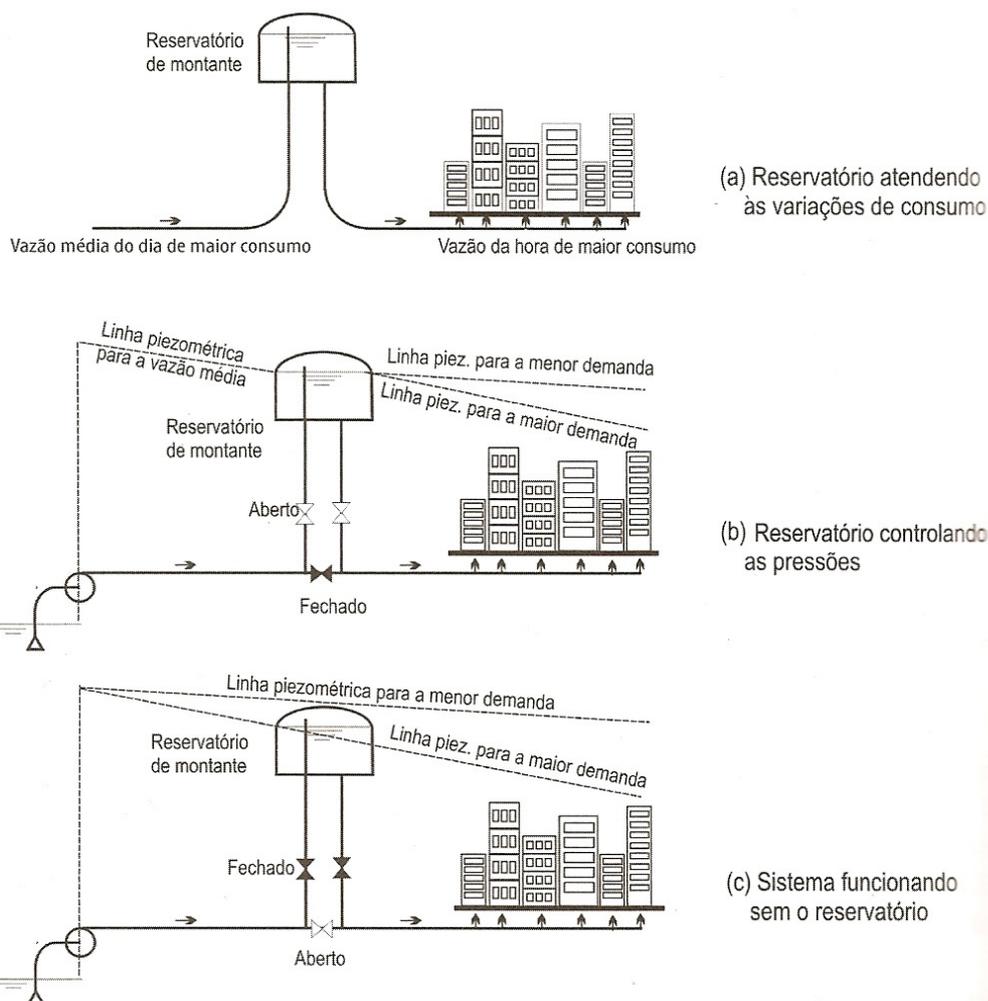


Figura 2.14 - Algumas finalidade da reservação
Fonte: (HELER E PÁDUA, 2010)

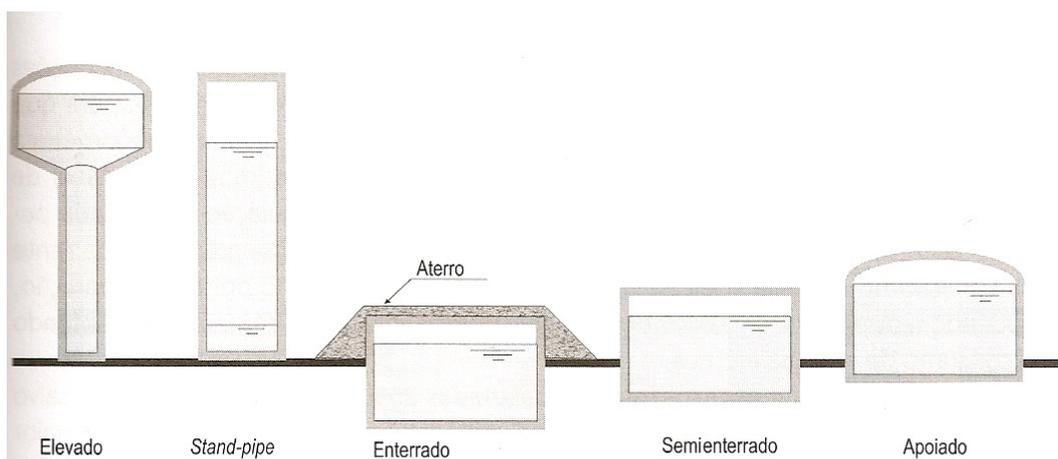


Figura 2.15 - Tipos de reservatórios
Fonte: (HELER E PÁDUA, 2010)

No conceito de Tsutiya (2006) os reservatórios de distribuição de água constituem em elementos importantes em sistemas de abastecimento de água, pois além de atenderem às diversas finalidades, são elementos visíveis e de maior

destaque no sistema de distribuição de água. Ainda para o referido autor, as principais finalidades dos reservatórios de distribuição de água são:

- Regularizar a vazão – receber uma vazão constante, igual à demanda média do dia de maior consumo de sua área de influência, acumular água durante as horas em que a demanda é inferior à média e fornecer as vazões complementares quando a vazão de demanda for superior à média;
- Segurança ao abastecimento – fornecer água por ocasião de interrupções no funcionamento normal da adução, como consequência da ruptura da adutora, paralisação da captação ou estação de tratamento, falta de energia elétrica, etc;
- Reserva de água para incêndio – suprir as vazões extras para o combate a incêndio; e
- Regularizar pressões – a localização dos reservatórios de distribuição pode influir nas condições de pressão da rede, principalmente, reduzindo as variações de pressões.

Além dessas vantagens, Tsutiya (2006) destaca outras, a saber:

- Bombeamento de água fora do horário de pico elétrico – o reservatório permite que se faça o bombeamento de água fora do horário de pico elétrico, diminuindo sensivelmente o custo de energia elétrica; e
- Aumento no rendimento dos conjuntos elevatórios – com os valores de altura manométrica e vazão aproximadamente constante, os conjuntos motor-bomba poderão operar próximos ao seu ponto de rendimento máximo.

2.2.7 A Distribuição

A rede de distribuição, de acordo com (BARROS et al., 2007), é a estrutura do sistema de abastecimento de água mais integrada à realidade urbana, e a mais dispendiosa. É constituída de um conjunto de tubulações interligadas instaladas ao longo das vias públicas ou nos passeios, junto aos edifícios, conduzindo a água aos pontos de consumo (moradias, escolas, hospitais, etc). Ainda para (BARROS et al.,

2007), as tubulações ou condutos que formam a rede de distribuição podem ser classificados em:

- Condutos principais – são aqueles de maior diâmetro e responsáveis pela alimentação dos condutos secundários; e
- Condutos secundários – são aqueles de menor diâmetro e abastecem diretamente aos pontos de consumo.

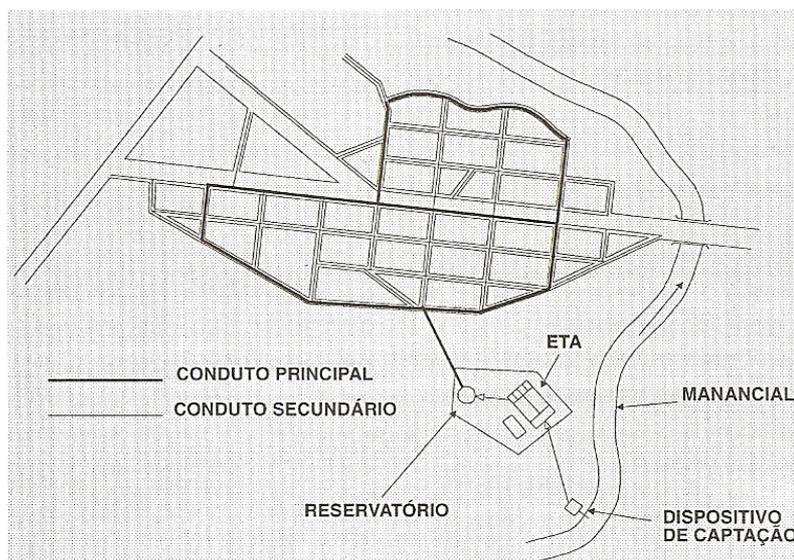


Figura 2.16 - Rede de distribuição de Água
Fonte: (BARROS et al., 2007)

Para (FNS, 1999) é o conjunto de tubulações, conexões, registros e peças especiais, destinados a distribuir a água de forma contínua, a todos os usuários do sistema.

Ao encontro do que (FNS, 1999) considera, Philippi Júnior (2005) define a rede de distribuição como sendo formada por um conjunto de tubulações, conexões, válvulas e peças especiais assentadas nas vias públicas, no passeio ou nos canteiros dos parques e avenidas, com o objetivo de fornecer água de forma contínua, em quantidade e pressões recomendadas a todos os usuários do sistema de abastecimento.

Garcez (1976) entende como rede de distribuição o conjunto de tubulações e peças especiais destinadas a conduzir a água até os pontos de tomada das instalações prediais, ou aos pontos de consumo público. As tubulações, geralmente, distribuem em marcha e se dispõem formando uma rede. Ademais, Garcez (1976) diz que, em geral, é a parte de maior custo no sistema de abastecimento,

compreendendo, em média, cerca de 70% do custo total, chegando, mesmo, a mais de 80% em abastecimento de pequenas coletividades.

(HELER E PÁDUA, 2010) define a rede distribuição como a unidade do sistema de abastecimento de água constituída por tubulações e órgãos acessórios instalados em logradouros públicos, e que tem por finalidade fornecer, em regime contínuo (24h/dia), água potável em quantidade, qualidade e pressão adequadas a múltiplos consumidores (residenciais, comerciais, industriais e de serviços) localizados em uma cidade, vila ou outro tipo de aglomeração urbana.

Ainda para (HELER E PÁDUA, 2010), a denominação rede de distribuição provém da forma como as tubulações são instaladas, formando uma rede de condutos interligados entre si e possibilitando diversas derivações para a distribuição de água potável aos imóveis abastecidos.

Tratando da importância da rede de distribuição, (HELER E PÁDUA, 2010) destaca que ela deve-se a duas características de grande relevância a ela associadas, que são:

- Característica de garantir, como derradeira unidade do sistema de abastecimento de água, que a água produzida e veiculada pelas unidades anteriores chegue até seus consumidores finais sem a deterioração de sua qualidade e com a quantidade, pressão e continuidade estabelecidas pela boa técnica e pelas normas oficiais aplicáveis;
- Característica de constituir-se, geralmente, na mais extensa unidade do sistema, responsável, em geral, por mais de 50% do seu custo de implantação.

(HELER E PÁDUA, 2010) observa que uma rede de distribuição mal projetada ou mal operada é permanente fonte de problema, mormente no que tange a perdas de água, ao comprometimento da qualidade da água e a reclamações dos usuários.

2.3 TEORIA DOS SISTEMAS

O que é um sistema? Sistema é um conjunto de componentes interconectados, que apresentam certas relações de causa e efeito e atuam como um todo, com um determinado objetivo (Bertalanffy, 1977).

A ciência moderna é caracterizada por sua crescente especialização, determinada pela enorme soma de dados, pela complexidade das técnicas e das estruturas teóricas de cada campo. Assim, a ciência está dividida em inúmeras disciplinas que geram continuamente novas sub-disciplinas (Bertalanffy, 1977). Como todas as evoluções que foram surgindo ao longo dos anos tornou-se necessário um "enfoque sistêmico". Um especialista em sistema é responsável por descobrir meios e modos que levam a realização de um determinado objetivo, esses especialistas examinam as soluções possíveis e escolhem a que tem caráter ótimo com máxima eficiência e o mínimo custo numa rede de interações.

Para Ribeiro Neto (1995) todas as ciências físicas, ao longo de sua evolução, enfrentaram diversos problemas ao lidar com a totalidade, a interação dinâmica e a organização. A busca de princípios e meios de análises que permitissem lidar com essas dificuldades levaram, em meados do século XX, ao desenvolvimento da teoria geral dos sistemas. Ainda, segundo Ribeiro Neto (1995), sua conclusão mais marcante foi a de que existem princípios que se aplicam a qualquer sistema, independente de sua natureza, das características dos elementos que o constituem e das relações ou forças existentes entre eles.

Em relação ao conceito de sistema, embora variável entre os diversos autores, essa assertiva traz sempre explícitas as noções de totalidade, interação e organização. Bertalanffy (1968) apud Ribeiro Neto (1995), o criador da teoria dos sistemas, afirma que *"o sistema é um conjunto de elementos em interação"*. Kauffman (1980) apud Ribeiro Neto (1995), afirma que *"o sistema é um conjunto de partes que integram entre si para funcionarem como um todo"*. Citando as palavras de Churchman (1968) apud Ribeiro Neto (1995), para corroborar com as ideias de interação dos sistemas, ele destaca que *"um sistema é um conjunto de partes coordenadas para realizar um conjunto de finalidades"*. Por fim, na concepção de Kast e Rosenzweig (1987) apud Ribeiro Neto (1995), *"o sistema é um todo organizado e complexo: um agregado ou uma combinação de coisas ou partes, formando um todo complexo ou integral"*.

Para a teoria de sistemas, de acordo com Fenzl e Machado (2009), o universo é interligado através de relações energéticas entre estruturas materiais que seguem certo número de regras, leis e princípios.

Tradicionalmente a análise científica escolhe seu objeto de investigação e aplica um número definido de passos metodológicos para tentar desvendar o seu funcionamento. As ciências clássicas e as tecnologias isolam assim os seus objetos de pesquisa do seu ambiente, o dividem em suas partes, descrevem e analisam as partes com a esperança de poder compreender o funcionamento do objeto como um todo.

Dando ênfase a uma visão global dos fenômenos, a Teoria Geral dos Sistemas se vale de conceitos importados da física e da biologia para explicar problemas sociais, sendo, assim, uma espécie de ligação entre as ciências clássicas e as ciências sociais e biológicas (Bertalanffy, 1977). Nesse sentido, Bertalanffy estabeleceu alguns pressupostos básicos da teoria. O primeiro desses pressupostos diz respeito à existência de uma tendência para a integração de várias ciências naturais e sociais. O segundo estabelece que tal integração é orientada para a teoria dos sistemas. Por sua vez, o terceiro pressuposto assevera que a teoria dos sistemas é uma maneira mais abrangente de estudar os campos não físicos ou imateriais do conhecimento científico, como as ciências sociais. A quarta e última premissa é a de que ao desenvolver princípios unificadores que perpassam os universos particulares das diversas ciências, a teoria dos sistemas aproxima-se dos objetivos da unidade da ciência.

Para Duarte (2006) sistema é a parte do todo (ou do universo) a qual tem-se especial interesse ou ainda a parte cujas propriedades físicas estão sob investigação, Ainda para o referido autor, vizinhança(s) é (são) a(s) parte(s) limítrofes ao sistema, do qual está separada e pela qual pode-se fazer observações.

Duarte (2006) destaca que existe ainda a fronteira, que separa o sistema da(s) vizinhança(s) e define os espaços (lugares) correspondentes a cada uma das partes que compõem o todo. Para ele o sistema pode ser:

- Aberto: Quando há troca ou passagem de energia e matéria entre a(s) Vizinhança(s) e o Sistema através de sua(s) Fronteira(s).
- Fechado: Quando há troca ou passagem de energia mas não de matéria entre a(s) Vizinhança(s) e o Sistema através de sua(s) Fronteira(s).

- Isolado: Quando não há troca nem de energia nem de matéria entre a(s) Vizinhança(s) e o Sistema através de sua(s) Fronteira(s).

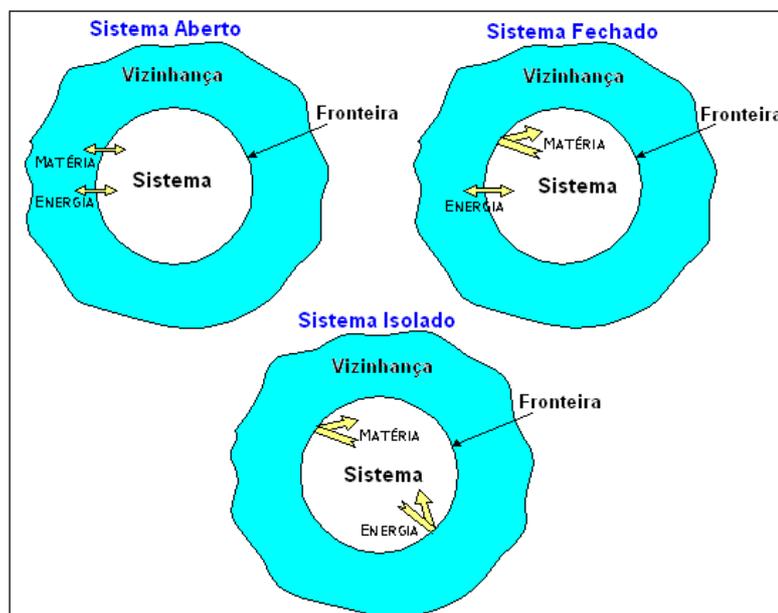


Figura 2.17 - Esquema dos três tipos de Sistemas: Aberto, Fechado e Isolado
 Fonte: Duarte (2006)

A Teoria Geral de Sistemas, segundo Bertalanffy (1977), tem por finalidade identificar as propriedades, princípios e leis característicos dos sistemas em geral, independentemente do tipo de cada um, da natureza de seus elementos componentes e das relações entre eles. Seus principais propósitos são:

- Há uma tendência geral no sentido da integração nas varias ciências, naturais e sociais.
- Esta integração centraliza em uma teoria.
- Ela pode ser um importante meio para alcançar uma teoria exata nos campos não físicos da ciência.
- Desenvolvendo princípios unificadores.
- Isso pode conduzir à integração necessária na educação científica.

Ainda na abordagem de Bertalanffy (1977), a física convencional só trata de sistemas fechados, que são aqueles que estão isolados do seu ambiente. Entretanto esses sistemas não aparecem separados do meio, eles estão sempre interagindo com outros. Nos últimos anos a física começou a adotar alguns casos de sistemas abertos.

Segundo a Teoria Geral dos Sistemas, muitas das supostas violações, paradoxos e contradições da física convencional somem nos níveis não físicos e podem ser aplicados o conceito de sistemas abertos.

A diferença fundamental entre um sistema aberto e um sistema fechado é que o último é incapaz de manter-se por si só, enquanto o primeiro tem essa capacidade. A física preocupava-se em tratar apenas dos sistemas fechados, apenas nos últimos anos é que houve a tendência a incluir os abertos, o que fez surgir clareza em campos antes obscuros na física e na biologia. Duas importantes conclusões gerais são a equifinalidade e que organismos animados importam energia do meio para se manter.

Outra forma de classificar os sistemas, de acordo com USP (2011) pode ser em estático e dinâmico. O sistema estático é aquele em que as propriedades descritivas do sistema não variam com o tempo, podendo variar espacialmente. Já no sistema dinâmico tais propriedades variam no tempo, podendo também variar espacialmente.

Os sistemas dinâmicos não são necessariamente de natureza física. Podemos ter sistemas econômicos, sistemas biológicos, sistemas de informação, sistemas ecológicos, sistemas de trânsito, etc. Mas os sistemas que mais interessam à engenharia são:

- sistemas mecânicos
- sistemas elétricos
- sistemas hidráulicos
- sistemas térmicos
- sistemas pneumáticos
- sistemas híbridos

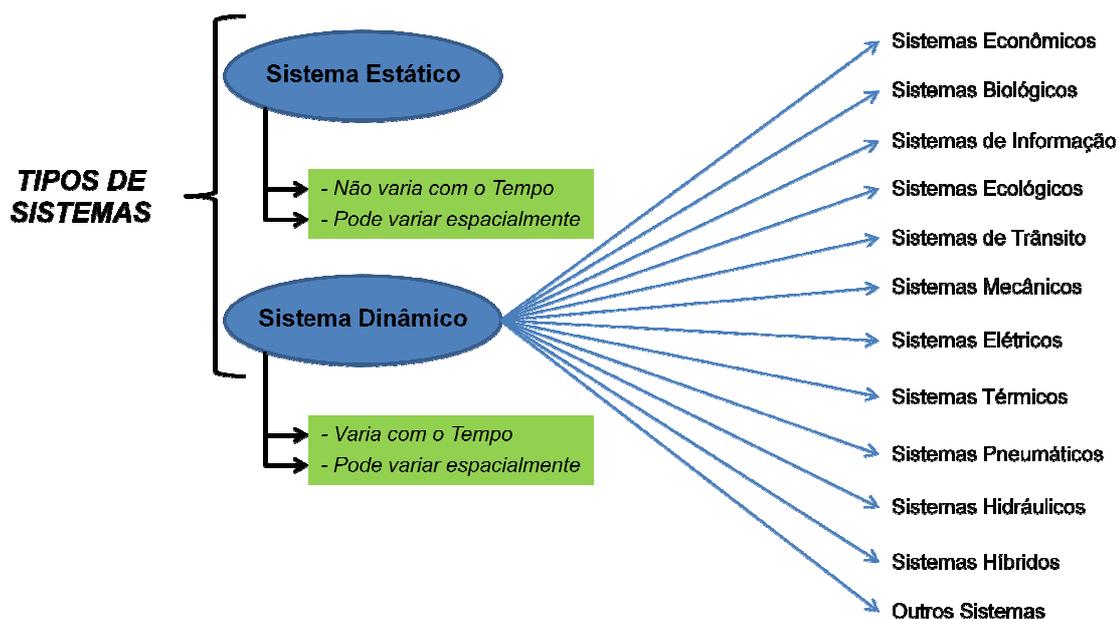


Figura 2.18 - Esquema quanto aos Sistemas Estático e Dinâmico
 Fonte: Adaptado de USP (2011)

Subdividindo-se os Sistemas ditos dinâmicos eles podem ser: com parâmetros concentrados e com parâmetros distribuídos; variantes no tempo e invariantes no tempo; lineares e não lineares; ativos e sistemas passivos; e contínuos e discretos.

O sistema de abastecimento de água da Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto, conforme abordado neste trabalho, será considerado um Sistema Fechado, pelo fato de estar isolados do seu ambiente, enquanto sistema de abastecimento, desvinculado da malha que abastece a Cidade de Belém, bem como também será considerado dinâmico, por ser um sistema hidráulico.

2.4 ENGENHARIA DE CUSTOS

De acordo com Barbosa (2004), após a Revolução Industrial, com o desenvolvimento das empresas industriais e o conseqüente aumento da complexidade do sistema produtivo, surgiu à contabilidade de custos voltada primeiramente para a avaliação dos inventários, fazendo com que o valor dos insumos consumidos com a produção equivalêssem ao custo dos produtos vendidos. Em seguida, constatou-se que as informações fornecidas pela contabilidade de custos eram potencialmente úteis para o auxílio gerencial, ultrapassando a mera função de determinação do resultado contábil do período.

Um sistema de custeio tem como preocupação principal o acompanhamento dos custos de um determinado produto ou serviço visando oferecer informações aos tomadores de decisão. Três funções principais podem ser atribuídas aos sistemas de custeio, segundo (KAPLAN e COOPER, 1998) apud Peyerl (2007), são eles:

- 1) Medir os custos dos bens vendidos e proceder com a avaliação dos estoques para geração de relatórios;
- 2) Estimar as despesas de operação, produtos, serviços e clientes;
- 3) Oferecer a gerentes e operadores feedback financeiro sobre a eficiência do processo.

Figueiredo (1997) apud Barbosa (2004) diz que um bom sistema de custos deve sistematizar as informações de forma apropriada para atender aos propósitos da organização. Desta forma, poderá realmente ser utilizado como ferramenta no processo decisório da empresa. Em um plano mais específico, o sistema deve ser capaz de seguir algumas considerações básicas, tais como:

- a) prover informações para controle e planejamento, servindo como instrumento para aprimoramento progressivo de todos os processos realizados dentro da empresa;
- b) levar em consideração o conjunto de pessoas e as particularidades de cada organização.

Santos, Marion e Segatti (2002) citam que um dos objetivos dos sistemas de custos é fornecer auxílio na administração da organização e no controle das unidades de produção, revelando aos administradores as atividades de menor custo, as mais lucrativas, as operações de maior e menor custos e as vantagens de substituir umas pelas outras. Outro objetivo citado pelos referidos autores é que um

sistema de custos deve oferecer bases consistentes e confiáveis para projeção dos resultados auxiliando o processo de planejamento e, conseqüentemente, o processo de tomada de decisão.

Gutierrez (2009) discorre que a ideia básica é a de que os custos são determinados segundo o fim a que se destinam. Dos muitos instrumentos de controle que o administrador tem em suas mãos, a maioria baseia-se em dados de custos. Partindo da premissa de que o estabelecimento do controle de custos é fator primordial para atender as necessidades de controle das operações.

Para Martins (2003), a contabilidade de custos passou a ser considerada uma eficiente ferramenta de controle para fornecimento de dados à administração há apenas algumas décadas. A partir do crescimento das empresas, o acirramento da concorrência, a necessidade de controles e a racionalização efetivos sobre os custos, a contabilidade de custos, após algumas adaptações, começou a ser aproveitada também como instrumento de gestão. Foi a partir de então que ela assumiu fundamental relevância para a tomada de decisão gerencial nos aspectos de controle e decisão.

Portanto, faz-se necessário que o Gestor tenha o conhecimento necessário sobre os custos para a prestação do serviço de demandar 1m³ de água para ser consumida na Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto, a começar pela terminologia básica de custos.

Ainda seguindo as ideias de Martins (2003), é importante fixar algumas terminologias comumente utilizadas:

1) Gasto: Sacrifício financeiro, normalmente representado pela entrega ou promessa de entrega de ativos (normalmente dinheiro), em razão da obtenção de um produto ou serviço qualquer. Trata-se de um conceito bastante amplo, aplicado a todos os bens e serviços adquiridos. O gasto existirá no ato da passagem para a propriedade da empresa do bem ou serviço, ou seja, no momento em que existe o reconhecimento contábil da dívida assumida ou do ativo dado em pagamento;

2) Desembolso: pagamento referente à aquisição do bem ou do serviço, podendo ocorrer antes, durante ou após a entrada da utilidade comprada;

3) Investimento: gasto ativado em função de sua vida útil ou de benefícios atribuíveis a futuro(s) período(s). Como exemplos, citam-se todos os sacrifícios ocorridos pela aquisição de bens ou serviços (gastos) que são “estocados” nos

Ativos da empresa para futura baixa ou amortização quando de sua venda, consumo, desaparecimento ou desvalorização;

4) Custo: gasto relativo ao bem ou serviço utilizado na produção de outros bens ou serviços. O Custo é também um gasto, só que reconhecido como tal, isto é, como custo, no momento da utilização dos fatores de produção (bens e serviços), para a fabricação de um produto ou execução de um serviço;

5) Despesa: bem ou serviço consumido direta ou indiretamente para a obtenção de receitas. Cita-se, como exemplo, a comissão de um vendedor, pois é um gasto que se torna imediatamente numa despesa. Toda despesa reduz o Patrimônio Líquido da empresa em razão da característica de representar sacrifícios para a obtenção de receitas;

6) Perda: consumo anormal ou involuntário de bem ou serviço.

O referido autor ressalta que os custos por sua vez podem ser ainda classificados em:

- 1) Custos diretos ou indiretos;
- 2) Custos fixos ou variáveis.

Os custos diretos e indiretos se diferem em função de sua facilidade de apropriação aos produtos e atividades de produção, Martins (2003). Pode-se citar como exemplo de um custo direto (este exemplo também é de custo variável) a utilização de cimento para a construção de um artefato de concreto numa obra. O custo do concreto é facilmente atribuído ao custo da peça de concreto. Nesse caso basta haver uma unidade de medida de consumo para a atribuição, por isso é um custo direto. No mesmo exemplo, pode-se citar como custo indireto a energia elétrica que move equipamentos que possibilitam a confecção da mesma peça de concreto. Mesmo sendo um custo variável, como a energia elétrica é consumida por todo o canteiro de obras e por todas as atividades desenvolvidas no canteiro, o montante de custo gerado por ela é dificilmente desmembrado entre as diversas atividades da obra, sendo assim um custo indireto. Como este custo não representa uma grande parte do custo total da construção, esta abordagem é considerada válida.

Para Limmer (1997), custo direto é o gasto feito com insumos como mão-de-obra, materiais e, ainda, equipamentos e meios, incorporados ou não ao produto. Já o custo indireto, é o somatório de todos os gastos com elementos coadjuvantes necessários à correta elaboração do produto ou, então, de gastos de difícil alocação

a uma determinada atividade ou serviço, sendo por isso diluídos por certo grupo de atividades ou mesmo pelo projeto todo

Em relação à diferença entre os custos fixos e variáveis, de acordo com Martins (2003), ela reside na sua variação em função da variação do volume de produção. Como exemplo de custo fixo, pode-se citar o custo de telefone. O custo do telefone, embora possa variar de um período para outro, não deve se alterar substancialmente devido ao volume de operações de uma fábrica. Já os materiais consumidos no chão de fábrica diretamente relacionados à produção, têm seu custo totalmente correlacionado com o volume de produção, logo são custos variáveis.

Limmer (1997) trata dos custos fixos como sendo aqueles que, praticamente, não variam para uma dada faixa de volume de produção. Porém, se a amplitude fixada para a faixa for ultrapassada, estes custos poderão variar (Figura 2.19).

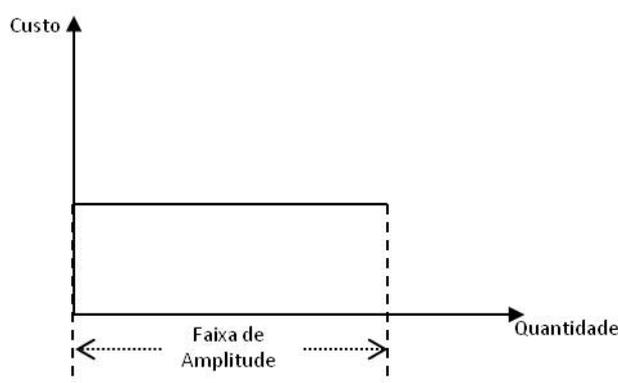


Figura 2.19 - Custo fixo
Fonte: Limmer (1997)

Em relação aos custos variáveis, Limmer (1997), diz que eles variam de forma proporcional e direta, em função da quantidade ou da dimensão dos produtos produzidos (Figura 2.20).

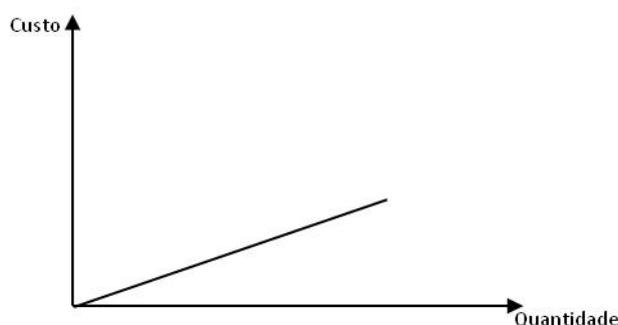


Figura 2.20 - Custo variável
Fonte: Limmer (1997)

Além daquilo que Martins (2003) aborda, Limmer (1997) também trata de outros tipos de custos, por exemplo, os semivariáveis. Segundo ele, são aqueles que variam com a variação da quantidade produzida, porém de forma não proporcional. Como exemplo, Limmer (1997), diz que quando há um acréscimo de 10% na quantidade produzida de um determinado produto, corresponde a uma variação diferente de 10% no custo total de produção. Esse tipo de custo pode ser considerado como tendo características tanto de custo fixo como que de custo variável (Figura 2.21).

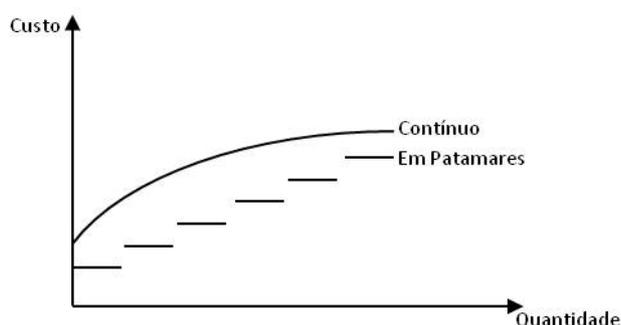


Figura 2.21 - Custo semivariável
Fonte: Limmer (1997)

E, por fim, ainda baseado nas explicações de Limmer (1997), os custos totais. Que são aqueles constituídos pela parcelas de custo variável e de custo fixo ou semivariável.

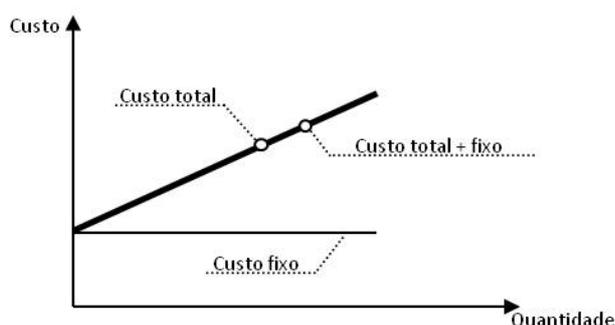


Figura 2.22 - Custos totais
Fonte: Limmer (1997)

Um importante destaque de Martins (2003) é que são custos de produção os gastos incorridos no processo de obtenção de bens e serviços destinados à venda, e somente eles. Não se incluem nesse grupo as despesas financeiras, as de administração e as de vendas; e é bastante difícil em algumas situações a perfeita distinção entre elas. Não são incluídos também os fatores de produção

eventualmente utilizados para outras finalidades que não a de fabricação de bens (serviços) destinados à venda.

Então, levantando, analisando e gerindo os custos inerentes à produção de 1m³ a ser demandada aos usuários do SAA da Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto é possível utilizá-lo como instrumento de gestão capaz de permitir à Administração superior tomar as medidas necessárias e adequadas quanto ao Abastecimento de Água, por exemplo, definindo qual a melhor alternativa: produzir, comprar ou produzir e comprar o recurso hídrico.

3 ÁREA DE ESTUDO: CIDADE UNIVERSITÁRIA PROF. JOSÉ DA SILVEIRA NETTO.

A Universidade Federal do Pará é uma instituição federal de ensino superior, organizada sob a forma de autarquia, vinculada ao Ministério da Educação (MEC), através da Secretaria de Ensino Superior (SESu). O princípio fundamental da UFPA é a integração das funções de ensino, pesquisa e extensão. O organograma da UFPA (Figura 3.1), mostra como está disposta a sua estrutura administrativa atual.

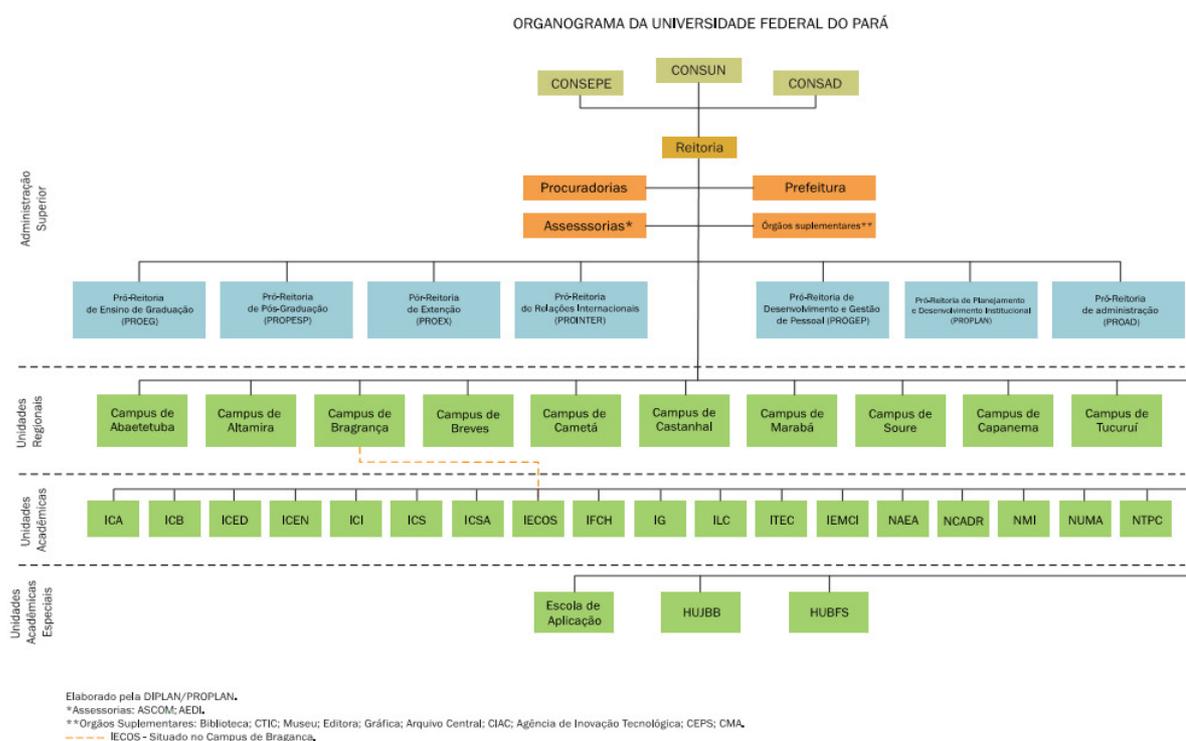


Figura 3.1 - Organograma atual da UFPA
Fonte: UFPA (2011)

Para (PROAD, 2006) deu-se início ao processo de aquisição da área a ser implantado o Núcleo Universitário no ano de 1963, o qual foi finalizado no ano de 1964. Em relação à implantação do Campus Universitário do Guamá, de acordo com UFPA (2007), ela ocorreu em julho de 1966 de modo a resolver os problemas de crescimento agravados pela distribuição aleatória de prédios pelo centro da cidade de Belém. Todavia não se pode desconsiderar a história do país no que diz respeito à influência nesse crescimento, pois, em face da criação do Campus ter ocorrido em pleno regime militar, supõe-se que aquela refletiu o modelo de universidade adotado segundo o pensamento político da época.

Quanto à localização, uma reflexão mais aprofundada sugere que o Campus Universitário do Guamá fechou o cinturão institucional na cidade portuária, Belém. A sua implantação às margens do Rio Guamá firma uma posição estratégica em que o espaço físico escolhido foi cenário para um modelo que traduzia a postura política dos governos militares. Por outro lado, o planejamento físico do Campus Universitário seguiu, assim como os demais planejamentos de universidades brasileiras, os mesmos princípios urbanísticos modernos, contidos na Carta de Atenas, utilizados para elaboração de planos diretores dos campi universitários. A Figura 3.2 e Figura 3.3 mostram a área destinada à UFPA.

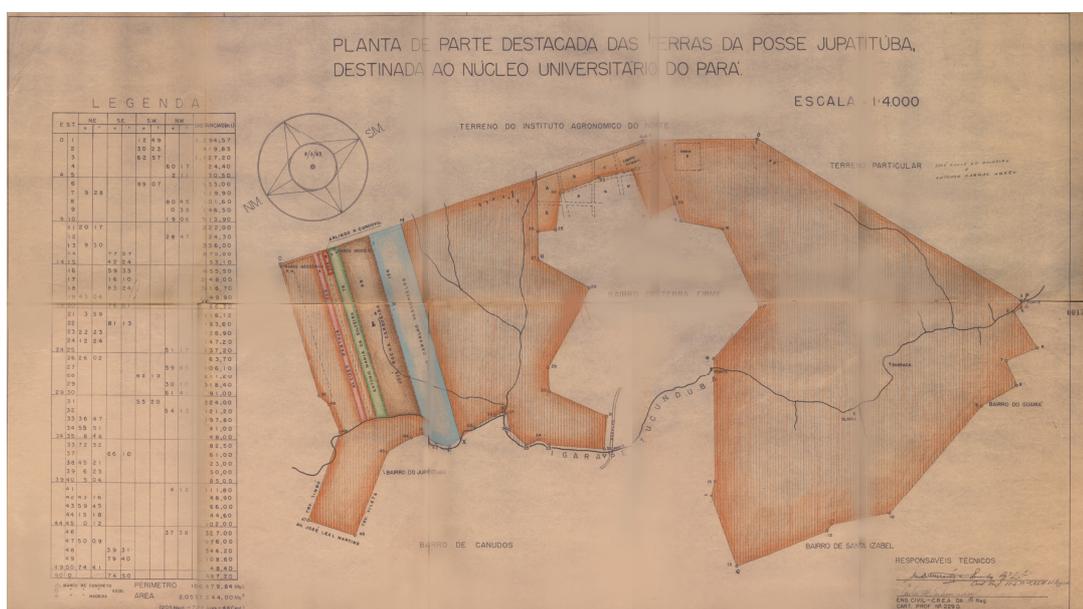


Figura 3.2 - Planta destinada ao Núcleo Universitário do Pará
Fonte: (PROAD, 2006)

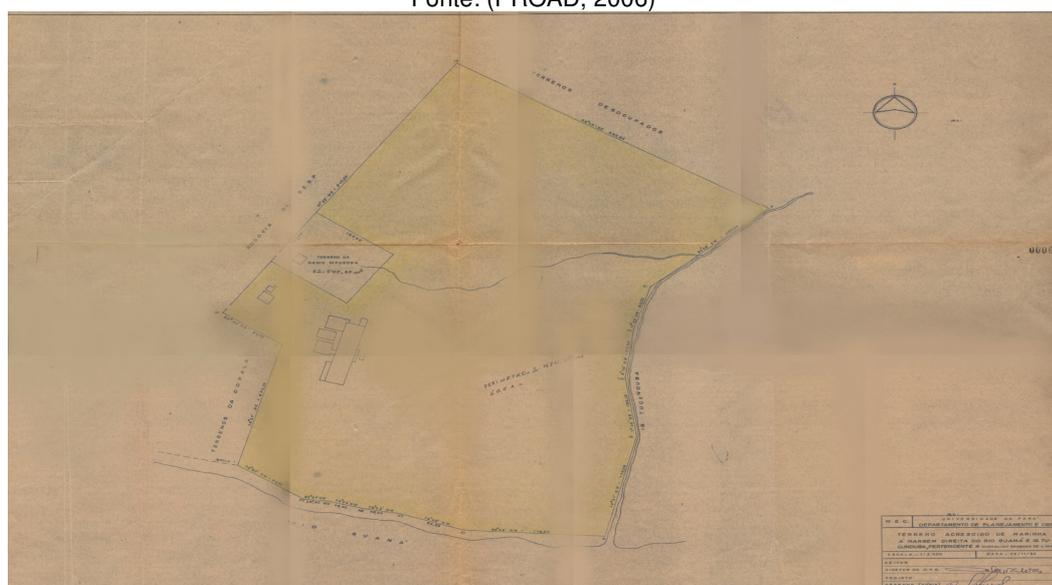


Figura 3.3 - Terreno a margem direita do rio Guamá
Fonte: (PROAD, 2006)

A Reforma Universitária (Decreto lei nº 53-18/11/68), por sua vez, garantiu modificações profundas, tanto administrativas como físicas e, segundo seus ditames, as unidades de uma universidade brasileira (cujo universo era entendido antes como unidades isoladas e independentes) deveriam se unir racionalmente. Seguindo esse ideal da reforma, os planejadores do espaço físico da UFPA idealizaram e explicaram o espaço físico do Campus segundo o seguinte princípio: *“sistema aberto que deverá, como sistema que é, definir um conjunto de partes inter-relacionadas e interdependentes, ao mesmo tempo aberto a fluxos externos de alimentação (IN PUTS) e tendo seu produto (OUT PUTS) e meio ambiente como universo que estudado criará novas formas de processamento interno (FEED BACK) e novos tipos de alimentação”* (UFPA, 2007).

A ideia geral, na realidade, foi adotada considerando as características geográficas, embora vários conceitos e teorias tivessem sido usados para explicar o que foi definido pela própria natureza, ou seja, a ideia justificaria uma área com um formato urbanístico perfeitamente delimitado por igarapés, separando setores perfeitamente definidos e distintos. Os setores foram assim denominados: Setor dos Centros Básicos (1); Setor dos Centros Profissionais (este subdividido em sub-setores): sub-setor Tecnológico (2) sub-setor de Ciências de Saúde (3); e o terceiro setor que é chamado de setor Esportivo (4) (UFPA, 2007). A Figura 3.4 destaca a divisão dos setores. A Figura 3.5, a Figura 3.6, a Figura 3.7, a Figura 3.8, a Figura 3.9, a Figura 3.10, a Figura 3.11 e a Figura 3.12 avultam a vista aérea da Cidade Universitária ao longo do tempo.



Figura 3.4 - Localização dos Setores
Fonte: Adaptado Google Earth

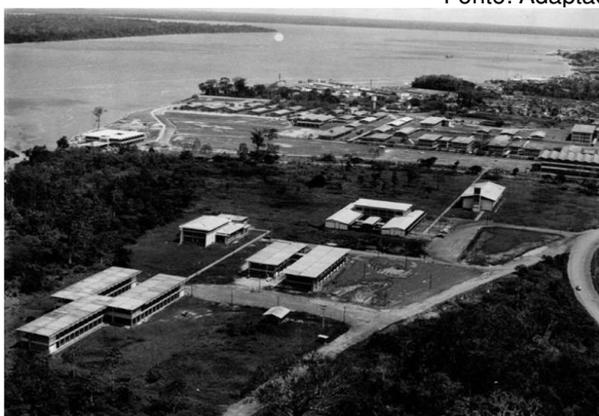


Figura 3.5 - Vista aérea da UFPA (Ano: 1978)

Fonte: UFPA (2007)

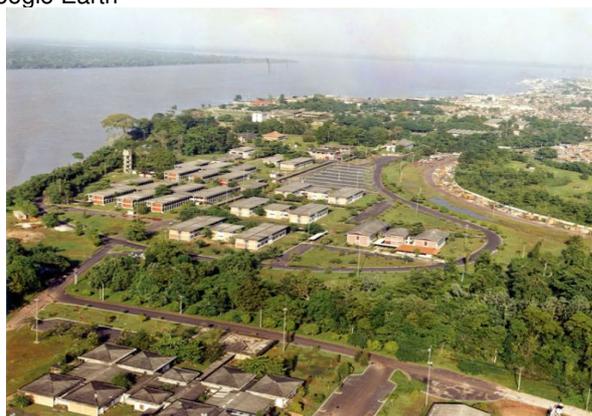


Figura 3.6 - Vista aérea da UFPA (Ano: 1995)

Fonte: UFPA (2007)

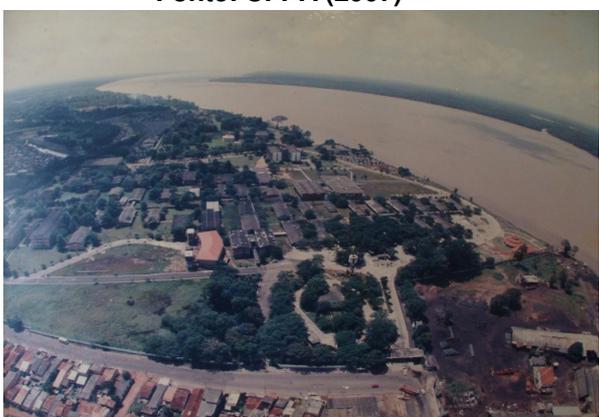


Figura 3.7 - Vista aérea da UFPA (Ano: 1987)

Fonte: UFPA (2007)



Figura 3.8 - Vista aérea da UFPA (Ano: 2009)

Fonte: UFPA (2009)



Figura 3.9 - Vista aérea da UFFPA (Ano: 2011) - PCT Guamá, Setores Básico, Profissional, Esportivo e Saúde
Fonte: Regularização Fundiária da UFFPA (2011)



Figura 3.10 - Vista aérea da UFFPA (Ano: 2011) – Setor Saúde e PCT Guamá
Fonte: Regularização Fundiária da UFFPA (2011)



Figura 3.11 - Vista aérea da UFFPA (Ano: 2011) - Setor Profissional e Esportivo
Fonte: Regularização Fundiária da UFFPA (2011)



Figura 3.12 - Vista aérea da UFFPA (Ano: 2011) - Setor Básico
Fonte: Regularização Fundiária da UFFPA (2011)

A transformação do Campus em Cidade Universitária se deu em uma cerimônia, na manhã do dia 28/11/2007, a qual marcou a mudança de nome do Campus Guamá para "*Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto*". Houve uma solenidade para inauguração de um monumento com o busto do ex-reitor, finalizando oficialmente o ano de comemorações pelo Cinquentenário da Universidade Federal do Pará (Figura 3.13).



Figura 3.13 - Busto em homenagem ao Professor José da Silveira Netto
Fonte: Autor (2011)

A Cidade Universitária está localizada às margens do Rio Guamá, precisamente à margem direita, cerca de 10 km do centro da cidade de Belém. Está localizado no bairro do Guamá e suas vias de acesso são as seguintes: Av. José Bonifácio, Av. Augusto Corrêa, Av. Perimetral e Av. Bernardo Sayão. A Figura 3.14, a Figura 3.15, a Figura 3.16, a Figura 3.17 e a Figura 3.18 destacam a evolução urbanística da Cidade Universitária.



Figura 3.14 - Imagem da área da UFA (1977)
Fonte: CODEM (1998)

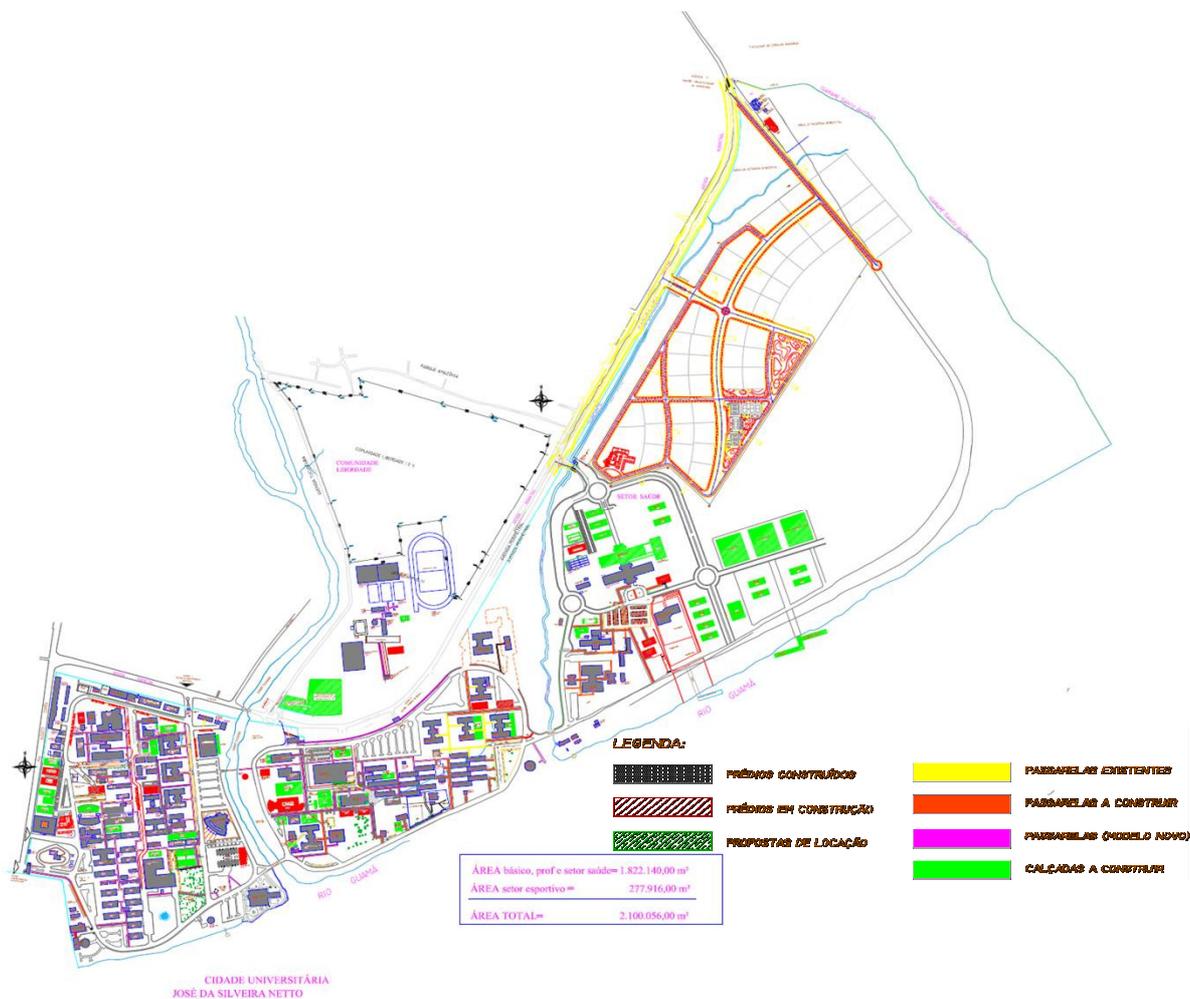


Figura 3.18 - Situação atual e projeções futuras da Urbanização da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto
Fonte: UFPA (2011)

3.1 O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE UNIVERSITÁRIA PROFESSOR JOSÉ DA SILVEIRA NETTO – HISTÓRICO E SITUAÇÃO ATUAL

Desde sua implantação, ocorrida na década de 60, Cidade Universitária já possui um sistema próprio de abastecimento de água, produzindo o necessário para atender a demanda da época. O Sistema de Abastecimento de Água – SAA Campus Universitário, como era chamado antigamente, consistia na captação de água de um poço artesiano de onde a água era recalçada para os reservatórios apoiados existentes no Setor Básico e no Setor Profissional. Destes reservatórios, através de bombeamento a água era recalçada para o Castelo Elevado de cada setor, o qual possuía uma rede de distribuição em forma de espinha com distribuição em marcha.

Contudo, precisamente em 19/03/1984, o Diretor de Divisão de Obras da UFPA, o Arquiteto José Freire da Silva Ferreira e o Pró-Reitor de Administração da UFPA, o Engenheiro Antônio Prince Bouez, documentaram aos Gestores Superiores da UFPA que o Sistema de Abastecimento de Água – SAA do Campus apenas atendia satisfatoriamente a produção de água. Eles relataram, também, que haviam problemas relacionados à qualidade da água, bem como de sua distribuição aos pontos de consumo.

Consta, nos autos dos processos disponíveis na Prefeitura da UFPA, a situação existente naquele momento, compreendendo uma narrativa do que havia em relação à captação, elevatórias, adução, reservação, rede de distribuição e adutoras.

Quanto à captação de água, ela era retirada de um poço localizado no Setor Profissional, onde o lençol artesianos possuía uma formação geológica constituída de areia quartzoza, branca, granulação fina e média, intercalada com lentes de argila. O poço era revestido até uma profundidade de 258m, com tubos de aço de 14" e filtro Jonshon de 8" com 30m de comprimento.

Para a vazão de teste de 181,50m³/h, realizada em 20/06/1983, o rebaixamento do lençol foi de 11m. Naquela época foi instalada uma bomba submersa KSB modelo BPH 333/1 + 7A 93/2, para uma produção de 100m³/hora e pressão de serviço de 21m.c.a. A análise da água realizada, baseado na norma técnica vigente a época, a P-NB-592/77, classificou-a no tipo C, apresentando varias substâncias dissolvidas como ferro (3,19mg/l), cálcio (36,92mg/l), magnésio (5,39mg/l), entre outros, além de detectar uma dureza maior que 114mg/l em CaCO₃, o que tornava a água imprópria para o consumo e o uso em instalações industriais e de laboratórios.

Em relação à elevatória, após a captação, ela conduzia a água para um reservatório apoiado, com capacidade de 80m³, servindo como poço de sucção para o conjunto de bombas que a recalavam para o reservatório elevado situado no Setor Básico, com a mesma capacidade de armazenamento. No Setor Profissional também existia uma elevatória que recalava a água da cisterna (com capacidade de reservação de 180m³) para o castelo do referido Setor (com capacidade de reservação de, também, 180m³). Para aduzir a água do Setor Profissional para o Setor Básico, era utilizada uma tubulação de ferro fundido de 4".

A rede de distribuição no Setor Básico tinha assentados 4.601m de tubo de ferro com diâmetros variando de 50mm a 100mm. Já no Setor Profissional, a referida rede tinha uma extensão de 3.559m, com tubulações em PVC, em diâmetros variando entre 60 e 100mm.

A adução, naquela época, foi considerada inadequada, tendo em vista que o reservatório do Setor Básico recebia água através da tubulação que vinha do Setor Profissional, o que condicionava uma grande descarga em cota baixa (cisterna), o que, conseqüentemente, gerava baixa pressão na rede de distribuição do Setor Básico. Constatou-se, ainda, que a tubulação de ferro fundido de 4" não apresentava condições suficientes para conduzir as vazões necessárias a ambos os Setores.

Diante da situação, foi possível constatar que a produção da água satisfazia as exigências de consumo do Campus. Porém, a qualidade da água, para consumo, deixava a desejar. Além disso, verificou-se a deficiência na distribuição, em função da limitação da tubulação que interligava os Setores Profissional ao Básico.

Então, como solução de engenharia adequada a solucionar o que fora detectado, visando favorecer a eficiência do sistema, bem como a normalidade do abastecimento do Campus, foi proposta a construção de uma Estação de Tratamento de Água – ETA, que havia sido projetada em 03 (três) módulos, com capacidade de atender uma vazão de cálculo de 240m³/h, mas que fora executada com apenas 02 (dois) módulos capazes de atender uma vazão de 160m³/h, a um custo estimado de CR\$ 85.000.000,00 (oitenta e cinco milhões de cruzeiros), estipulados para o ano de 1982. Além disso, propuseram a construção de uma elevatória de água tratada e barrilete para o reservatório elevado para lavagem dos filtros, que somado aos custos de construção da ETA totalizaria um custo estimado em CR\$ 105.000.000,00 (cento e cinco milhões de cruzeiros), também estipulados para o ano de 1982.

Atualizando os valores citados no parágrafo anterior temos a Tabela 3.1 e a Tabela 3.2:

Tabela 3.1 - Atualização monetária para o valor de CR\$ 85.000.000,00

Dados básicos informados para cálculo		
<i>Descrição do cálculo</i>		
<i>Valor Nominal</i>	Cr\$ 85.000.000,00	
<i>Indexador e metodologia de cálculo</i>	IPC-FIPE - Calculado pro-rata die.	
<i>Período da correção</i>	1/1/1982 a 1/4/2012	
Dados calculados		
Fator de correção do período	11048 dias	0,022318
Percentual correspondente	11048 dias	-97,768219 %
Valor corrigido para 1/4/2012	(=)	R\$ 1.897.013,98
Sub Total	(=)	R\$ 1.897.013,98
VALOR TOTAL	(=)	R\$ 1.897.013,98

FONTE:

<http://drcalc.net/correcao2.asp?descricao=&valor=85000000&diainiSelect=1&mesiniSelect=1&anoiniSelect=1982&diafimSelect=1&mesfimSelect=4&anofimSelect=2012&prorata=s&indice=3&juro=0%2C00&periodojuro=m&capitalizacao=c&inicialjuros=&finaljuros=&multa=0%2C00&honorario=0%2C00&Executar2=Executar+o+c%E11culo&ml=&it=>

Tabela 3.2 - Atualização monetária para o valor de CR\$ 105.000.000,00

Dados básicos informados para cálculo		
<i>Descrição do cálculo</i>		
<i>Valor Nominal</i>	Cr\$ 105.000.000,00	
<i>Indexador e metodologia de cálculo</i>	IPC-FIPE - Calculado pro-rata die.	
<i>Período da correção</i>	1/1/1982 a 1/4/2012	
Dados calculados		
Fator de correção do período	11048 dias	0,022318
Percentual correspondente	11048 dias	-97,768219 %
Valor corrigido para 1/4/2012	(=)	R\$ 2.343.370,22
Sub Total	(=)	R\$ 2.343.370,22
VALOR TOTAL	(=)	R\$ 2.343.370,22

FONTE:

<http://drcalc.net/correcao2.asp?descricao=&valor=105000000&diainiSelect=1&mesiniSelect=1&anoiniSelect=1982&diafimSelect=1&mesfimSelect=4&anofimSelect=2012&prorata=s&indice=3&juro=0%2C00&periodojuro=m&capitalizacao=c&inicialjuros=&finaljuros=&multa=0%2C00&honorario=0%2C00&Executar2=Executar+o+c%E11culo&ml=&it=>

Em relação à distribuição, o documento abordou a necessidade do lançamento de uma adutora para captação na fonte de produção, localizada no Setor Profissional do Campus, para abastecer o Setor Básico, que na época era atendido de forma precária. Os Gestores já tinham a preocupação de colapso no abastecimento, tanto que expuseram seu temor em haver a interrupção no abastecimento de água daquele Setor. Naquele período estimou-se uma despesa entorno de CR\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de cruzeiros), que atualizado para corresponde ao valor destacado na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Atualização monetária para o valor de CR\$ 50.000.000,00

Dados básicos informados para cálculo		
<i>Descrição do cálculo</i>		
<i>Valor Nominal</i>		Cr\$ 50.000.000,00
<i>Indexador e metodologia de cálculo</i>		IPC-FIPE - Calculado pro-rata die.
<i>Período da correção</i>		1/1/1982 a 1/4/2012
Dados calculados		
Fator de correção do período	11048 dias	0,022318
Percentual correspondente	11048 dias	-97,768219 %
Valor corrigido para 1/4/2012	(=)	R\$ 1.115.890,58
Sub Total	(=)	R\$ 1.115.890,58
VALOR TOTAL	(=)	R\$ 1.115.890,58

FONTE:

<http://drcalc.net/correcao2.asp?descricao=&valor=50000000&diainiSelect=1&mesiniSelect=1&anoiniSelect=1982&diafimSelect=1&mesfimSelect=4&anofimSelect=2012&prorata=s&indice=3&juro=0%2C00&periodojuro=m&capitalizacao=c&inicialjuros=&finaljuros=&multa=0%2C00&honorario=0%2C00&Executar2=Executar+o+c%2E1&culo&ml=&it=>

Concebido e construído, o SAA da Cidade Universitária, passou a operar a partir da década de 1980 até os dias de hoje. De lá para cá apenas medidas corretivas para manutenção do sistema foram tomadas. A UFPA sempre manteve equipe de Servidores responsáveis por esse serviço. Também matinha operando a Estação de Tratamento de Água – ETA 01 posto de serviço 24h, contando com 4 Bombeiros Hidráulicos, prestando serviço terceirizado até os dias de hoje. A Figura 3.19 esquematiza o funcionamento do SAA atualmente, a Figura 3.20 indica a localização da UFPA e da ETA, a Figura 3.21 mostra a ETA em funcionamento durante o dia e a Figura 3.22 mostra o funcionamento das ETA durante a noite.

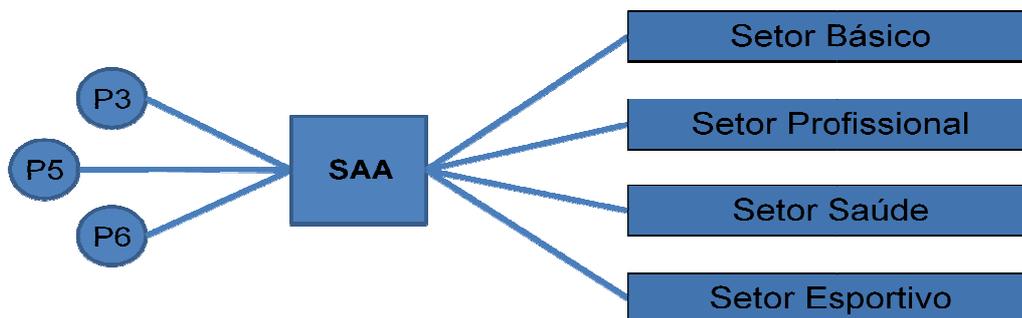


Figura 3.19 - Esquema quanto à oferta de água para a Cidade Universitária

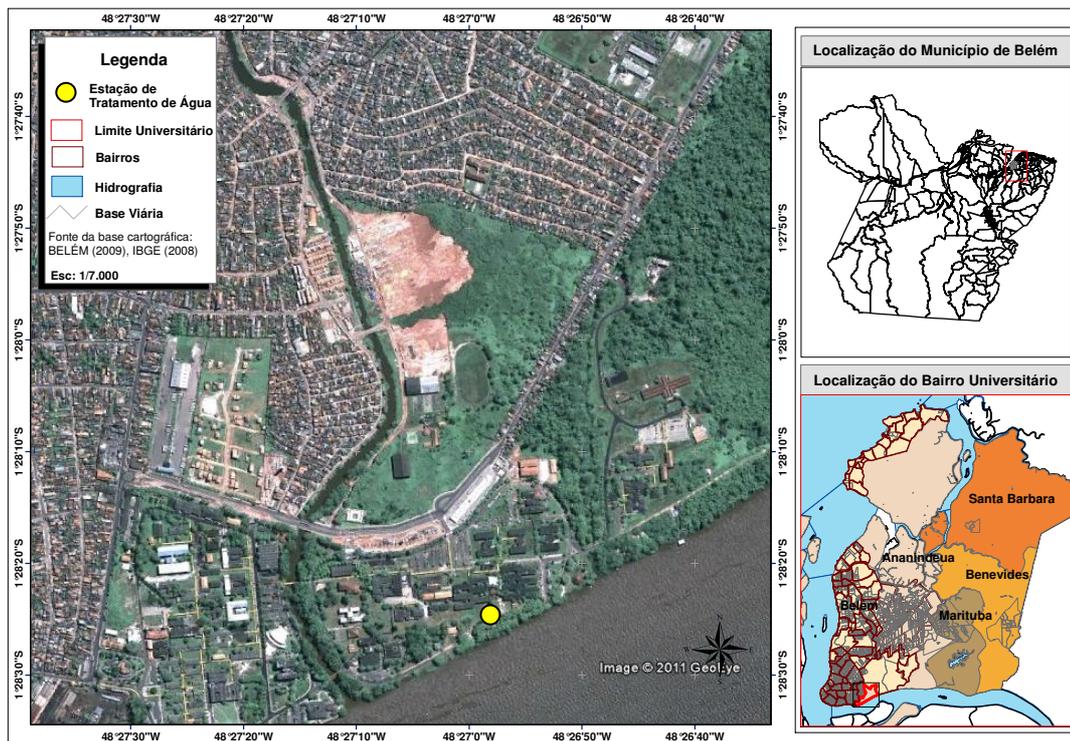


Figura 3.20 - Mapa de Localização da Cidade Universitária e da ETA da UFPA
Fonte: Pereira e Sá (2011)



Figura 3.21 - Estação de Tratamento de Água da UFPA – Funcionando durante o dia
Fonte: Autor (2011)



Figura 3.22 - Estação de Tratamento de Água da UFPA – Funcionando durante a noite
Fonte: Autor (2011)

Segundo estudo realizado pela Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA, na Cidade Universitária, em 2008, constatou-se que o aquífero que abastece a Cidade Universitária era o da Formação Pirabas. Em relação à captação de água, ela era feita através de dois poços (P4 e P5), sendo um de reserva, através de conjunto motor-bomba submerso que recalrava a água até a Estação de Tratamento de Água, localizado no Setor Profissional. A distância entre os dois poços (P4 e P5) é de aproximadamente 25m. Em relação à ETA o P4 tem aproximadamente 30m e o P5 de 40m.

Os poços construídos nas décadas de 70 e 80 já estavam desativados. Os poços que operavam à época, os quais foram perfurados em 2000 e 2003, eram os seguintes, conforme vistos na Figura 3.23 e Figura 3.24:



Figura 3.23 - Poço 4 construído em julho de 2000

Profundidade útil 257 m
 Vazão 112 m³/h - pitometria de 23/10/08
 Diâmetro de revestimento 14" – 80m e 8" – 144 m
 Material do filtro aço INOX 8" – 33 m
 Bomba submersa
 Marca EBARA
 Potência 60cv
 Localização: Cidade Universitária



Figura 3.24 - Poço 5 construído em abril de 2003

Profundidade útil 180m
 Vazão 97,4m³/h – pitometria agosto 2008
 Diâmetro de revestimento 12" – 80m e 8" – 72 m
 Material do filtro aço INOX 8" – 30m
 Bomba submersa
 Marca EBARA
 Potência 60cv
 Localização: Cidade Universitária



Figura 3.25 - Poço 3 construído em maio de 2002

Profundidade útil 165 m
 Vazão 59,9m³/h – medição in loco
 Diâmetro de revestimento 8" – 36m e 6" – 125 m
 Material do filtro aço INOX 6" – 30m
 Bomba submersa
 Marca EBARA
 Potência 18cv
 Localização: Cidade Universitária



Figura 3.26 - Poço 6 construído em abril de 2009

Profundidade útil 250 m
 Vazão 200m³/h – medição in loco
 Diâmetro de revestimento 12" – 80m e 8" – 170 m
 Material do filtro aço INOX 6" – 30m
 Bomba submersa
 Marca LEÃO
 Potência 60cv
 Localização: Cidade Universitária

4 METODOLOGIA

4.1 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para alcançar os objetivos traçados neste trabalho foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos:

4.2 1ª ETAPA

Primeiramente foi feito o levantamento em campo de informações a respeito da Cidade Universitária, tais como Estrutura, Infraestrutura, Dados Populacionais atuais e série histórica, o Sistema de Captação, Tratamento e Distribuição da Água existente, custos com Consumo de Água da Concessionária, Despesas com manutenção hidráulica e elétrica do sistema de abastecimento (das instalações produtivas) e Pesquisa Bibliográfica.

Foram realizados levantamentos de campo em busca de informações complementares, principalmente daquelas que não estejam de forma clara e sucinta nos documentos existentes na Universidade Federal do Pará. Esse levantamento buscou, também, identificar a situação da urbanização da Cidade Universitária, bem como buscou criar a evolução urbanística que houve desde a sua criação.

Para a análise da evolução populacional, baseado no que fora exposto no referencial teórico, foi possível, nesse caso, através dos métodos com base em equações matemáticas (Tabela 2.4, pág. 47), estimar uma população futura, conforme procedimentos a seguir:

1º Passo – Inserção dos Dados de Entrada:

Foram considerados os dados de entrada os valores correspondentes aos anos de 2008, 2009 e 2010, respectivamente, conforme exposto na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Dados de entrada para utilização dos métodos com base em equações matemáticas

ANOS		
2008	2009	2010
POPULAÇÃO (habitantes)		
34.344	37.289	40.296

2º Passo – Estipulação do Ano para qual se quer fazer a estimativa da População Futura:

Para a realização deste trabalho estipulou-se o ano de 2030 para estimar a população futura, considerando que a atual situação das instalações para produção de 1m³ de água tratada não é das melhores, tendo em vista a necessidade iminente de melhorias nessas instalações.

3º Passo – Utilização através de planilhas eletrônicas para estimativa da população futura, baseado nas informações referentes ao 1º e 2º Passos.

Não foi utilizada a projeção populacional com base em métodos de quantificação indireta, conforme modelos propostos na Tabela 2.5 (pág. 48), em função de a UFPA não dispor de quaisquer informações consistentes que possibilitassem tal uso.

Foi feita a instalação de 01 medidor de vazão Woltmann Axial DN 6 QN 150 LL v/h 40c PN10 (CIA) na tubulação de entrada de água bruta antes dos aeradores, assim como foi instalado 01 medidor eletromecânico de energia ativa, KW/H 3Ø 3 ELE. 4 FIOS. I=30/200A. V=240V/380V CLASSE 2, 60HZ. Registrador Ciclométrico. Borneira para cabo até 95mm. MODELO T8L, no sistema de bombeamento do Setor Profissional e 01 medidor eletrônico de energia trifásico = 3Ø 3 ELE. 4 FIOS, Medição Direta, 15(120) A, CLASSE 0,5%, Modelo A1050. Somente Ativo (KW/H). V= 120/380V. borneira para cabo até 25mm, no sistema de bombeamento do Setor Básico.

Com a instalação dos equipamentos supracitados foram realizadas medições diárias, para uma amostragem mais requintada com relação extração de água do aquífero subterrâneo e em relação ao consumo de energia elétrica do sistema de bombeamento.

As informações oriundas do levantamento foram lançadas em planilhas eletrônicas, a fim de subsidiar a etapa seguinte.

4.3 2ª ETAPA

Tratamento dos dados, o qual consistiu na análise da pesquisa de campo, análise dos dados obtidos, levantamento de custos, pesquisados em documentos existentes na Prefeitura da UFPA, para produção de 1m³ de água na Cidade

Universitária e a identificação do custo, em moeda corrente, do m³ produzido e comprado através da Concessionária Local.

O tratamento dessas informações permitiu uma análise criteriosa, conforme será exposto na 3ª etapa, do ponto de vista de gestão pública, com o intuito de subsidiar o Gestor quanto à forma mais vantajosa à Administração de gerir as gastos públicos.

4.4 3ª ETAPA

Nesta etapa foi elaborada a Análise dos Custos quanto à melhor alternativa para o abastecimento de água para a Cidade Universitária. Foi possível identificar qual a situação mais vantajosa à Administração, do ponto de vista de gestão pública, sobre qual das opções, abastecimento da Concessionária Local (Compra) ou através da captação de águas subterrâneas (Produção), será aquela tecnicamente e economicamente capaz de atender as necessidades institucionais, com qualidade e quantidade adequada, ou se, dependendo da situação, conforme será exposto na 4ª etapa com a criação de cenários futuros, poderá ser melhor comprar e/ou produzir água tratada para consumo.

A análise de custos baseou-se na verificação dos valores despendidos nos Contratos de manutenção de infraestrutura de saneamento, manutenção de infraestrutura de eletricidade, manutenção de infraestrutura de telefonia, limpeza, asseio e conservação, construção de poço, entre outras.

4.5 4ª ETAPA

Após verificar todos os custos inerentes à compra e produção de 1m³ de água e após definir o custo por m³ de cada uma das opções, foram criados cenários futuros para informar aos gestores qual a melhor alternativa quando da ocorrência dos possíveis cenários sugeridos.

Os cenários sugeridos foram:

- 1- Quando houver a cobrança pelo consumo de energia elétrica;
- 2- Quando houver a cobrança da Outorga para captação do recurso hídrico para fins de abastecimento público;

3- Quando houver a cobrança tanto do consumo de energia elétrica quanto o de outorga;

4- Quando houver a compra de 100% da água potencialmente ofertada ao SAA da Cidade Universitária junto à Concessionária Local;

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 RESULTADOS POR ETAPA

5.1.1 Resultados da 1ª Etapa

A 1ª Etapa da metodologia deste trabalho levantou, através de pesquisa de campo, informações dos dados populacionais, os quais foram computados para o período de 1990 a 2010, conforme pode ser observado na Figura 5.1.

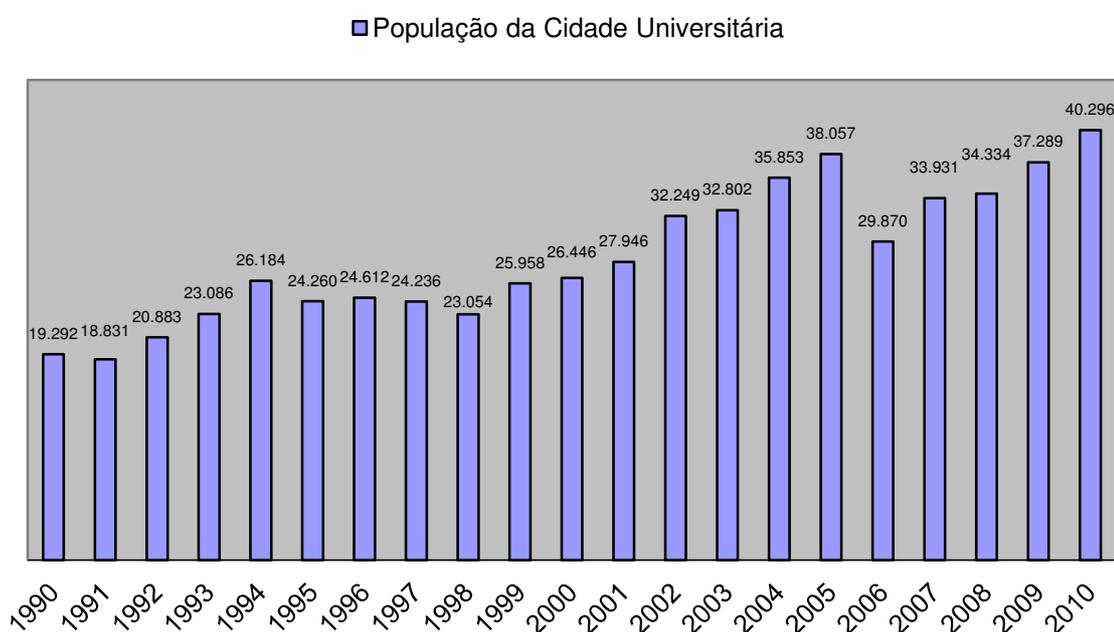


Figura 5.1 - Evolução da População da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto

Baseado nos dados obtidos na METODOLOGIA, em especial nos procedimentos da 1ª ETAPA (pág. 92), foi possível verificar a evolução populacional da Cidade Universitária até o ano de 2030, utilizando-se de métodos propostos em equações matemáticas.

Para o método da Projeção Aritmética, temos a Figura 5.2.

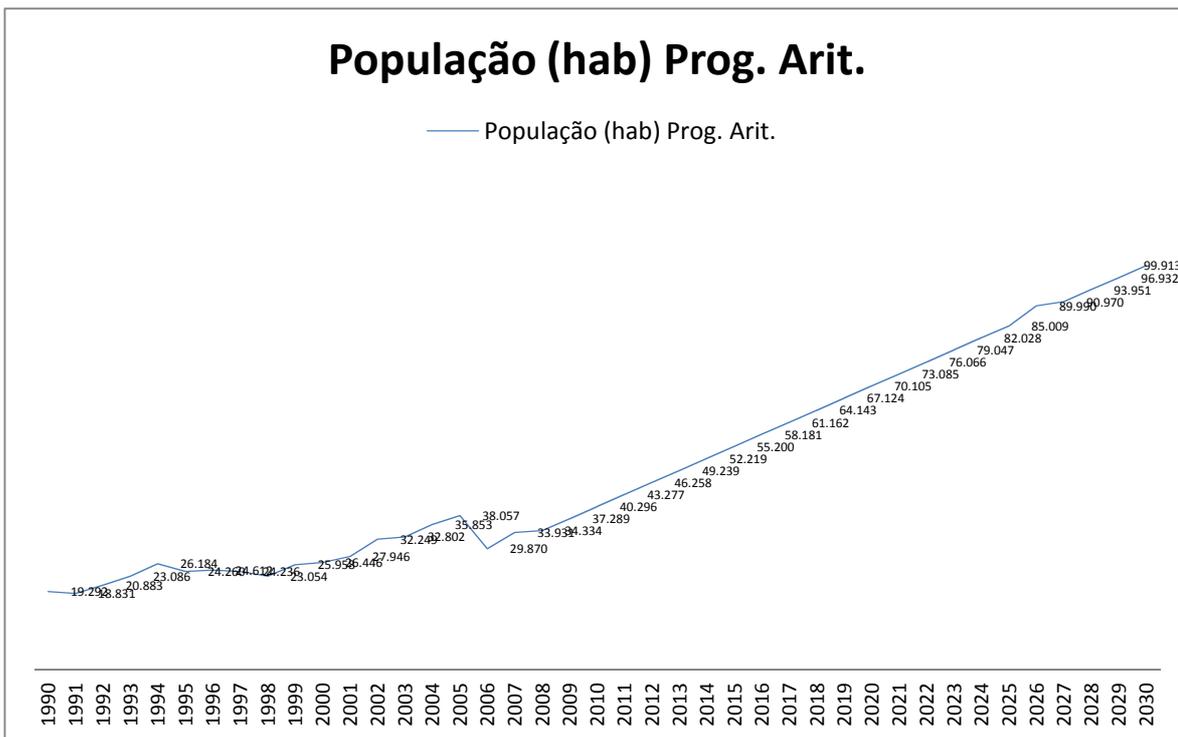


Figura 5.2 - Gráfico Evolução Populacional - Método da Projeção Aritmética

Para o método do Crescimento Geométrico, temos a Figura 5.3

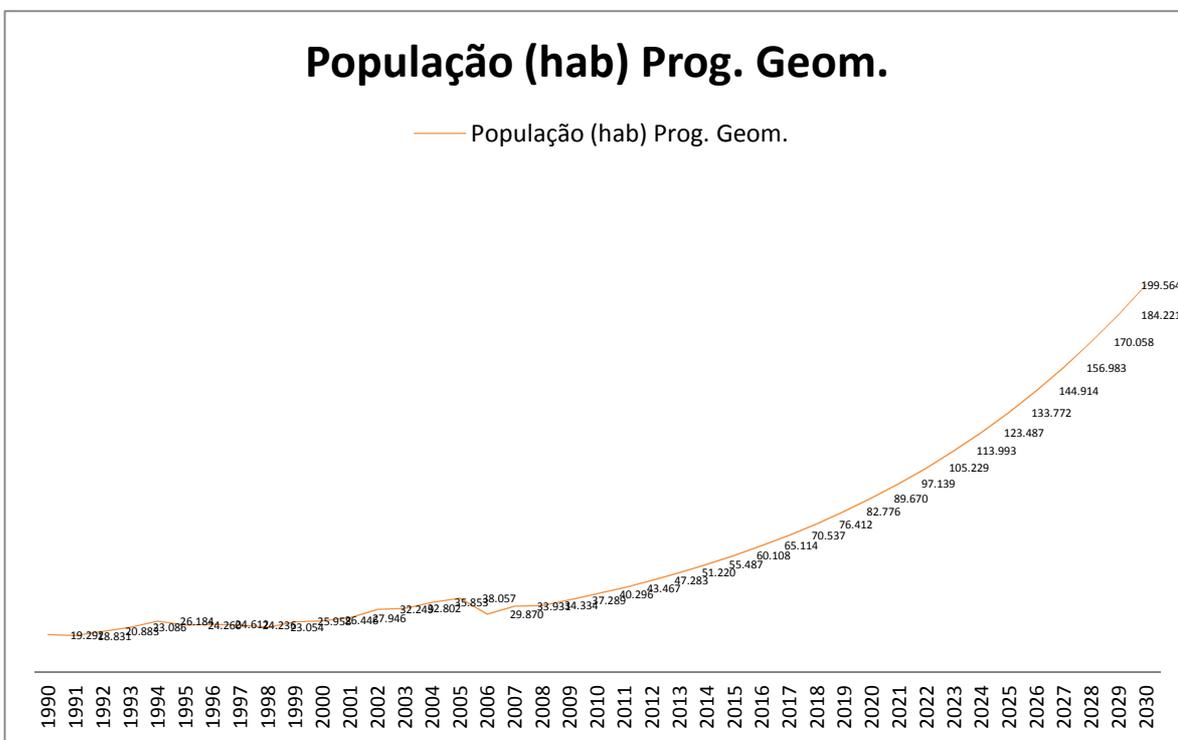


Figura 5.3 - Gráfico Evolução Populacional - Método da Projeção Geométrica

Para o método da Taxa Decrescente de Crescimento, temos a Figura 5.4.

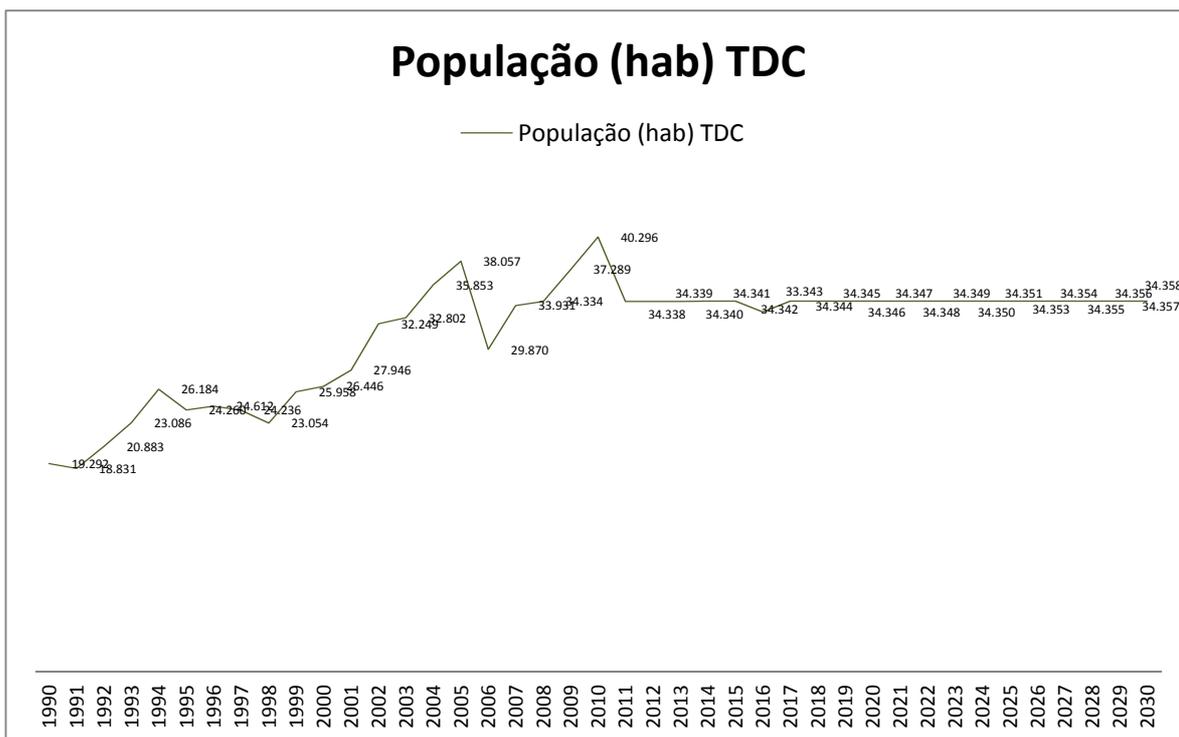


Figura 5.4 - Gráfico Evolução Populacional - Taxa Decrescente de Crescimento

Para o método do Crescimento Logístico, temos a Figura 5.5.

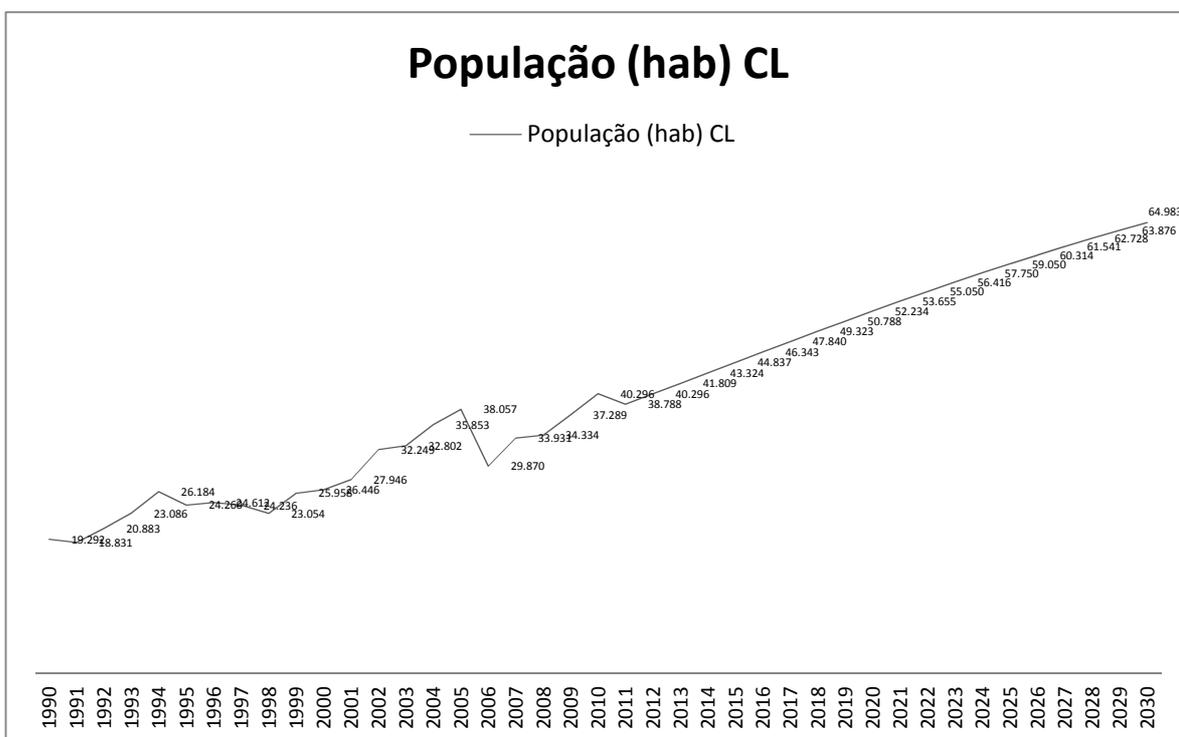


Figura 5.5 - Gráfico Evolução Populacional - Crescimento Logístico

Verificando as curvas de tendência aplicadas à Figura 5.1 (- Evolução da População da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto, pág. 96),

verificou-se as seguintes equações e valores de R^2 (ver Figura 5.6, Figura 5.7, Figura 5.8, Figura 5.9 e Figura 5.10):

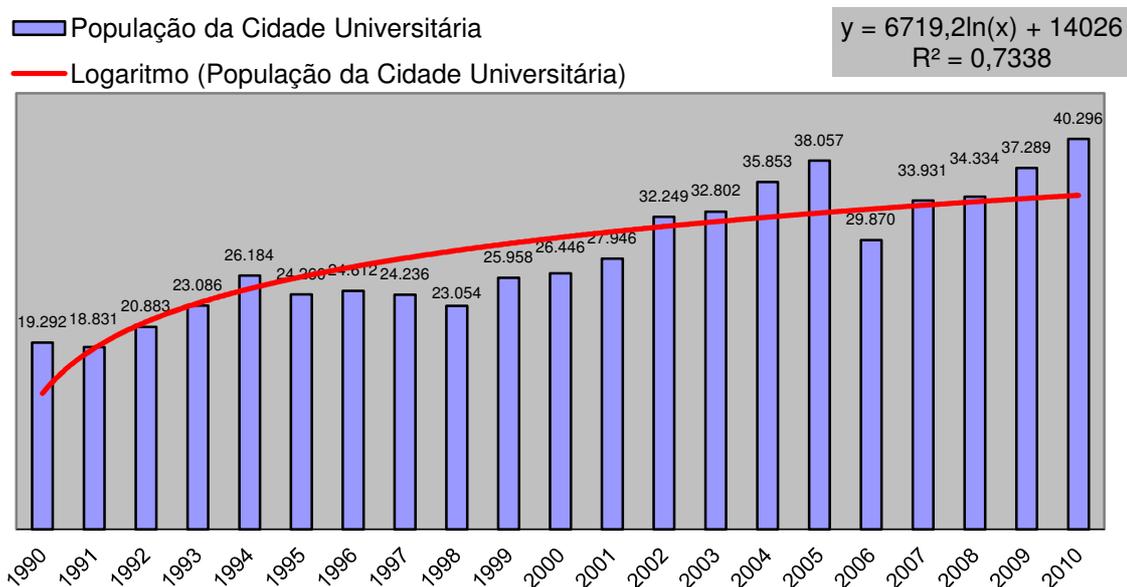


Figura 5.6 - Evolução da População da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto (Curva de Tendência Logarítmica)

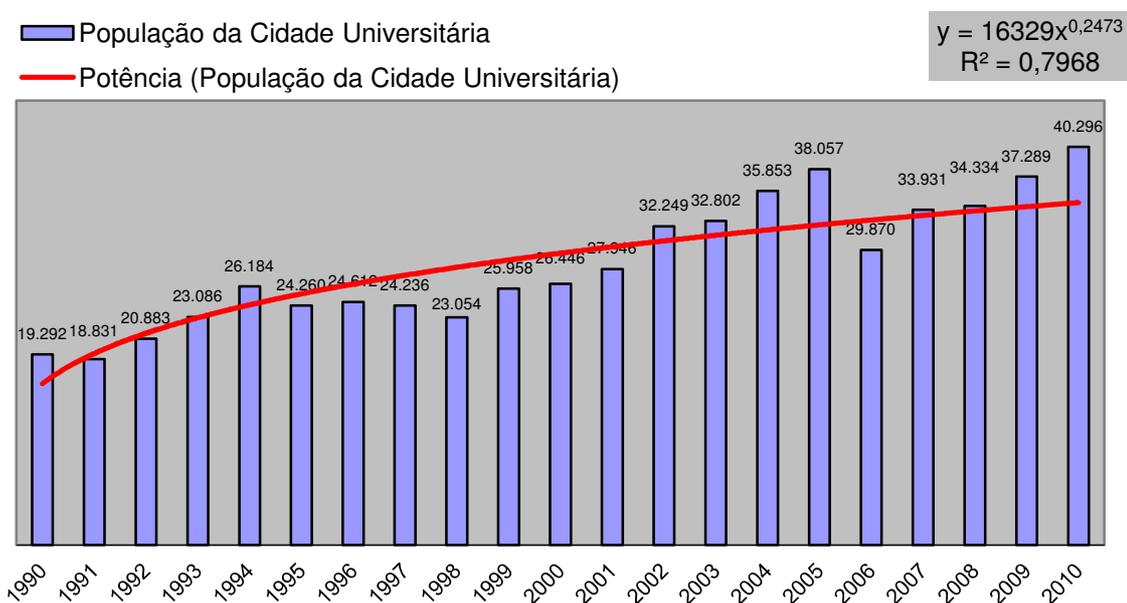


Figura 5.7 - Evolução da População da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto (Curva de Tendência de Potência)

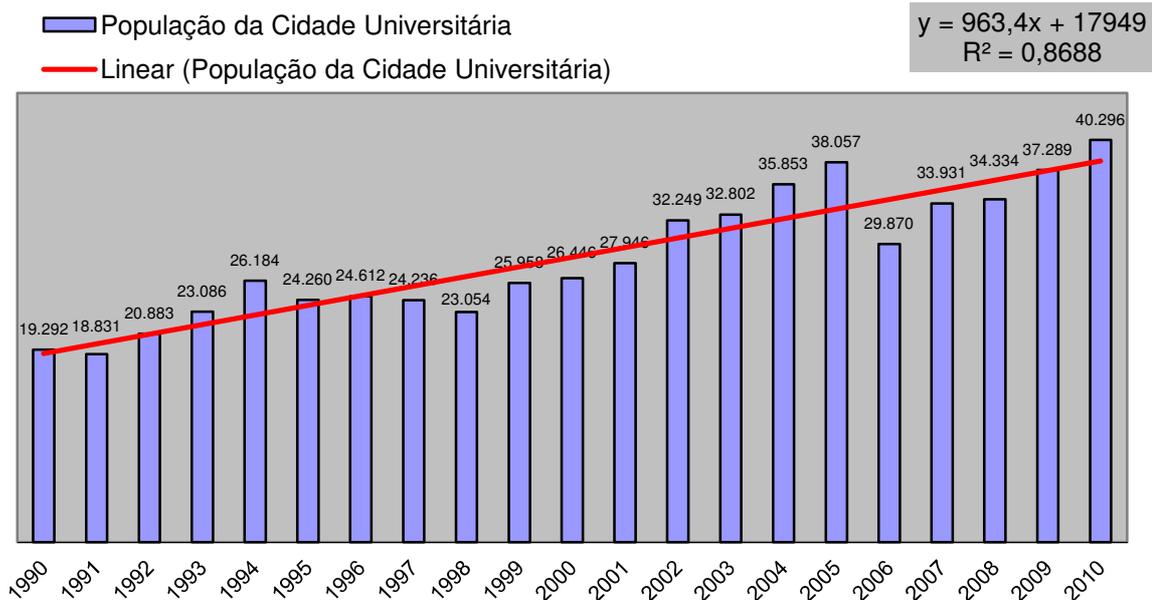


Figura 5.8 - Evolução da População da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto (Curva de Tendência Linear)

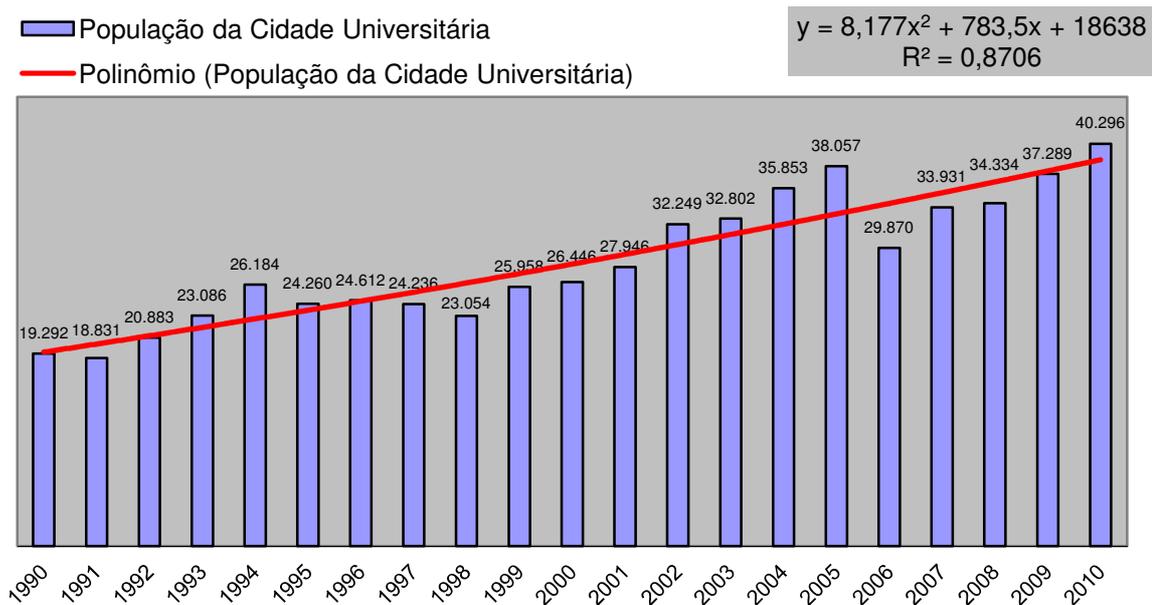


Figura 5.9 - Evolução da População da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto (Curva de Tendência Polinomial de ordem 2)

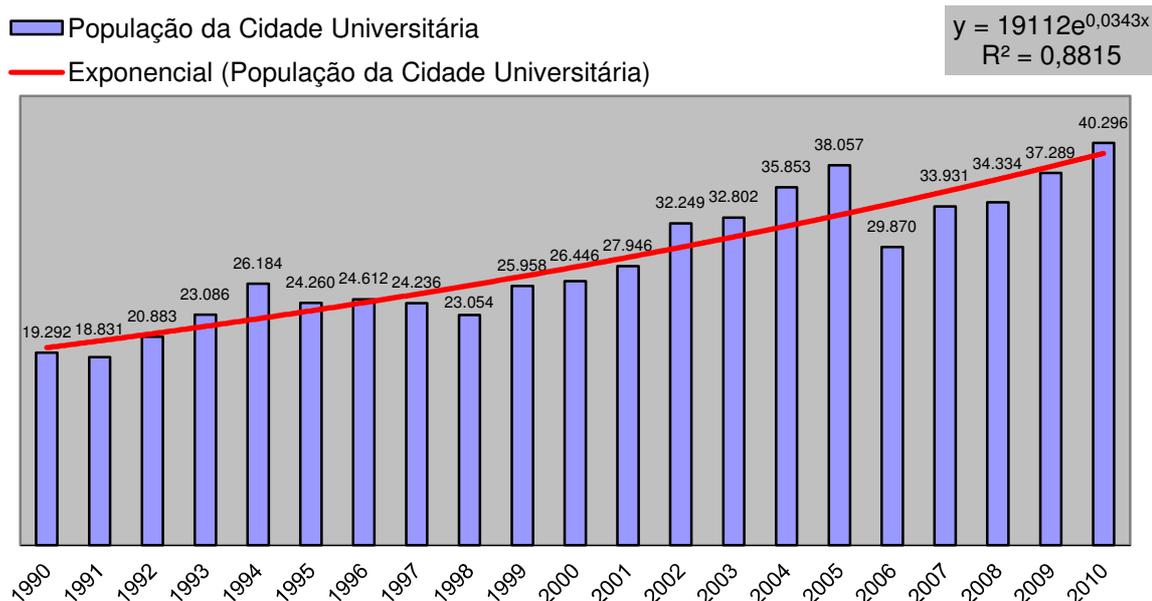


Figura 5.10 - Evolução da População da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto (Curva de Tendência Exponencial)

Então, diante dos valores de “R²” constante na Figura 5.6, Figura 5.7, Figura 5.8, Figura 5.9 e Figura 5.10, o melhor valor, o qual se aproximou de 1, foi o sugerido pela curva de tendência exponencial (R² = 0,8815) – Figura 5.10.

Utilizando a equação proposta na Figura 5.10, com valor de “x” igual a 40, tendo em vista a projeção prevista para o ano de 2030, tendo como dado de entrada o ano de 1990, a população projetada seria de: $y = 19.112 \times e^{0,343 \times 40} \rightarrow y = 75.362,99 \rightarrow y = 75.363 \text{ habitantes}$.

Analisando a Figura 5.2 (- Gráfico Evolução Populacional - Método da Projeção Aritmética, pág. 97), a Figura 5.3 (- Gráfico Evolução Populacional - Método da Projeção Geométrica, pág. 97), a Figura 5.4 (- Gráfico Evolução Populacional - Taxa Decrescente de Crescimento, pág. 98) e a Figura 5.5 (- Gráfico Evolução Populacional - Crescimento Logístico, pág. 98), com valores de projeção populacional para o ano de 2030 nos valores de 99.913, 199.564, 34.358 e 64.983 habitantes, respectivamente, optou-se por utilizar a projeção de população proposta pelo método do Crescimento Logístico, pelo fato de o valor sugerido estar mais próximo daquele o qual foi previsto na equação proposta na Figura 5.10 (pág. 101) – 75.363 habitantes.

Através do uso de equações matemáticas para cálculo do crescimento populacional observou-se uma variação considerável de um método para outro, variando de 34.358 a 199.564 habitantes (mais de 500% de variação). Talvez, isso

se deva ao fato de que uma Cidade Universitária não tenha as mesmas características da maior parte das cidades, pois nela há um fluxo de entrada e saída de habitantes (população flutuante) bem diferente do que aquele observado em uma cidade considerada normal.

Em relação ao abastecimento de água da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto foi identificado como está à situação atual, em relação ao abastecimento produzido na UFPA e o que é feito através da Concessionária Local – COSANPA, conforme ilustra a Figura 5.11.

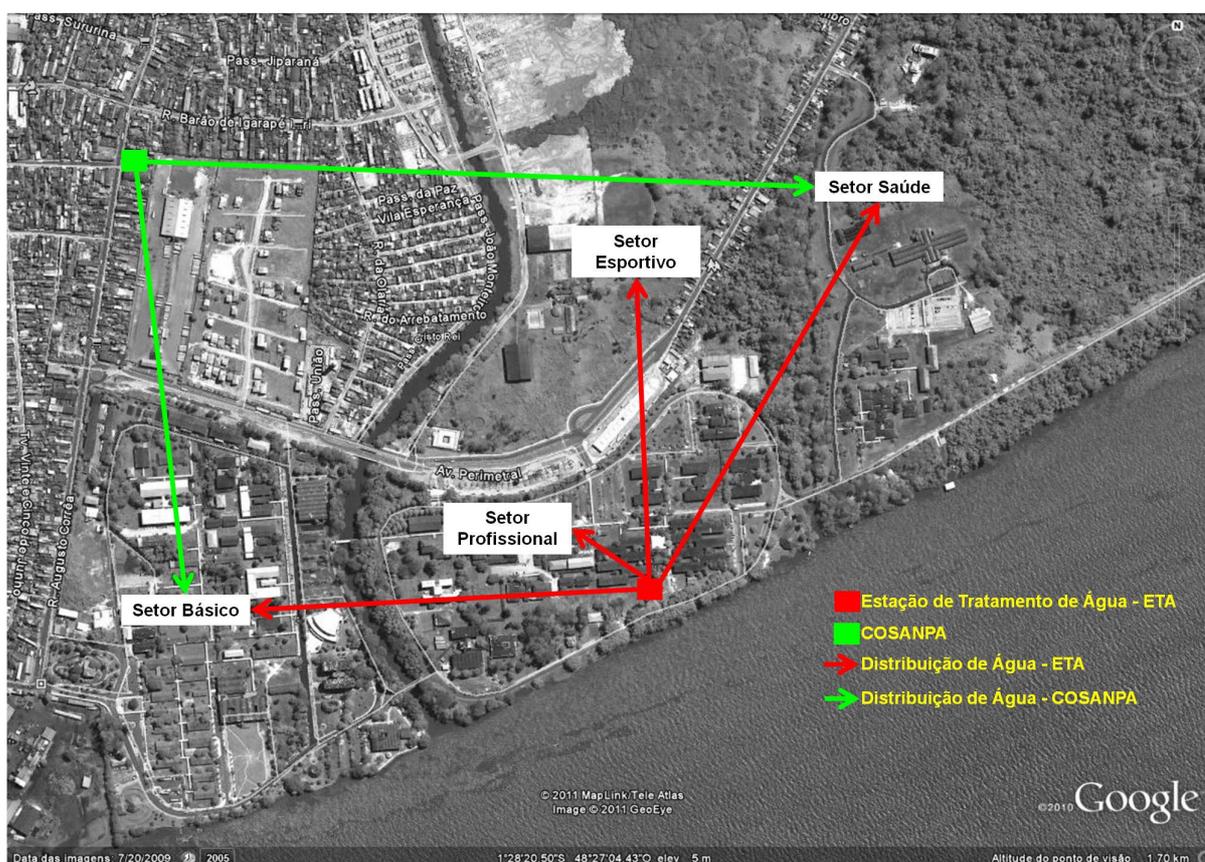


Figura 5.11 - Esquema quanto ao abastecimento de água pela UFPA e pela COSANPA
Fonte: Adaptado Google Earth (2009)

A Figura 5.12 destaca a localização dos poços que existiram e os que ainda estão em operação na Cidade Universitária. Além disso, é informada a capacidade de armazenamento de água dos reservatórios existentes. Nas cisternas a capacidade de armazenamento é de 360m^3 e nos reservatórios elevados a capacidade é de 160m^3 .

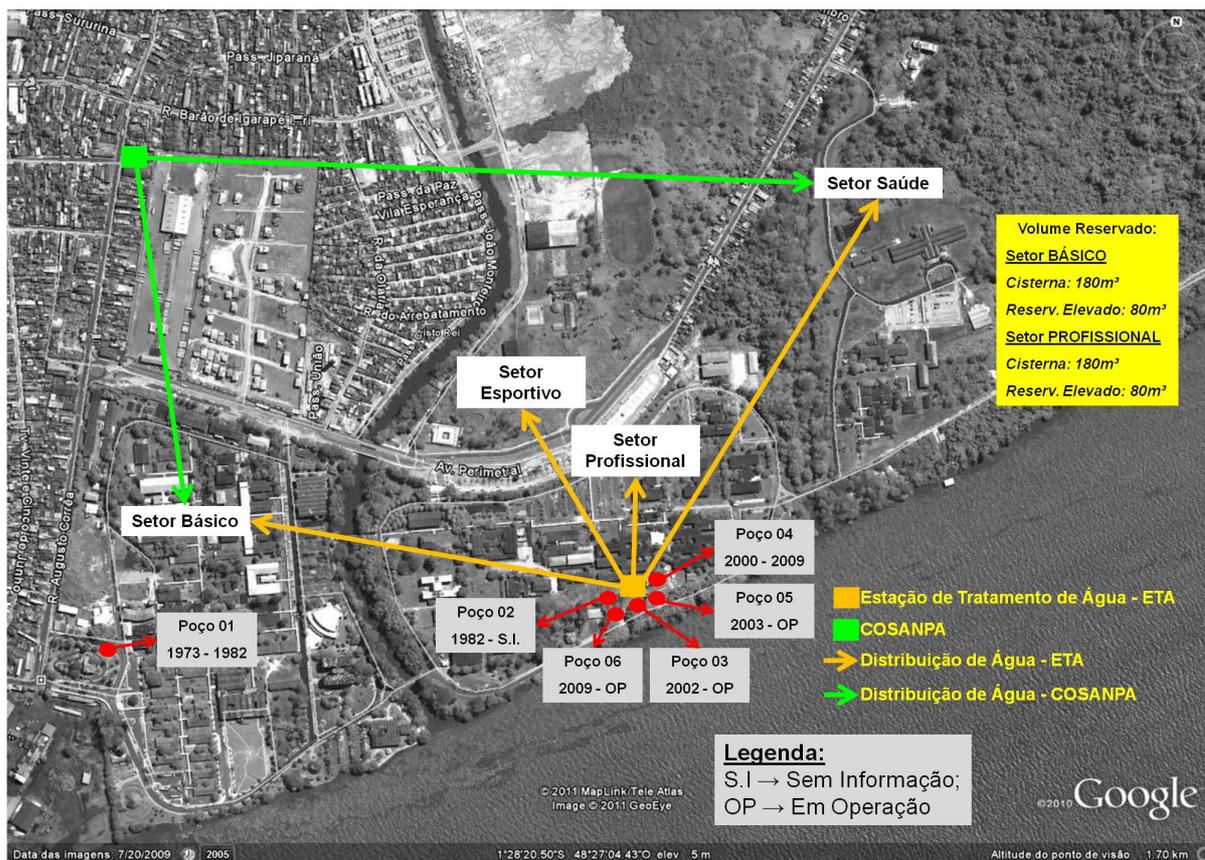


Figura 5.12 - Esquema quanto ao abastecimento de água pela UFPA e pela COSANPA, Localização dos Poços e Capacidade de Armazenamento de Água dos reservatórios existentes
 Fonte: Adaptado Google Earth (2009)

Em relação ao levantamento de informações sobre o volume de água produzido na UFPA, foram levantados os dados do período de setembro/2011 a fevereiro/2012 (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 - Medição do volume de água extraído do aquífero subterrâneo que abastece a Cidade Universitária

Mês de Referência	Valor Medido (m ³)	Média Mensal (m ³)	Média Anual (m ³)
Setembro/2011	72.563,37	84.211,23	1.010.534,76
Outubro/2011	88.459,95		
Novembro/2011	80.516,63		
Dezembro/2011	89.779,41		
Janeiro/2012	86.968,00		
Fevereiro/2012	86.980,00		

Já para o volume de água comprado através da Concessionária Local, a Tabela 5.2 e destaca os valores computados:

Tabela 5.2 - Volume de água comprado junto à COSANPA (Anual)

Ano de Referência	Valor Medido (m ³) – Média Mensal	Valor Medido (m ³) – Anual
2007	368,48	4.421,73
2008	1.396,82	16.761,83
2009	1.315,28	15.783,41
2010	1.051,47	12.617,58
2011	894,04	10.728,44

Cabe ressaltar que as informações obtidas junto à Companhia de Saneamento do Pará estão apenas catalogadas a partir do ano de 2007.

Já para os valores de consumo de energia elétrica, foram medidos os valores conforme Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Medição do consumo de energia elétrica do SAA da UFPA

Mês de Referência	Valor Medido (kWh)
Setembro/2011	18.866,48
Outubro/2011	22.999,59
Novembro/2011	20.934,32
Dezembro/2011	23.342,65
Janeiro/2012	22.611,68
Fevereiro/2012	22.614,80

Com as informações obtidas nesta etapa foram realizadas as atividades previstas na 2ª Etapa.

5.1.2 Resultados da 2ª Etapa

Com as pesquisas de campo já realizadas, juntamente com o levantamento de informações em documentos oficiais da Universidade Federal do Pará, foi possível identificar as vazões dos poços que abasteciam e que abastecem a Cidade Universitária.

A Tabela 5.4 indica as características de cada poço e qual a população da cidade universitária à época em que fora construído.

Tabela 5.4 - Informações a respeito dos poços da Cidade Universitária

POÇOS	INÍCIO	FIM	Ø	Vazão (m ³ /h)	População (hab.)
1	1973	1982		111,04	≈10.000
2	1983	S.I.		100,00	15.000
3	2002	OP	8" → 6"	59,90	32.249
4	2000	2009	14" → 8"	112,00	26.446
5	2003	OP	12" → 8"	97,40	32.802
6	2009	OP	12" → 8"	200,00	37.289

Legenda: S.I. → Sem Informação; OP → Em Operação

Com relação à produção de água, bem como da compra através da Concessionária Local, projetando para o ano de 2030, obteve-se a Figura 5.13, a Figura 5.14 e a Figura 5.16:

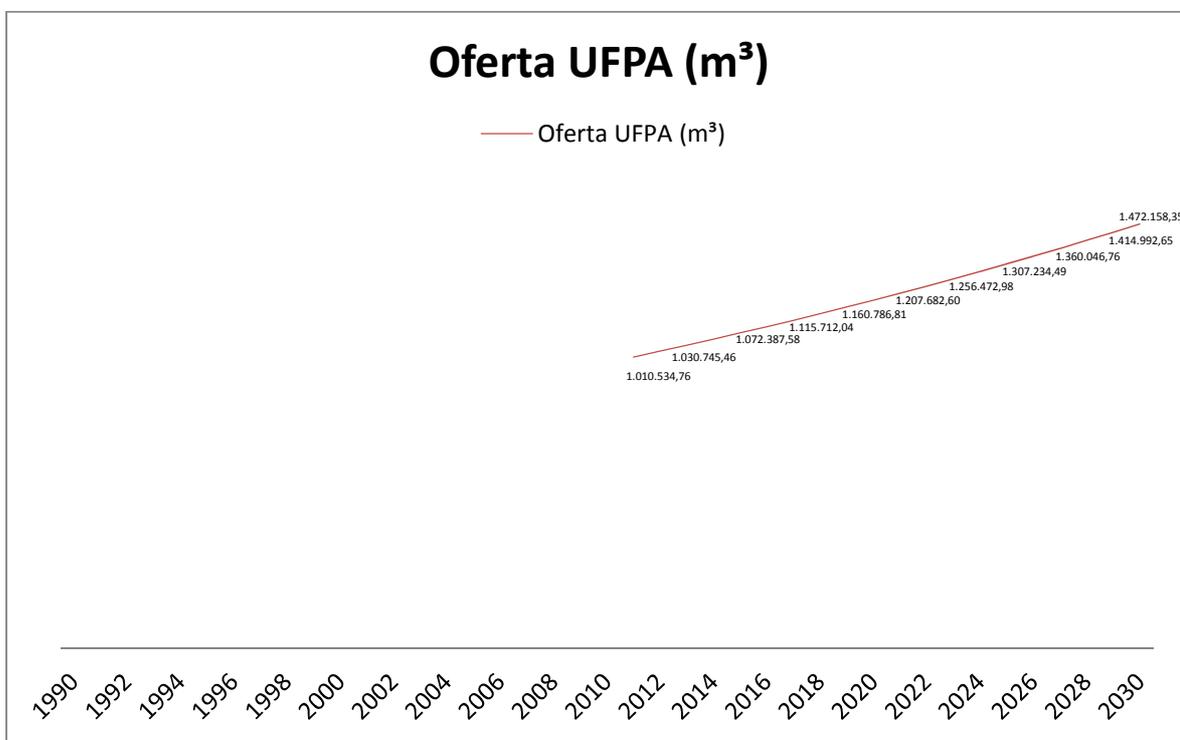


Figura 5.13 - Gráfico da oferta de água para o SAA da Cidade Universitária

Tendo em vista a análise dos dados computados, conforme Tabela 5.1 (pág. 103), e as futuras ampliações das unidades da UFPA na Cidade Universitária, Figura 3.18 (pág. 84), estimou-se um crescimento de oferta de água em torno de 2% ao ano, o qual resultará numa oferta à população da Cidade Universitária no valor de 1.472.158,35m³ de água para o ano de 2030.

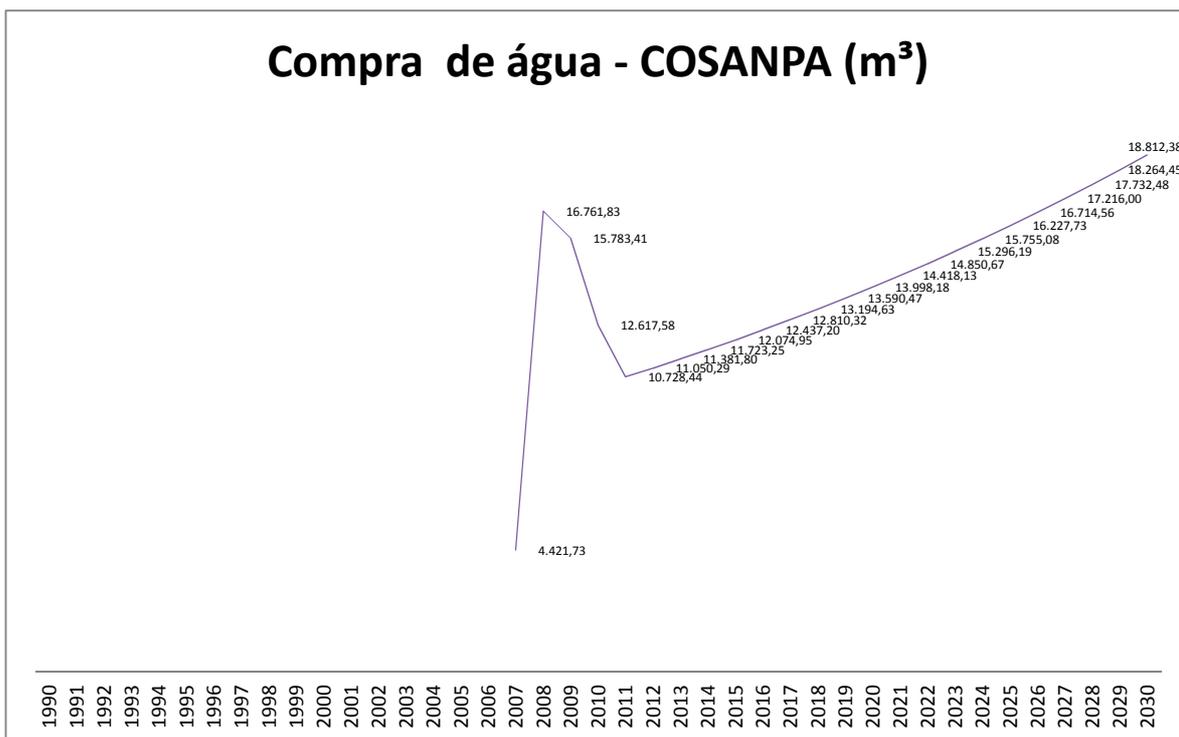


Figura 5.14 - Gráfico compra da água através da Concessionária Local

Em relação à compra através da Concessionária Local, de acordo com o informado na Tabela 5.2, projetando um acréscimo na aquisição em torno de 3% ao ano, proteja-se para o ano de 2030 que a UFPA comprará um volume de água no valor de 18.812,38m³.

A Figura 5.15 compara a projeção de população (Figura 5.5, pág. 98), a oferta de água ao SAA da Cidade Universitária (Figura 5.13, pág. 105) e a compra de água através da COSANPA (Figura 5.14, pág. 106.).

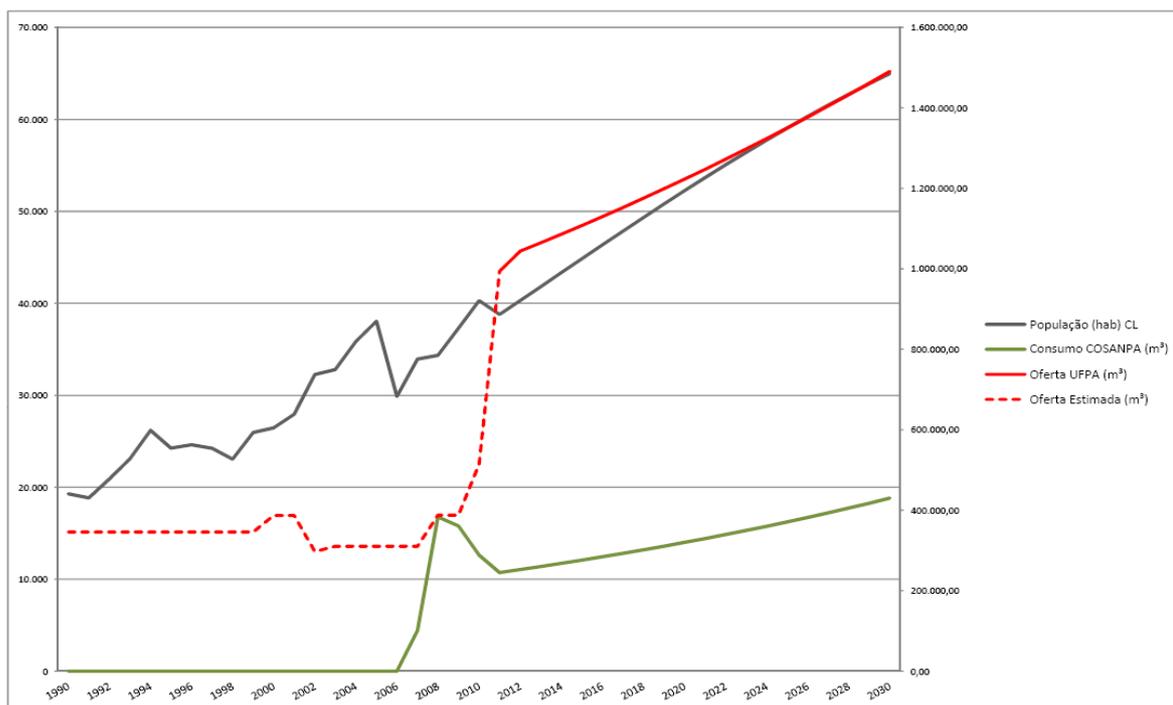


Figura 5.15 - Gráfico comparativo População x Oferta x Oferta Estimada x Compra

Na Figura 5.15, para o cálculo da oferta estimada, levou-se em consideração a vazão dos poços em funcionamento do período antes da medição, Tabela 5.4 (pág. 104), atribuindo a eles um funcionamento médio de 12h, para os poços que operaram até 2007 e 15h para os poços que operam desde 2008, a qual segue sendo a situação atual de funcionamento do SAA. No caso do período em que mais de um poço estava em operação, calculou-se a média da vazão disponível.

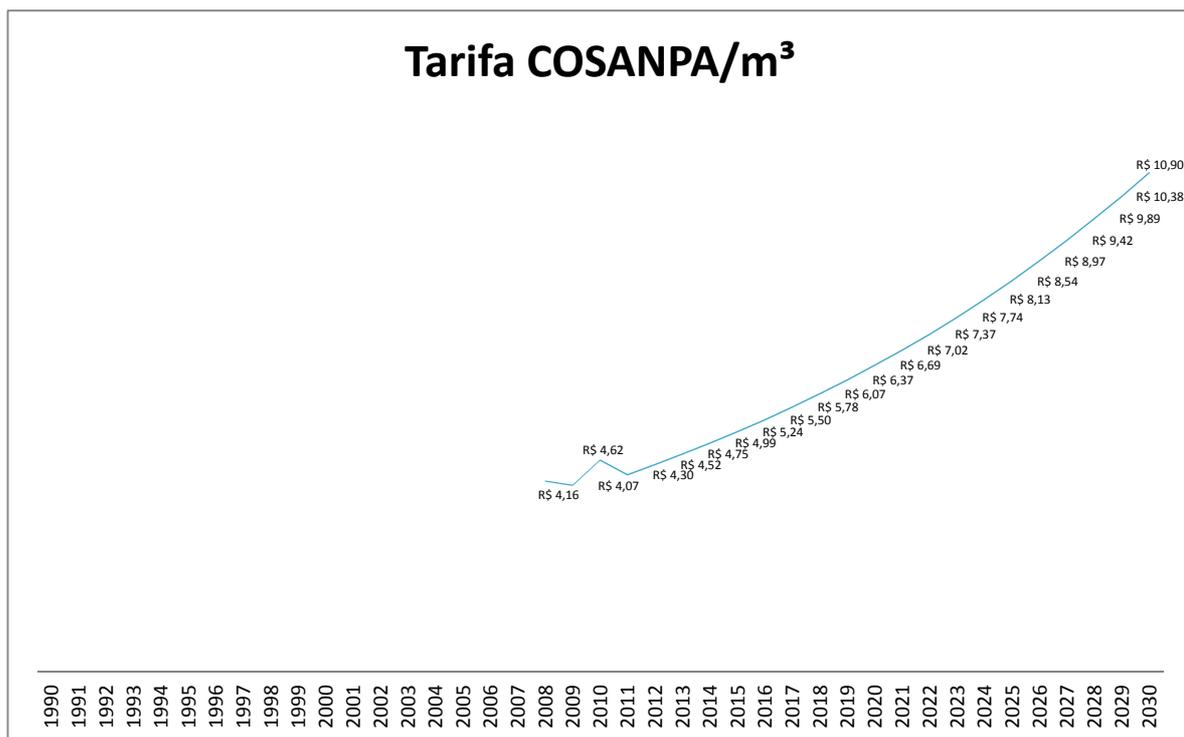


Figura 5.16 - Gráfico das tarifas da COSANPA (valor cobrado da UFPA por m³)

Ainda analisando as informações relacionadas à COSANPA, estimando um acréscimo anual na tarifa cobrada pela Concessionária no valor de 5%, estima-se que a tarifa a ser cobrada da UFPA será de R\$ 10,90/m³, no ano de 2030. A Figura 5.17 ilustra a projeção que a UFPA pagará a COSANPA até o ano projetado.

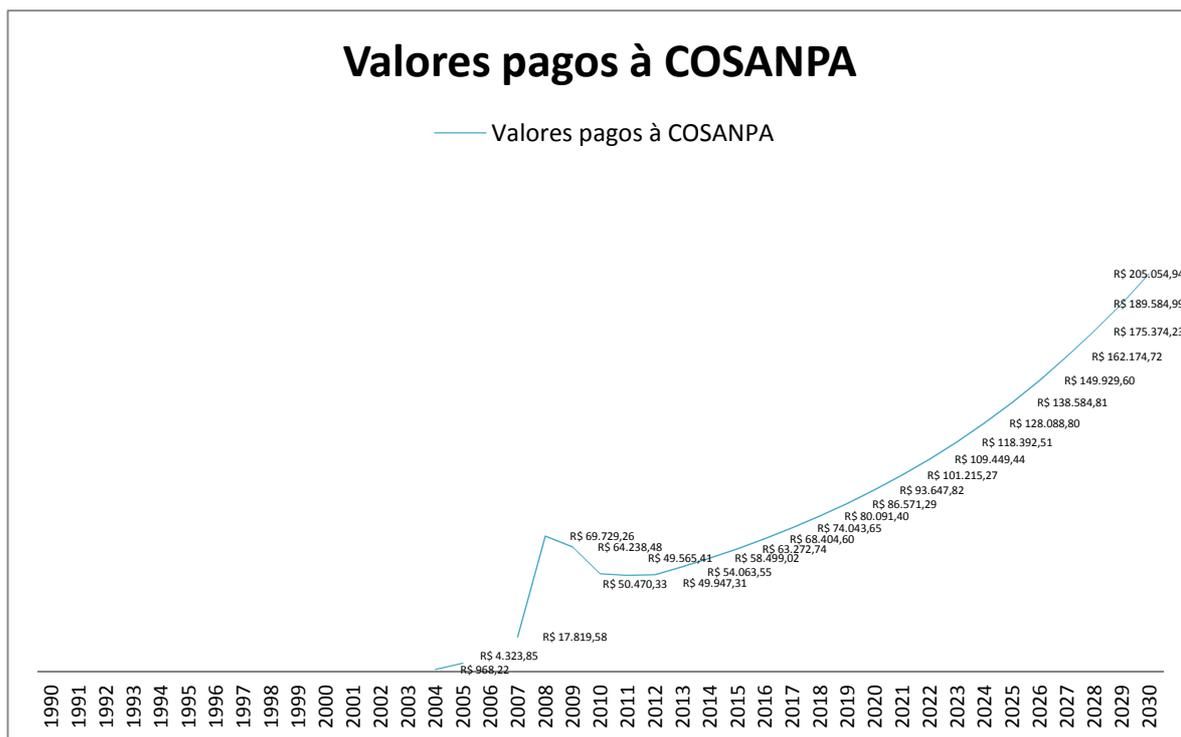


Figura 5.17 - Gráfico dos valores pagos à COSANPA (com projeção)

Com relação aos valores gastos, levantados junto aos valores já despendidos nos contratos de manutenção de infraestrutura de saneamento, manutenção de infraestrutura de eletricidade, manutenção de infraestrutura de telefonia, limpeza, asseio e conservação, construção de poço, entre outras pela UFPA para a manutenção do Sistema de Abastecimento de Água da Cidade Universitária obteve-se os valores conforme demonstra a Tabela 5.5.

Tabela 5.5 - Valores gastos pela UFPA para manutenção e operação do SAA da Cidade Universitária

Ano de Referência	Custo (Anual)	Custo (Mensal)
2007	R\$ 298.481,44	R\$ 30.888,99
2008	R\$ 480.557,80	R\$ 40.046,48
2009	R\$ 288.523,39	R\$ 24.043,62
2010	R\$ 295.755,19	R\$ 24.646,27
2011	R\$ 307.749,64	R\$ 25.645,80

Os valores computados na Tabela 5.5 são em relação à operação da ETA, limpeza, asseio e conservação da área e instalações da ETA, aquisição de matérias e produtos que são utilizados na ETA, manutenção das instalações da ETA e manutenção das redes do SAA da Cidade Universitária.

Comparando os valores pagos à COSANPA, Figura 5.17, juntamente com os valores constantes na Tabela 5.5 (devidamente projetado para o ano de 2030), verifica-se que a UFPA tem um custo maior com relação à manutenção do SAA se

comparado com o pago à COSANPA (Figura 5.18). Contudo, cabe ressaltar que a UFPA o volume de água produzido no SAA é maior que o comprado através da Concessionária Local.

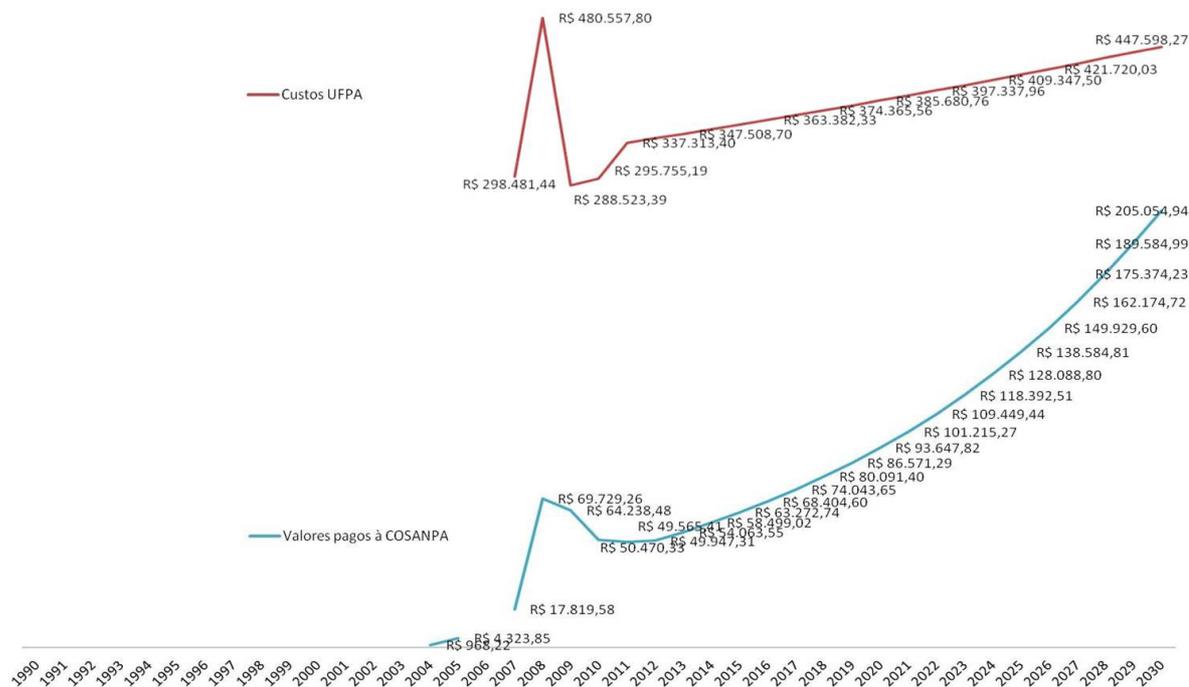


Figura 5.18 - Gráfico comparativo dos Custos do SAA da UFPA x Valor Pago à COSANPA (com projeção)

Com as informações referentes à extração de água do aquífero subterrâneo e dos custos para manutenção e operação do sistema de abastecimento de água da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto, para o ano de 2011, obtiveram-se os valores conforme Tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Custo/m³ da Água Ofertada pela UFPA através de seu SAA

Ano de Referência	Oferta de Água - Média Mensal (m ³)	Custos com Manutenção e Operação do SAA (mensal)	Custo/m ³
2011	82.829,84	R\$ 25.645,80	R\$ 0,31

Considerando que anualmente a UFPA aumentará seus custos, com relação ao que foi mensurado na Tabela 5.5, em 1,5%, juntamente com os valores a serem projetados até o ano de 2030, conforme pode ser verificado na Figura 5.13, a Figura 5.19 diferencia qual será o custo por m³ de água para a UFPA com relação à compra ou produção.

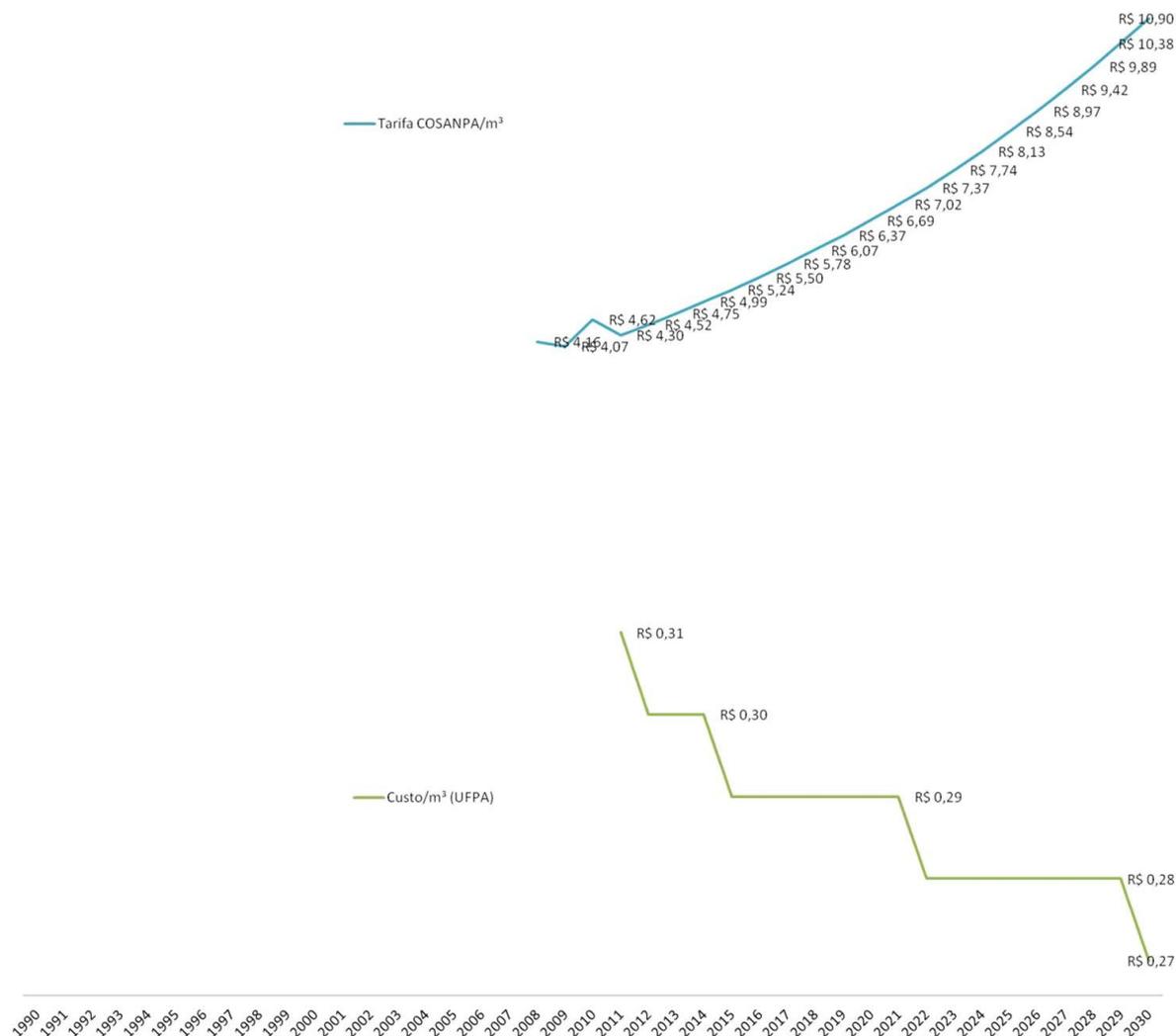


Figura 5.19 - Custo/m³ projetado até o ano de 2030 (Compra / Produção)

Acrescentando aos custos levantados a depreciação do Poço 6, utilizando-se o método da depreciação linear (que é o sistema de depreciação onde o bem é depreciado em partes iguais durante a vida útil), obteve-se o valor:

Formula:

D = Depreciação

P = valor ou custo inicial do bem.

VR = Valor residual

N = Vida útil

$$D = \frac{P - VR}{N}$$

$$D = \frac{R\$ 295.637,59 - 0}{10} = R\$ 29.563,76 \text{ (anual)}$$

Não foi possível considerar a depreciação dos demais poços em função da falta de informação oficiais registradas a respeito da construção dos mesmos.

(TODD, 1959) relata que um poço adequadamente perfurado, revestido e desenvolvido fornecerá anos de serviço satisfatório, sem definir um valor estimado para a vida útil do mesmo. Barros (2012) destaca que um poço, por ser uma obra de engenharia, se construído segundo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, tem uma vida média de 20 anos. Corroborando com a assertiva de Barros (2012), (ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO, 2010) também reforça a que, caso hajam os devidos cuidados com o poço, a vida útil poderá ser de 20 anos. Abreu (2012), ao encontro do que fora dito a respeito do tempo de vida útil de poços, relata que o tempo de vida útil de um poço bem feito é de 15 a 20 anos. Baseado nas informações constantes na Tabela 5.4 (pág. 104) os poços da UFPA tiveram uma vida útil de pelo menos 9 anos, atentar as informações dos poços 1 e 4.

Por isso, considerou-se, para o cálculo da depreciação linear do Poço 6, o valor de “N” como sendo 10 anos. Para o valor de “VR” foi considerado que o valor residual será nulo após os 10 anos. Para obter-se o valor mensal da depreciação, dividiu-se o valor de “D” (R\$ 29.563,76) por 12, resultando no valor de R\$ 2.463,65. Esse valor, adicionado aos custos de Operação e Manutenção do SAA da Cidade Universitária gera os valores conforme expõe a Tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Custo/m³ da Água Ofertada pela UFPA através de seu SAA (Adicionada a Depreciação do Poço 6)

Ano de Referência	Oferta de Água - Média Mensal (m ³)	Custos com Manutenção e Operação do SAA, mais Depreciação do Poço 6 (mensal)	Custo/m ³
2011	82.829,84	R\$ 28.109,45	R\$ 0,34

A Tabela 5.8 destaca o volume de água que a Cidade Universitária teve disponível ao longo do ano de 2011, tanto aquela extraída do aquífero que abastece a Cidade Universitária, quanto àquela que fora comprada junto à Concessionária Local.

Tabela 5.8 - Volume de água disponibilizado à Cidade Universitária no Ano de 2011

Ano de Referência	Comprado da COSANPA	Extraído do Aquífero que abastece a Cidade Universitária	VOLUME TOTAL DISPONIBILIZADO
2011	10.728,44 m ³	993.958,08 m ³	1.004.686,52 m ³

Comparando em níveis percentuais, para o ano de 2011, a Figura 5.20 destaca qual a representatividade do volume de água comprado através da

Concessionária Local com aquela que foi extraída do aquífero que abastece a Cidade Universitária.

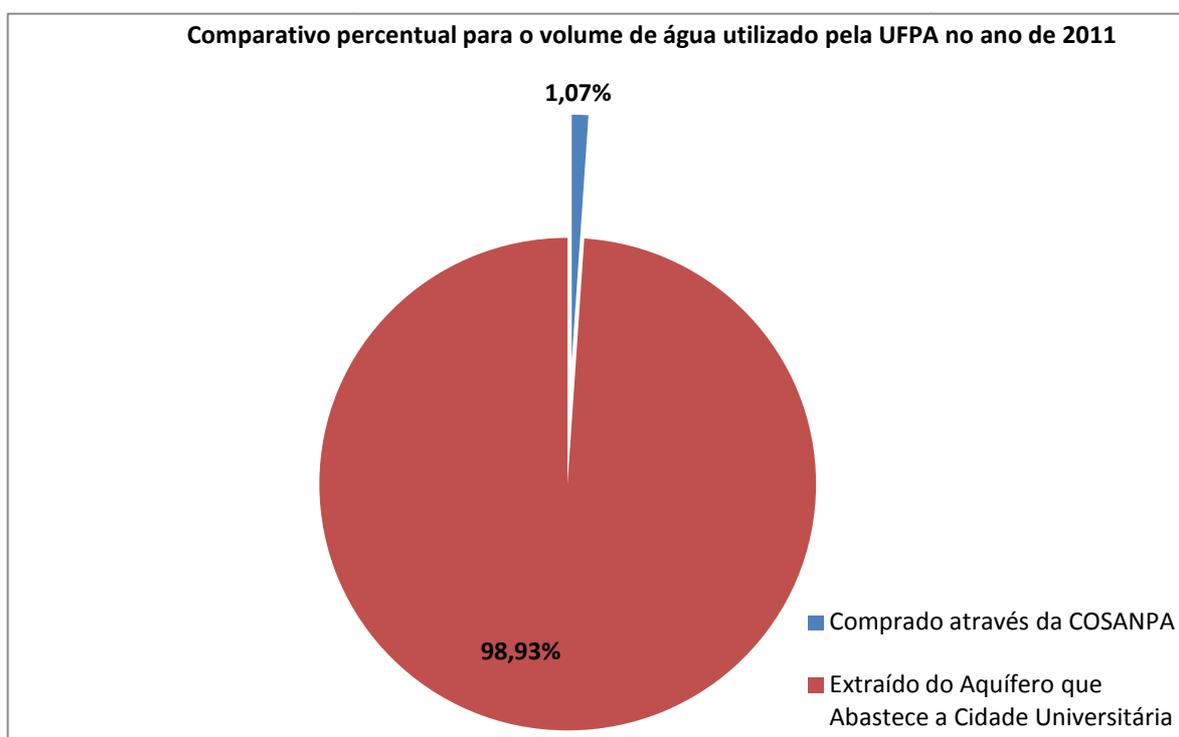


Figura 5.20 - Comparativo percentual para o volume de água utilizado pela UFPA no ano de 2011

Ainda, verificando a questão da oferta de água para a Cidade Universitária, a Figura 5.21 esquematiza o funcionamento do SAA, da captação aos setores abastecidos.

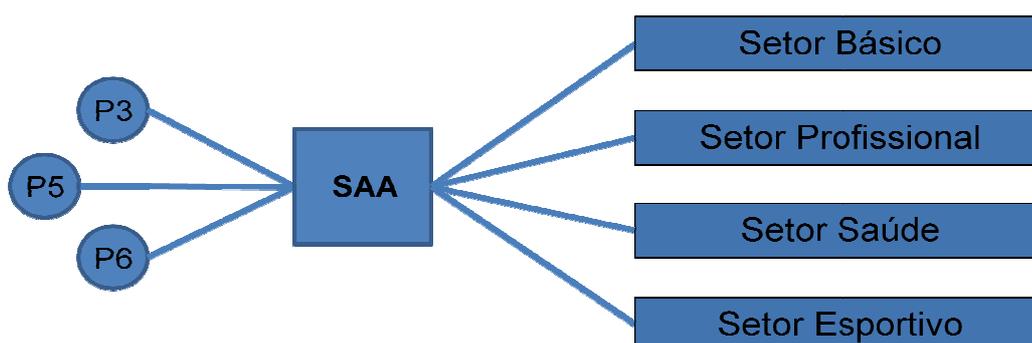


Figura 5.21 - Esquema quanto à oferta de água para a Cidade Universitária

A situação populacional da Cidade Universitária no ano de 2011, baseado nas informações de projeção de população, a qual foi considerada para este trabalho (ver Figura 5.5, pág 98), foi de 38.788 habitantes. O tempo de funcionamento dos conjuntos motor-bomba do SAA da Cidade Universitária foi, de acordo com medições feitas em campo, de aproximadamente 15 horas por dia. Cabe ressaltar que o sistema possui 03 (três) poços atendendo-o. Contudo, eles não funcionam em

conjunto, apenas individualmente, sendo acionado de acordo com a metodologia de trabalho estipulada pela Prefeitura da UFPA quanto à operação da Estação de Tratamento de Água.

Como os poços P3, P5 e P6 possuem vazões de 59,90m³/h, 97,40m³/h e 200,00m³/h, respectivamente, caso eles funcionassem em conjunto o potencial para ofertar água ao SAA da Cidade Universitária seria de:

Tabela 5.9 - Potencial de oferta de água que pode ser disponibilizado ao SAA da Cidade Universitária - Trabalho Médio

Poço	Vazão (m ³ /h)	Tempo de Funcionamento da Bomba (h)	Potencial Volume a ser Ofertado (m ³) – Diário	Potencial Volume a ser Ofertado (m ³) – Mensal	Potencial Volume a ser Ofertado (m ³) – Anual
P3	59,90	15	898,50	26.955,00	323.460,00
P5	97,40	15	1.461,00	43.830,00	525.960,00
P6	200,00	15	3.000,00	90.000,00	1.080.000,00
TOTAL			5.359,50	160.785,00	1.929.420,00

Considerando um per capita para a Cidade Universitária de 50l/hab.dia, pelo fato de considerá-la uma escola tipo externato, o potencial volume ofertado poderia atender uma população de 107.190 habitantes diariamente.

Para o caso de o sistema funcionar na sua capacidade máxima, 24 horas por dia, o potencial seria:

Tabela 5.10 - Potencial de oferta de água que pode ser disponibilizado ao SAA da Cidade Universitária - Trabalho Pleno

Poço	Vazão (m ³ /h)	Tempo de Funcionamento da Bomba (h)	Potencial Volume a ser Ofertado (m ³) – Diário	Potencial Volume a ser Ofertado (m ³) – Mensal	Potencial Volume a ser Ofertado (m ³) – Anual
P3	59,90	24	1.437,60	43.128,00	517.536,00
P5	97,40	24	2.337,60	70.128,00	841.536,00
P6	200,00	24	4.800,00	144.000,00	1.728.000,00
TOTAL			8.575,20	257.256,00	3.087.072,00

OBS: É inviável tecnicamente a operação na condição de funcionamento 24h/dia. Apresentada apenas para fins de comparação.

Para o caso proposto na Tabela 5.10 o potencial a ser ofertado atenderia uma população de 171.504 habitantes diariamente.

A potencial perda de água no SAA da Cidade Universitária, tendo em vista os dados sugeridos na Tabela 5.6 (pág. 110), é:

$$População (2011) = 38.788 \text{ habitantes}$$

$$q = 50 \text{ l/hab.dia}$$

$$V_c = População (2011) \times q = 38.788 \times 50 = 1.939.400,00 \text{ l/dia} = 1.939,40 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Como a média mensal ofertada ao SAA da Cidade Universitária, para o ano de 2011, estima-se em $82.829,84\text{m}^3$, o que representa um valor médio diário de $2.760,99\text{m}^3/\text{dia}$. Daí constata-se, comparando com o volume potencial consumido pela Cidade Universitária, o valor considerável com o desperdício da água (que pode ocorrer por perdas físicas e não-físicas):

$$\text{Desperdício} = \text{Volume ofertado por dia} - \text{Volume potencial consumido}$$

$$\text{Desperdício} = 2.760,99\text{m}^3 - 1.939,40\text{m}^3 = 821,59\text{m}^3/\text{dia} = 821.590,00\text{l}/\text{dia}$$

Em nível percentual, de acordo com a Figura 5.22, o desperdício estimado representa 29,76% do volume de água disponibilizado diariamente ao SAA da Cidade Universitária.

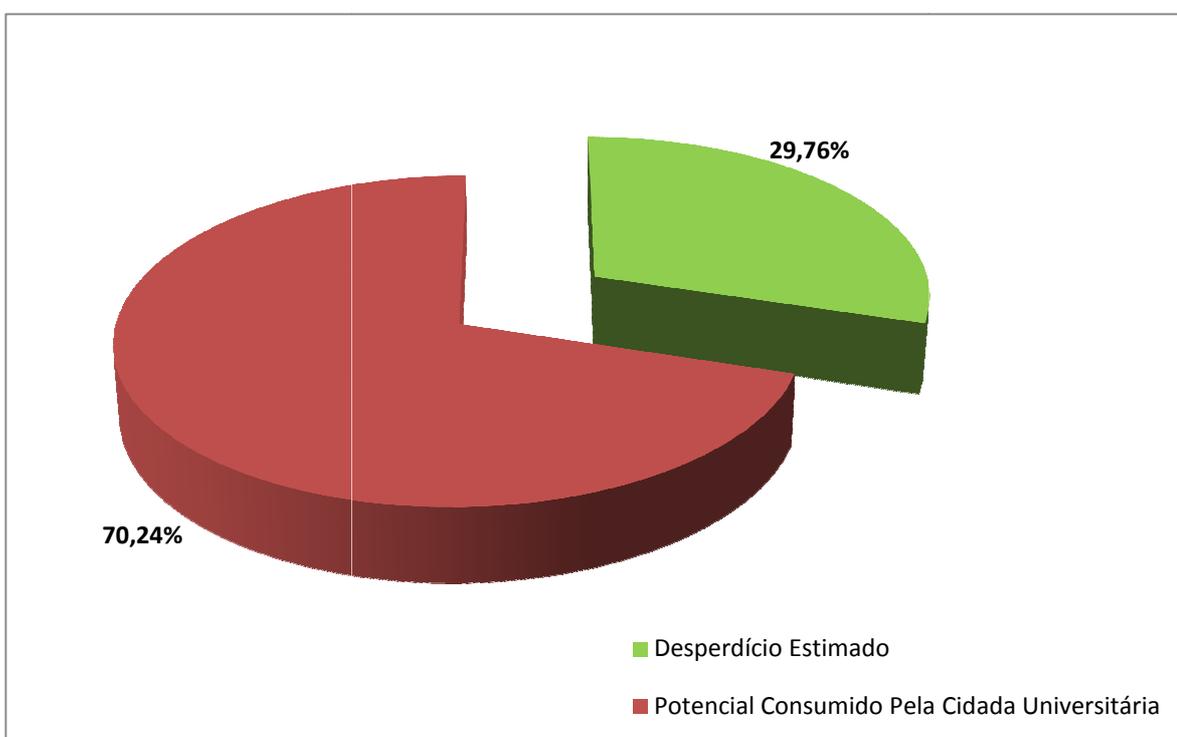


Figura 5.22 - Percentual de desperdício de água na Cidade Universitária (para o ano de 2011)

Conseqüentemente a UFPA joga fora a quantia diária estimada em R\$ 254,69, quando utilizado o custo por m^3 sugerido pela Tabela 5.6 (pág. 110). Por mês estima-se o valor de R\$ 7.640,78. E por ano a quantia de R\$ 91.689,44.

Avaliando o SAA da Cidade Universitária, com relação ao nível percentual da perda, baseado no Quadro 5.1, o Sistema é classificado como sendo Regular.

Quadro 5.1 - Classificação do Sistema de Abastecimento de Água em função dos índices percentuais de perdas

Índice Total de Perdas (%)	Classificação do Sistema
Menor do que 25	BOM
Entre 25 e 40	REGULAR
Maior do que 40	RUIM

FONTE: Weimer (2001) e Baggio (2002) apud Tsutiya (2006)

Utilizando-se os dados de população para o ano de 2011, 38.788 habitantes, bem como aquele projetado para o ano de 2030, 64.983 habitantes, e os constantes na Tabela 5.9 e Tabela 5.10 observa-se que o SAA tem capacidade de ofertar água de forma satisfatória até o ano projetado, conforme pode ser constatado na Figura 5.23.

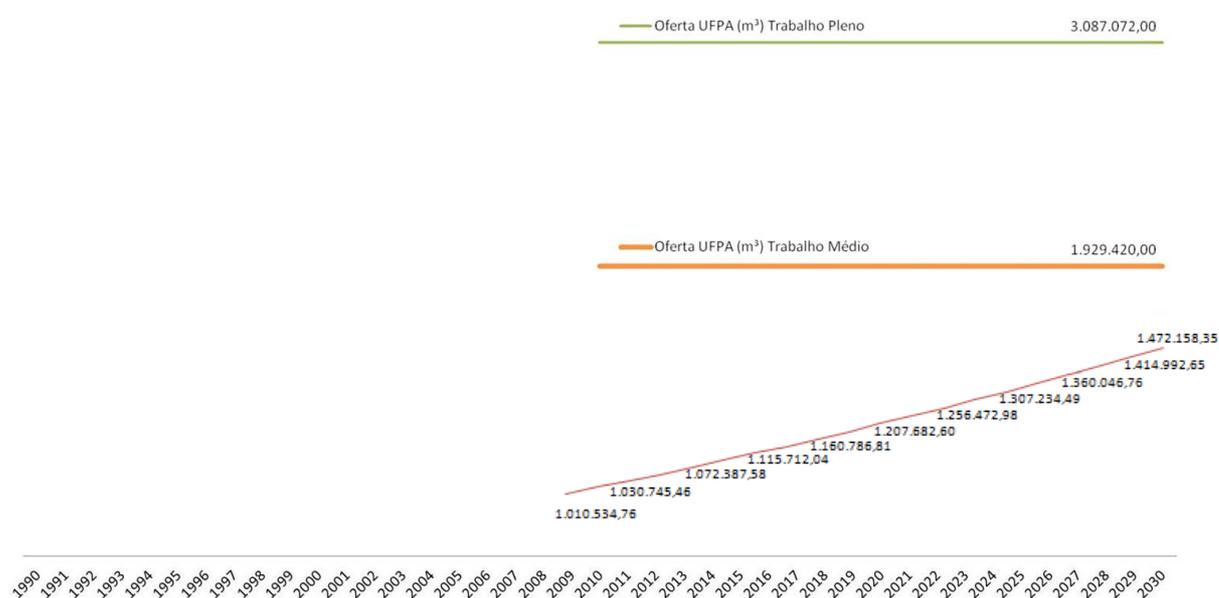


Figura 5.23 - Gráfico comparativo Oferta ao SAA x Potencial com a média de trabalho do Sistema x Potencial com o trabalho pleno do Sistema

Em relação ao consumo de energia elétrica, de uma forma geral, a Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto, que até o momento não paga pelo seu consumo de energia, de acordo com informações obtidas junto à Concessionária Local de energia, apresenta a situação de consumo conforme demonstra a Tabela 5.11.

Tabela 5.11 - Consumo de energia elétrica da Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto

VALOR COBRADO PELA CELPA POR Kw/h. PERÍODO: 2010-2011			
MÊS	CONSUMO (Kw/h)	VALOR TOTAL (R\$)	VALOR DO Kw/h
02/2010	1.221.125	R\$ 391.280,09	R\$ 0,32
03/2010	1.335.533	R\$ 446.014,02	R\$ 0,33
04/2010	1.602.870	R\$ 463.587,89	R\$ 0,29
05/2010	1.575.262	R\$ 611.629,16	R\$ 0,39
06/2010	1.820.400	R\$ 727.922,55	R\$ 0,40
07/2010	1.479.943	R\$ 727.918,91	R\$ 0,49
08/2010	1.378.567	R\$ 477.486,70	R\$ 0,35
09/2010	1.658.887	R\$ 614.721,14	R\$ 0,37
10/2010	1.724.010	R\$ 704.874,84	R\$ 0,41
11/2010	1.617.297	R\$ 721.541,22	R\$ 0,45
12/2010	1.851.251	R\$ 734.131,51	R\$ 0,40
01/2011	1.305.473	R\$ 521.067,78	R\$ 0,40
02/2011	1.201.361	R\$ 490.988,88	R\$ 0,41
03/2011	1.337.440	R\$ 464.722,09	R\$ 0,35
04/2011	1.589.673	R\$ 617.584,18	R\$ 0,39
05/2011	1.573.384	R\$ 645.011,78	R\$ 0,41
06/2011	1.864.023	R\$ 670.130,18	R\$ 0,36
07/2011	1.665.702	R\$ 643.156,55	R\$ 0,39
08/2011	1.382.710	R\$ 494.746,41	R\$ 0,36
09/2011	1.626.760	R\$ 629.010,22	R\$ 0,39
10/2011	1.730.760	R\$ 705.556,91	R\$ 0,41
11/2011	1.709.694	R\$ 662.646,80	R\$ 0,39
12/2011	1.853.661	R\$ 743.887,02	R\$ 0,40
MÉDIA			R\$ 0,39

Com valor médio do kWh cobrado, conforme sugerido pela Tabela 5.11, o valor que a UFPA pagaria a Concessionária Local de Energia, Tabela 5.3 (pág. 104), seria:

Tabela 5.12 - Valor que deveria ser pago pela UFPA à Concessionária Local de Energia (somente pelo consumo do SAA da Cidade Universitária)

Mês de Referência	Valor Medido (kWh)	Média do valor Medido (kWh)	Média do kWh Cobrado	Valor que deveria ser pago (Média Mensal)	Valor que deveria ser pago (Média Anual)
Setembro/2011	18.866,48	21.894,92	R\$ 0,39	R\$ 8.539,02	R\$ 102.468,24
Outubro/2011	22.999,59				
Novembro/2011	20.934,32				
Dezembro/2011	23.342,65				
Janeiro/2012	22.611,68				
Fevereiro/2012	22.614,80				

Tabela 5.13 - Valor que deveria ser pago pela UFPA à Concessionária Local de Energia (somente pelo consumo do SAA da Cidade Universitária) - Para o Ano de 2011

Mês de Referência	Valor Medido (kWh)	Média do valor Medido (kWh)	Média do kWh Cobrado	Valor que deveria ser pago (Média Mensal)	Valor que deveria ser pago (Média Anual)
Setembro/2011	18.866,48	21.536,76	R\$ 0,39	R\$ 8.398,95	R\$ 100.787,40
Outubro/2011	22.999,59				
Novembro/2011	20.934,32				
Dezembro/2011	23.342,65				

Com relação ao custo de Outorga para captação de água subterrânea, até o momento não há instrumento oficializado para o Estado do Pará quanto à cobrança para a captação do recurso hídrico. Para este trabalho foi considerada a média dos valores cobrados em nível nacional, conforme exposto na Tabela 2.3 (pág. 32), que é de R\$ 0,0119 por m³ de água captada.

Com o valor médio da outorga e o valor médio do volume de água extraído do aquífero que abastece a Cidade Universitária, Tabela 5.6 e Tabela 5.7, a UFPA poderá ter de pagar, pois até o momento não há a cobrança no Estado do Pará quanto à captação de água de aquífero subterrâneo, o valor conforme exposto na Tabela 5.14.

Tabela 5.14 – Estimativa de Custo para UFPA caso houvesse a obrigação do pagamento da outorga para captação de água

Ano de Referência	Oferta de Água - Média Mensal (m ³)	Valor Médio da Outorga para Captação de Água	Custo Mensal	Custo Anual
2011	82.829,84	R\$ 0,0119	R\$ 985,68	R\$ 11.828,16

Com as informações obtidas nesta etapa permitiu-se uma análise criteriosa, conforme está previsto na 3ª etapa deste trabalho, do ponto de vista de gestão pública, como intuito de criar subsídios ao Gestor quanto à forma mais vantajosa à Administração de gerir as gastos públicos.

5.1.3 Resultados da 3ª Etapa

Diante daquilo que fora levantado na 2ª Etapa observou-se que a opção de produzir água, através de captação de águas subterrâneas, é mais vantajosa à Administração, no que concerne à relação de custo financeiro para a UFPA, se comparada à compra através da Concessionária Local, conforme destacam a Figura 5.15 (pág. 107), a Figura 5.18 (pág. 110) e a Figura 5.19 (pág. 111).

Enquanto instrumento de gestão pública, ambas soluções permitem o desenvolvimento adequado da missão institucional da UFPA. Caberá ao Gestor analisar caso a caso quanto à forma de abastecimento, tendo em vista que algumas unidades da Cidade Universitária (por exemplo, o Hospital Universitário Bettina Ferro de Souza, Laboratórios, etc...) possuem equipamentos que utilizam água, os quais requerem um produto mais apropriado ao seu uso, e essa qualidade adequada está melhor presente na água ofertada pela Concessionária Local, conforme pode ser

comparado na Tabela 5.15 e na Tabela 5.16 (ver as análises completa no apêndice deste trabalho).

Tabela 5.15 - Análise da Qualidade da Água (Resultados analíticos físico-químicos dos parâmetros na água que abastece o Núcleo Pedagógico Integrado – Abastecimento feito pela Concessionária Local)

Amostra n°	Alcalinidade CaCO ₃ mg/l	Amônia NH ₃ mg/l	Cloro mg/l	CRL mg/l	Condutividade μS/cm	Cor uH	Dureza CaCO ₃ mg/l	Ferro mg/l	Fluoreto mg/l	pH	STD mg/l	Turbidez UNT
01A	8	0,12	18	0,7	49,3	26,8	12	0,3	0	6,9	23	1,74
02A	8	0,12	18	0,2	52	15,9	12	0,14	0	6,9	24	1,03
VMP	N.R	1,5	250	02 a 2,0	N.R	15	500	0,3	1,5	*6,0 a 9,5	500	5,0

FONTES: SINETEL Engenharia e Comércio Ltda (Laudo Analítico datado de 07/07/2011)

STD → Sólidos Totais Dissolvidos

VMP → Valor Máximo Permitido

CRL → Cloro Residual Livre

N.R → Valor Não Referenciado no instrumento normativo

* pH → Atende aos Padrões de Qualidade

Tabela 5.16 - Análise da Qualidade da Água (Resultados analíticos físico-químicos dos parâmetros na água que abastece a Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto – Abastecimento feito através de produção própria da UFPA através de seu SAA)

Amostra n°	Cor Aparente UH	Dureza mg/l	Ferro mg/l	Flúor mg/l	Amônia NH ₃ mg/l	NO ₃ mg/l	pH	STD mg/l	Turbidez UNT
01A	23	128	1,48	<0,1	0,2	<0,1	7,1	160	6,66
VMP	15	500	0,3	1,5	1,5	10	6,0 a 9,5	1000	1,0

FONTES: SINETEL Engenharia e Comércio Ltda (Laudo Analítico datado de 12/03/2012)

O parâmetro Dureza refere-se à Dureza Total em CaCO₃.

A saber, suspeita-se que devido ao valor elevado da dureza da água produzida no SAA da Cidade Universitária (128mg/l, Tabela 5.16) os equipamentos que utilizam água talvez estejam sendo danificados devido à incrustação dos sais que causam a dureza, conforme pode ser observado na Figura 5.24, na Figura 5.25 e na Figura 5.26. Isso acarreta em despesas consideráveis despendidas à manutenção de equipamentos odonto-médico-hospitalares, não computadas ou trabalhadas no presente estudo.



Figura 5.24 - Autoclave do Hospital Bettina
Ferro de Souza
FONTE: Autor (2011)



Figura 5.25 - Incrustação do aquecedor de
água da autoclave
FONTE: Autor (2011)



Figura 5.26 - Incrustação do aquecedor de água da autoclave
FONTE: Autor (2011)

O Gestor, também, poderá optar, com as informações levantadas neste trabalho, repassar os custos pela utilização da água produzida no SAA da UFPA, a fim de mantê-lo em operação de forma perene, aliviando, assim, um pouco os custos com a manutenção do mesmo. Uma vez que as empreiteiras instaladas nos canteiros de obras da Cidade Universitária utilizam a água em todas as etapas da construção sem que haja qualquer controle disso.

Destaca-se que, tecnicamente, ambas as formas de abastecimento de água são capazes de atender as necessidades institucionais, com qualidade e quantidade adequada, porém, conforme será exposto na 4ª etapa, de acordo com a criação de

cenários futuros, será verificado qual a melhor opção quando da propositura de possíveis cenários que poderão ocorrer.

5.1.4 Resultados da 4ª Etapa

Após verificar todos os custos inerentes à compra e produção de 1m³ de água e após definir o custo por m³ de cada uma das opções, foram criados cenários futuros para informar aos gestores qual a melhor alternativa quando da ocorrência dos possíveis cenários sugeridos.

Os cenários sugeridos foram:

- 1- Quando houver a cobrança pelo consumo de energia elétrica;

Quando ocorrer esse cenário, conforme custos sugeridos pela Tabela 5.13 (pág.117), juntamente com o valor de custos proposto pela Tabela 5.7 (pág. 112), o acréscimo no custo do m³ de água para a UFPA será, considerando os dados computados para o ano de 2011 (ver Tabela 5.17):

Tabela 5.17 - Custo por m³ de água produzida no SAA da Cidade Universitária, quando houver a cobrança de energia elétrica

Ano de Referência	Oferta de Água - Média Mensal (m ³)	Custos com Manutenção e Operação do SAA, mais Depreciação do Poço 6 (mensal)	Despesa Com Energia Elétrica (mensal)	Custo TOTAL (mensal)	Custo/m ³
2011	82.829,84	R\$ 28.109,45	R\$ 8.398,95	R\$ 36.508,40	R\$ 0,44

Para o ano de 2011 a UFPA pagaria à Concessionária Local de Energia o valor de R\$ 100.787,40. Adicionado ao valor pago para operação e manutenção do SAA da UFPA (R\$ 337.313,40 – que corresponde ao valor de R\$ 28.109,45 multiplicado por 12 meses), o custo total seria de R\$ 438.100,80. A Figura 5.27 destaca como será o comportamento desse cenário até o ano de 2030, considerando que anualmente haverá um acréscimo de 2% na tarifa.

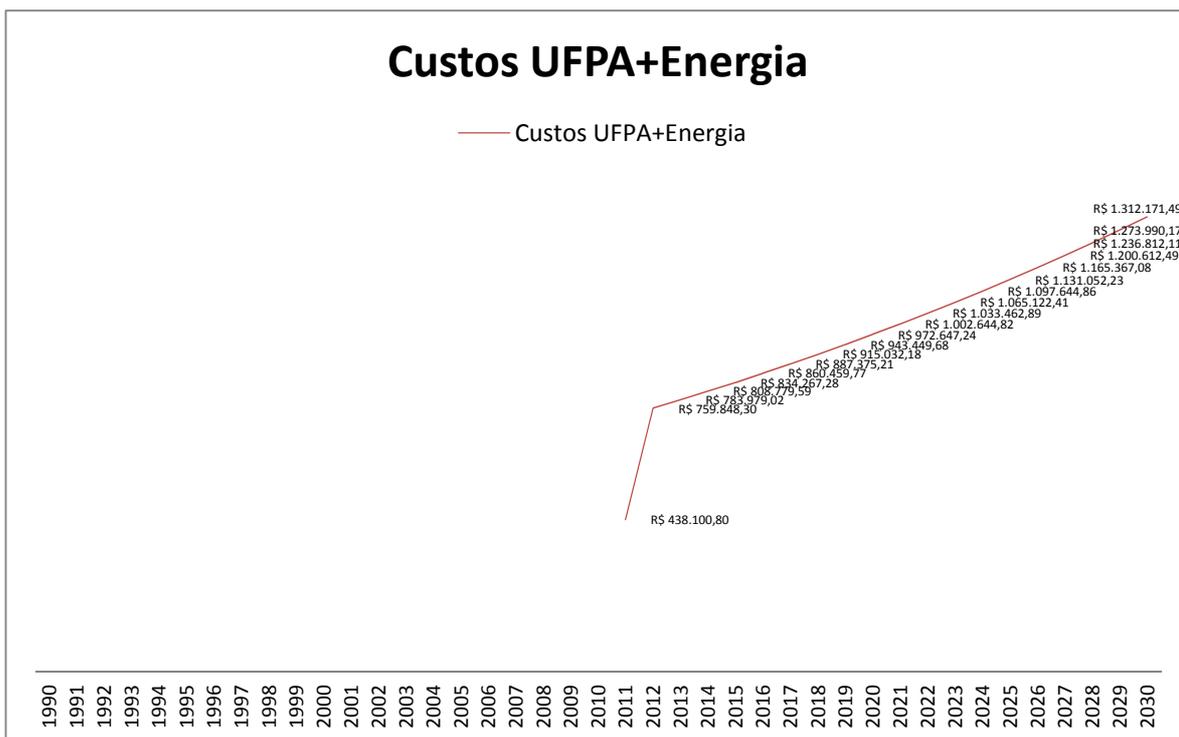


Figura 5.27 - Gráfico da projeção de Custos da UFPA + Despesa com Energia Elétrica - Projeção até o ano de 2030

A Figura 5.28 esboça como ficará a tarifa por kWh consumido, ainda considerando um aumento de 2% por ano, baseado na análise da evolução do valor cobrado na tarifa de energia, quando projetado para o ano de 2030.

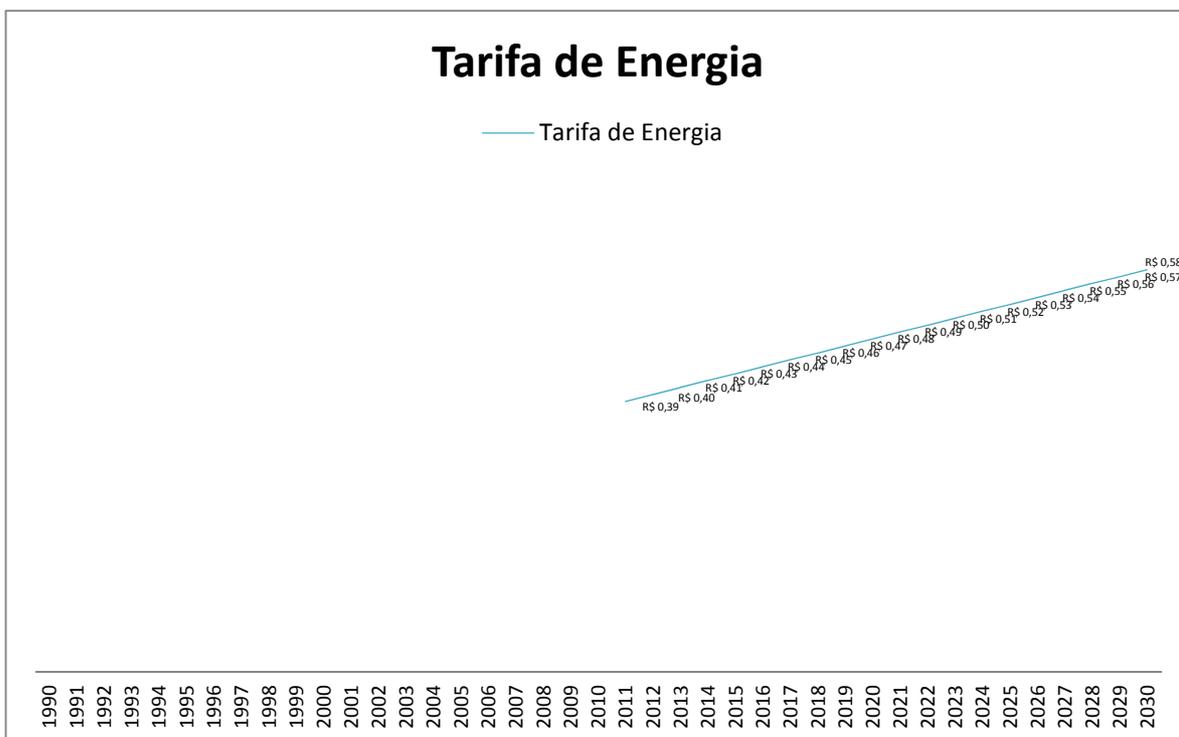


Figura 5.28 - Gráfico da tarifa quanto ao consumo de kWh - Projeção até o ano de 2030

Diante desse cenário, analisando o consumo de energia da UFPA (ver Tabela 5.11, pág. 117), há de se pensar de imediato em formas alternativas de alimentação de energia elétrica não somente para o SAA da Cidade Universitária, como também para as demais unidades consumidoras existentes.

2- Na hipótese de haver a cobrança da Outorga para captação do recurso hídrico para fins de abastecimento público;

Na propositura desse cenário, mesmo não havendo ainda instrumento legal no Estado do Pará quanto à cobrança pela captação de água, a situação sugerida seria aquela proposta na Tabela 5.14 (pág. 118) somada ao que sugere a Tabela 5.7 (pág. 112), obteve-se a seguinte situação de custo por m³, para o ano de 2011, conforme expõe a Tabela 5.18:

Tabela 5.18 - Custo por m³ de água produzida no SAA da Cidade Universitária, quando houver a cobrança de outorga para captação de água

Ano de Referência	Oferta de Água - Média Mensal (m ³)	Custos com Manutenção e Operação do SAA, mais Depreciação do Poço 6 (mensal)	Despesa Com Outorga (mensal)	Custo TOTAL (mensal)	Custo/m ³
2011	82.829,84	R\$ 28.109,45	R\$ 985,68	R\$ 29.095,13	R\$ 0,35

Para o ano de 2011 a UFPA pagaria de Outorga o valor de R\$ 11.828,16. Adicionado ao valor pago para operação e manutenção do SAA da UFPA (R\$ 337.313,40 – que corresponde ao valor de R\$ 28.109,45 multiplicado por 12 meses), o custo total seria de R\$ 349.141,56. A Figura 5.29 destaca como será o comportamento desse cenário até o ano de 2030, considerando que anualmente haverá um acréscimo de 2% na tarifa.

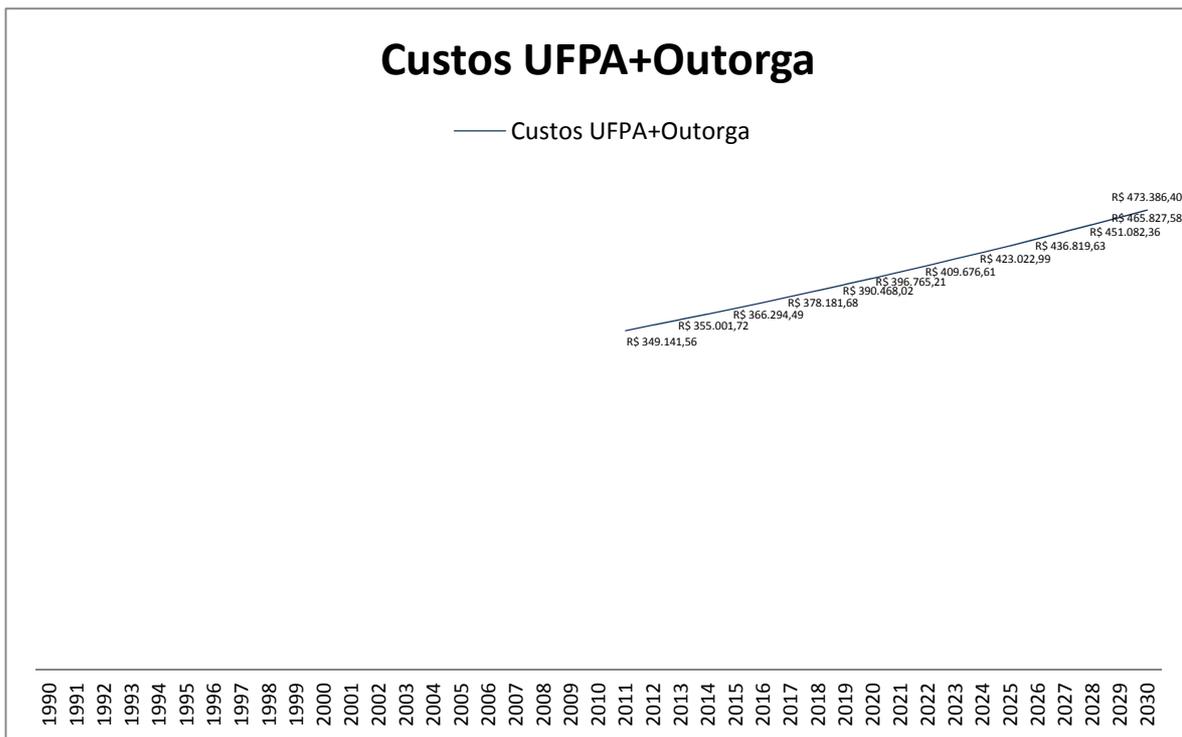


Figura 5.29 - Gráfico da projeção de Custos da UFPA + Despesa com Outorga - Projeção até o ano de 2030

A Figura 5.30 esboça como ficará a tarifa por m³ captado pela UFPA para abastecer seu SAA, ainda considerando um aumento de 2% por ano, quando projetado para o ano de 2030.

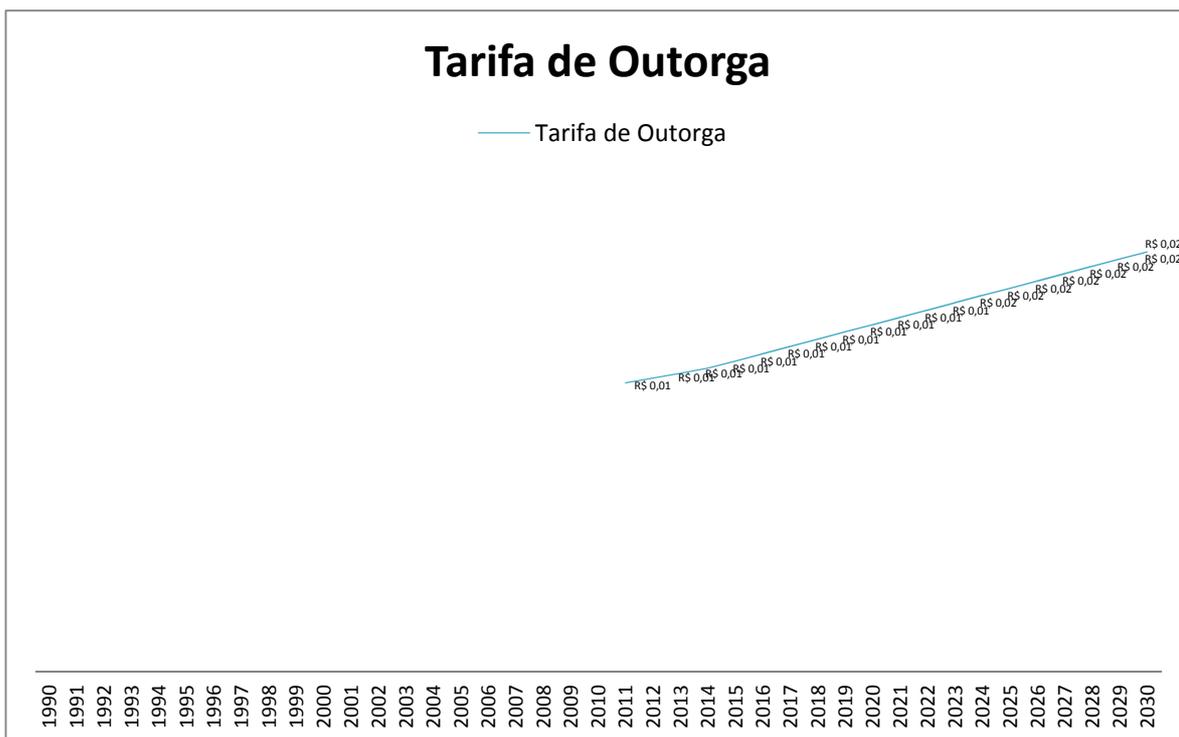


Figura 5.30 - Gráfico da tarifa quanto a captação de água para abastecer o SAA da Cidade Universitária - Projeção até o ano de 2030

Até o momento não há qualquer manifestação do Governo do Estado do Pará quanto à possibilidade de cobrança de outorga para captação de água. Mesmo assim, há de se ter o controle quanto ao consumo de água extraído do aquífero subterrâneo para abastecer a Cidade Universitária, tendo em vista não somente a questão de possíveis custos, mas também o controle de prováveis perdas, as quais causam prejuízo ao erário.

3- Quando houver a cobrança tanto do consumo de energia elétrica quanto o de outorga;

Na possibilidade desse cenário os custos da UFPA, baseado no que foi sugerido pela Tabela 5.17 (pág. 121) e pela Tabela 5.18 (pág. 123), juntamente com o proposto pela Tabela 5.7 (pág. 112), obteve-se os valores estimado pela Tabela 5.19:

Tabela 5.19 - Custo por m³ de água produzida no SAA da Cidade Universitária, quando houver a cobrança pelo consumo de energia elétrica bem como a cobrança de outorga para captação de água

Ano de Referência	Oferta de Água - Média Mensal (m ³)	Custos com Manutenção e Operação do SAA, mais Depreciação do Poço 6 (mensal)	Despesa Com Energia Elétrica (mensal)	Despesa Com Outorga (mensal)	Custo TOTAL (mensal)	Custo/m ³
2011	82.829,84	R\$ 28.109,45	R\$ 8.398,95	R\$ 985,68	R\$ 37.494,08	R\$ 0,45

Para o ano de 2011 a UFPA pagaria de consumo de energia elétrica juntamente com os valores para Outorga de captação de água o valor de R\$ 112.615,56. Adicionado ao valor pago para operação e manutenção do SAA da UFPA (R\$ 337.313,40 – que corresponde ao valor de R\$ 28.109,45 multiplicado por 12 meses), o custo total seria de R\$ 449.928,96. A Figura 5.31 destaca como será o comportamento desse cenário até o ano de 2030, considerando que anualmente haverá um acréscimo de 2% nas tarifas.

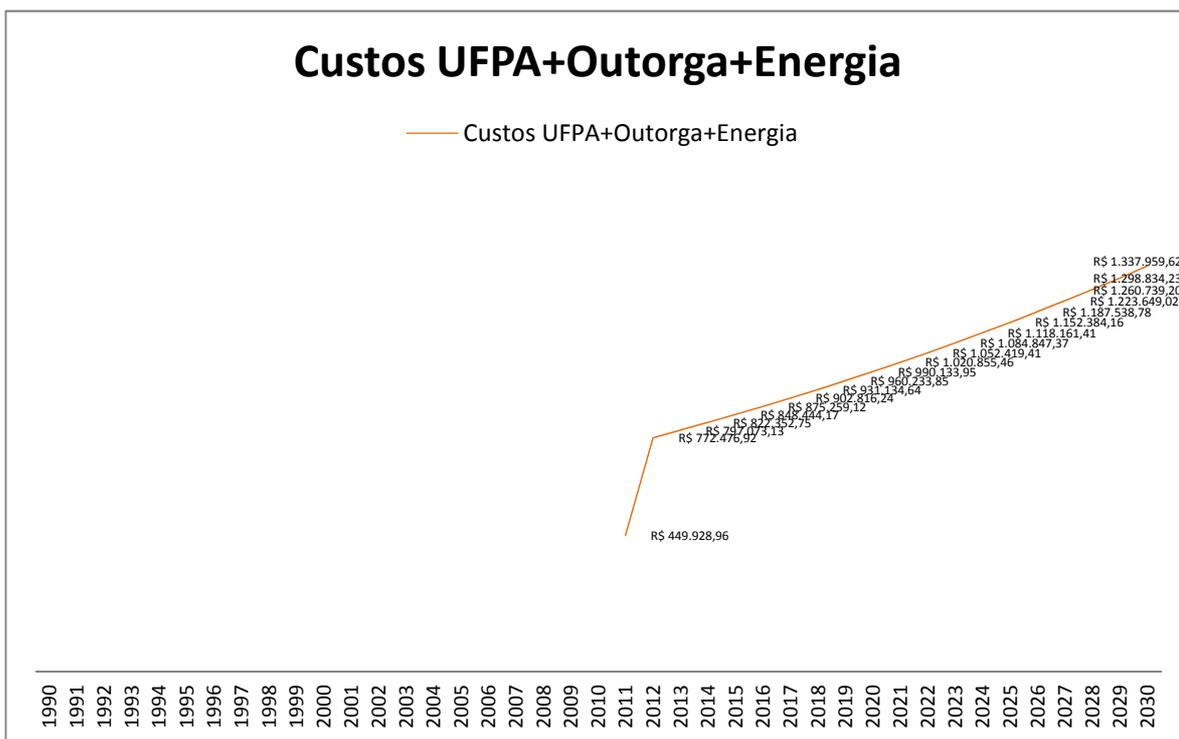


Figura 5.31 - Gráfico da projeção de Custos da UFPA + Despesa com consumo de energia elétrica + Despesa com Outorga - Projeção até o ano de 2030

Analisando as projeções quando da provável ocorrência desse cenário já há de se preocupar com a captação de recursos financeiros para suprir essa demanda e investir na melhoria do SAA da Cidade Universitária, principalmente no que concerne à eficiência energética do sistema e controle de perdas, pois não há previsões de que o Governo Federal mantenha os investimentos que hora estão sendo feitos na estrutura e infraestrutura da UFPA.

4- Substituindo em 100% a produção de água pela compra através da Concessionária Local.

Por fim, diante de algumas possibilidades de cenários, há aquela em que pode ser comprado em 100% da água a ser ofertada à Cidade Universitária, conforme se pode comparar a Figura 5.13 (pág. 105) e a Figura 5.16 (pág. 108).

Nesse contexto, a Tabela 5.20 indica, para o ano de 2011, quanto seria a despesa da UFPA para pagar a COSANPA:

Tabela 5.20 - Despesa da UFPA junto à CONSAPA caso comprasse 100% da água potencialmente ofertada ao SAA da Cidade Universitária - Ano de Referência: 2011

Ano de Referência	Oferta de Água - Média Mensal (m ³)	Custo/m ³ Cobrado pela COSANPA a UFPA (mensal)	Despesa TOTAL (Mensal)	Despesa TOTAL (Anual)
2011	82.829,84	R\$ 4,30	R\$ 356.168,31	R\$ 4.274.019,72

Com essa informação, projetando até o ano de 2030, as perspectivas quanto à compra de 100% do potencial volume de água ofertado pela COSANAPA ao SAA da Cidade Universitária tende a não ser financeiramente viável à UFPA, conforme pode ser vislumbrado na Figura 5.32.

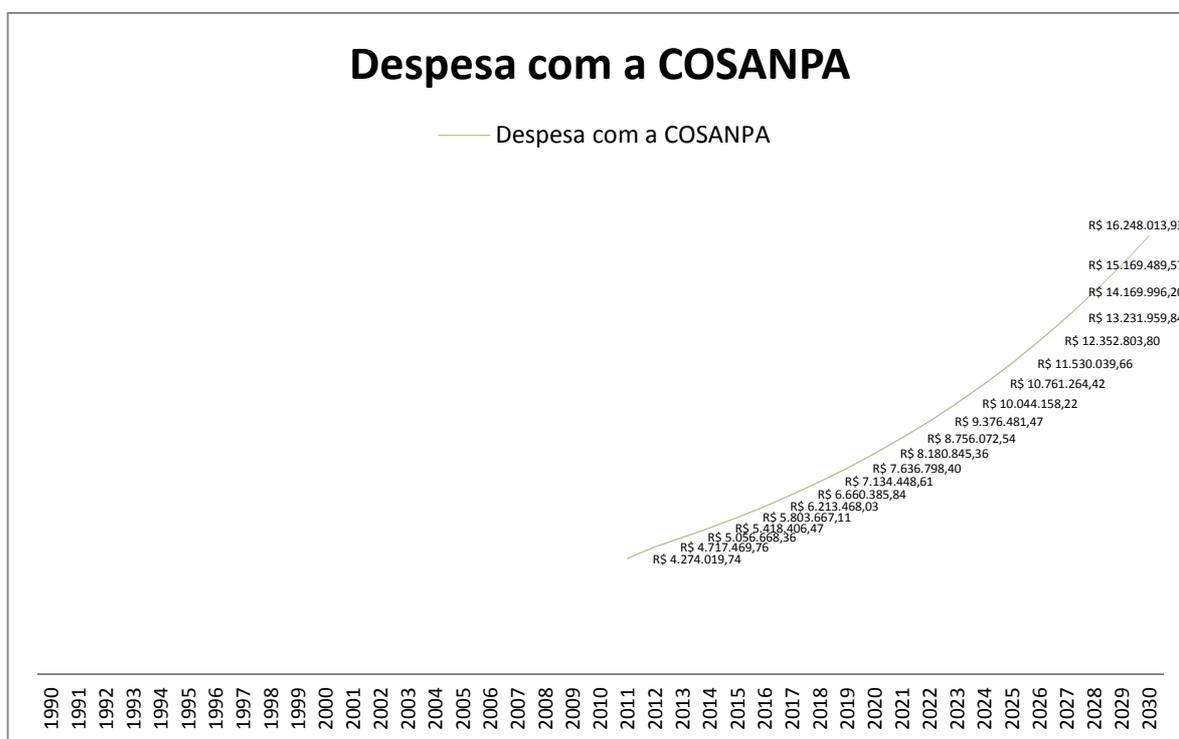


Figura 5.32 - Potencial despesa da UFPA para comprar 100% do volume de água ofertado ao SAA da Cidade Universitária - Projeção até o ano de 2030

Sintetizando os resultados, a Tabela 5.21 a seguir, apresenta os valores por metro cúbico a ser despendido em cada cenário.

Tabela 5.21 - Resumo dos Cenários (R\$/m³)

CENÁRIO	Custo/m ³
Custo por m ³ de água produzida no SAA da Cidade Universitária, quando houver a cobrança de energia elétrica	R\$ 0,44
Custo por m ³ de água produzida no SAA da Cidade Universitária, quando houver a cobrança de outorga para captação de água	R\$ 0,35
Custo por m ³ de água produzida no SAA da Cidade Universitária, quando houver a cobrança pelo consumo de energia elétrica bem como a cobrança de outorga para captação de água	R\$ 0,45
Despesa da UFPA junto à CONSAPA caso comprasse 100% da água potencialmente ofertada ao SAA da Cidade Universitária	R\$ 4,30

CONCLUSÃO

O abastecimento de água para a Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto pode ser realizado tanto por produção própria, através de poços profundos, quanto por compra, através da Concessionária Local, sendo ambas as alternativas tecnicamente viáveis e atualmente utilizadas.

Existem ainda outras alternativas, tais como: através de captação de água superficial do Rio Guamá e aproveitamento de águas atmosféricas, não estudadas na presente dissertação.

No aspecto econômico o abastecimento mais vantajoso à administração é aquele em que a Universidade Federal do Pará produz água, captada através de poços.

Há diversos cenários possíveis, como: Quando houver a cobrança pelo consumo de energia elétrica; Quando houver a cobrança da Outorga para captação do recurso hídrico para fins de abastecimento ao público; Quando houver a cobrança tanto do consumo de energia elétrica quanto o de outorga; e Quando houver a compra de 100% da água potencialmente ofertada ao SAA da Cidade Universitária junto à Concessionária Local, trabalhados nesta pesquisa.

Os valores obtidos neste estudo, para a relação R\$/m³, mostraram que mesmo no cenário mais desfavorável, quando houver a cobrança da outorga para captação de água, bem como a cobrança pelo consumo de energia elétrica, a produção de água através do SAA da Cidade Universitária onera menos à Administração, em relação à compra através da Concessionária Local.

Em uma abordagem avaliativa do SAA, quanto à questão de perdas, constatou-se, em função de indicadores previstos em literatura, até uma condição não tão desfavorável, tendo em vista que ele pode ser classificado como “regular”. Porém, não há de se considerar uma normalidade a perda de aproximadamente 30% da produção que qualquer produto, ainda mais em se tratando de água, um bem finito, importante e dotado de valor econômico. Com as informações obtidas neste trabalho há de se verificar onde, no processo de produção e distribuição, existem falhas e quais as possíveis medidas a serem tomadas a fim de minimizar ainda mais essas perdas ou desperdícios estimados (sejam elas físicas ou não).

Estrategicamente caberá ao Gestor, municiado dessas conclusões, verificar em qual situação poderá optar em produção ou compra através da Concessionária Local. Pois, é sabido que algumas unidades da UFPA necessitam de um produto (água) com qualidade adequada para poder ser utilizada em alguns equipamentos, por exemplo, destiladores, autoclaves, etc... A saber, em relação à qualidade da água ofertada ao SAA da Cidade Universitária, ela possui dureza elevada quando comparada com aquela que é comprada junto à COSANPA.

Outro instrumento que o Gestor poderá se utilizar é a possibilidade da criação de uma tarifa quanto ao consumo da água produzida pelo SAA a ser cobrada de empreiteiras que estejam executando obras Civas na Cidade Universitária e demais usuários que não sejam unidades da UFPA. Essa tarifa teria apenas o caráter de manutenção e operação do Sistema de Abastecimento de Água, a qual poderá minimizar os impactos financeiros quanto aos custos e despesas existentes.

Além disso, caso haja a decisão por parte do Gestor em comprar 100% da água potencialmente consumida na Cidade Universitária, somente será possível tomar tal medida para o caso em que a taxa ou tarifa por m³ seja inferior à R\$ 0,50. De outra forma, não haverá qualquer possibilidade comparativa ao cenário de produção própria.

Ainda, na esteira de considerar a possibilidade de compra de toda água potencialmente ofertada à Cidade Universitária, será possível ao Gestor, também, barganhar junto à COSANPA, qual a melhor tarifa, tanto para a UFPA quanto para a COSANPA, uma vez que já há elementos necessários para discutir o tema.

Por fim, como proposta de futuros trabalhos a serem realizados, baseados nesta pesquisa, sugere-se: Estudo quanto ao uso de energias alternativas para suprir não somente o SAA da Cidade Universitária, mas também as demais unidades da UFPA, tendo em vista que este insumo é muito significativo, representando 29,41% do custo estimado por m³ de água produzida no SAA da Cidade Universitária (ver dados da Tabela 5.7 e da Tabela 5.17) de acordo com cada cenário estudado; Estudo do consumo efetivo e consequentes medidas efetivas das perdas do Sistema de Abastecimento de Água da Cidade Universitária; Estudo quanto à qualidade da água da Cidade Universitária, em especial o parâmetro dureza, e sua influência e impacto na manutenção de equipamentos odonto-médico-hospitalares; Estudo para estimar o tempo de vida útil de poços utilizados para fins de abastecimento público; Estudo de modernização do Sistema

de Abastecimento da Cidade Universitária através da automação das etapas produtivas; Estudo para controle telemático quanto ao funcionamento do SAA; Estudo da Teoria dos Sistemas integrada aos Sistemas de Abastecimento de água, seja público, privado, integrado ou isolado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, Eugenia Patrícia Garcés. **PROPOSTA DE FIXAÇÃO DE PREÇO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NA AGRICULTURA, UTILIZANDO A METODOLOGIA DA PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA POSITIVA**. 2007. 253 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/12892>>. Acesso em: 06 ago. 2011.

ABREU, Francisco de Assis Matos de. **Metade da água tratada se perde no caminho**. Jornal Diário do Pará. Disponível em: <<http://www.diarioonline.com.br/>>. Acesso em: 23 mar. 2012.

ABREU, Francisco de Assis Matos de et al. THE HYDROLOGIC CYCLE: AN OPEN OR A CLOSED SYSTEM?. **Revista Geográfica**, México, n. 137, p.109-122, 01 jun. 2005. Semestral.

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO. São Paulo: Gráfica Editora Modelo, n. 13, 01 jan. 2010. Disponível em: <<http://www.abas.org.br/imagens/revista13.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2012.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cobrancaearrecadacao/cobrancaearrecadacao.aspx>>. Acesso em: 23 mar. 2012.

BARBOSA, Emerson Schneider. **PROPOSTA DE SISTEMÁTICA PARA AVALIAÇÃO E CONTROLE DE CUSTOS EM PROPRIEDADES RURAIS ? O CASO DE UMA EMPRESA DE CRIAÇÃO DE GADO**. 2004. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

BARROS, Jorge Gomes do Cravo. **As Águas Subterrâneas ou as Águas que Brotam das Pedras**. Disponível em: <<http://revistadasaguas.pgr.mpf.gov.br/edicoes->

da-revista/edicao-06/edicoes-da-revista/edicao-06/artigos/as-aguas-subterraneas-ou-as-aguas-que-brotam-das-pedras>. Acesso em: 01 mar. 2012.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos et al. (Ed.). **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios**. Belo Horizonte: Editora Ufmg, 2007. 2 v.

BOTELHO, Lúcio Antônio Leite Alvarenga. **GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM SETE LAGOAS/MG: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA EVOLUÇÃO ESPAÇOTEMPORAL DA DEMANDA E DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA**. 2008. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/MPBB-7QGN97>>. Acesso em: 06 ago. 2011.

BRASIL, Ministério da Saúde do (Org.). **VIGILÂNCIA E CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**. 1ª Ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 213 p.

BRASIL, Senado Federal do (Org.). **Código de Águas**: Coleção Ambiental - Volume I. 2ª Ed. Brasília: Editora do Senado, 2010. 232 p.

BRASIL, Wwf; PAULO, Imprensa Oficial do Estado de São (Org.). **Nascentes do Brasil**: Estratégia para proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas. 1ª Ed. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2010. 136 p.

BS2G-CONSULTORIA; COSANPA, Companhia de Saneamento do Pará -. **Estudo de Concepção do SAA da Universidade Federal do Pará ? UFPA**. Belém: N/e, 2008. 72 p.

CAUBET, Christian Guy. **A Água, a Lei, a Política... E o Meio Ambiente?** 1ª Ed. Curitiba: Editora Juruá, 2004. 305 p.

COUTINHO, Lêda Sílvia de Aguiar Lédo et al. Modelagem do tempo de execução de obras civis: estudo de caso na Universidade Federal do Pará. **Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**: Edição Especial

de Conforto Ambiental e Eficiência Energética, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p.243-256, 01 mar. 2012. Trimestral.

DUARTE, André Augusto Azevedo Montenegro. **O VALOR ECONÔMICO E ESTRATÉGICO DAS ÁGUAS DA AMAZÔNIA**. 2006. 199 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação Em Geologia E Geoquímica, Centro de Geociências da UFPA, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

FARIAS, Paulo José Leite. **Água: Bem jurídico Econômico ou Ecológico?** 1ª Ed. Brasília: Editora Brasília Jurídica, 2004. 534 p.

FENZL, Norbert; MACHADO, José Alberto da Costa. **A SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS COMPLEXOS**: Conceitos básicos para uma ciência do desenvolvimento sustentável - Aspectos Teóricos e Práticos. Belém: Editora da Ufpa, 2009. 285 p.

FNS, Fundação Nacional de Saúde - (Org.). **Manual de Saneamento**. 3ª Edição Brasília: Departamento de Saneamento, Fundação Nacional de Saúde/ms, 1999. 374 p.

FREITAS, Marcos de; RANGEL, Diane; DUTRA, Luís. **Gestão de recursos hídricos no Brasil: a experiência da Agência Nacional de Águas**. Rio de Janeiro: N/e, 2005. 10 p.

GADELHA, Leonardo de Melo. **A INEFICÁCIA CONSTITUCIONAL: O CASO DA MUNICIPALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ÁGUA EM SOUSA (PB)**. 2006. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Social e Trabalho, Departamento de Programa de Pós-graduação em Administração (ppga), Universidade de Brasília (unb), Brasília, 2006. CD-ROM.

GARCEZ, Lucas Nogueira. **Elementos de engenharia hidráulica e sanitária**. 2ª Ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1976. 356 p.

GLEICK, Peter H.. The Changing Water Paradigm: A Look at Twenty-first Century Water Resources Development. **International Water Resources Association: Water International**, Oakland, v. 25, n. 1, p.127-138, 01 mar. 2000.

GÓIS, Nani. **Grupo Rede Energia confia em viabilidade da Celpa**. Revista EXAME. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/negocios/empresas/servicos/noticias/grupo-rede-energia-confia-em-viabilidade-da-celpa>>. Acesso em: 19 mar. 2012

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito de Águas: Disciplina Jurídica das Águas Doces**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2003. 256 p.

GUTIERREZ, Vania Cristina Pastri. **APLICABILIDADE DO CUSTO-PADRÃO COM O AUXÍLIO DO ERP NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DOS CUSTOS**. 2009. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Pontífca Universidade Católica de São Paulo - Puc-sp, São Paulo, 2009.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2ª Ed. Belo Horizonte: Editora Ufmg, 2010. 872 p.

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE SISTEMAS DINÂMICOS Disponível em: <http://www.ime.usp.br/~oda/contents/01Matem%E1tica/01Sistemas%20Din%E2mic os/01_Introd.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2012.

LEUCK, Moema Felske. **AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO IMPACTO DE MEDIDAS INDIVIDUALIZADAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM PORTO ALEGRA**. 2008. 195 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LIMA, Elizabeth Cristina da Rocha. **QUALIDADE DA ÁGUA DA BAÍA DE GUANABARA E SANEAMENTO**: Uma abordagem sistêmica. 2006. 195 f. Tese (Doutorado) - Ufrj, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/limaecr.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2012

LIMMER, Carl V.. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos de Obras**. Rio de Janeiro: Editora Ltc - Livros Técnicos e Científicos Editora S.a., 1997. 225 p.

LOBO, Mário Taveira. **Manual do direito das águas - Volume I**. 2ª Ed. Coimbra: Coimbra Editora, 1999. 628 p.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de Custos**. 9ª Ed. São Paulo: Atlas, 2003. 262 p.

MESQUITA, Arlan Mendes. **REGULAÇÃO NA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL: UM MODELO ECONÔMICO-FINANCEIRO DA FIRMA EM UM MERCADO COM CONSUMIDORES HETEROGÊNEOS**. 2009. 396 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/AMSA-7VJNJ7>>. Acesso em: 06 ago. 2011.

MIERZWA, José Carlos. **O USO RACIONAL E O REÚSO COMO FERRAMENTAS PARA O GERENCIAMENTO DE ÁGUAS E EFLUENTES NA INDÚSTRIA - ESTUDO DE CASO DA KODAK BRASILEIRA**. 2002. 399 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MONTEIRO, José Roberto do Rego (Comp.). **Plano Nacional de Saneamento - PLANASA: Análise de Desempenho**. Brasília: N/e, 1993. 12 p. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/fulltext/planasa/planasa.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2011.

MORAES NETO, Deraldo Dias de. **A NATUREZA JURÍDICA DA COBRANÇA DO USO DE RECURSOS HÍDRICOS: TAXA OU PREÇO PÚBLICO?** 2009. 271 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufba.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2144>. Acesso em: 06 ago. 2011.

PARÁ, Governo do Estado do; SEMA, Secretaria de Estado de Meio Ambiente -. **MANUAL PARA USUÁRIOS - Outorga De Direito De Uso De Recursos Hídricos**.

Belém: N/e, 2010. 52 p. Disponível em: <<http://www.sema.pa.gov.br>>. Acesso em: 08 ago. 2011.

PEREIRA, José Almir Rodrigues et al. **PROJETO: PLANO DIRETOR DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM**. Belém: N/e, 2006. 5 v.

PEREIRA, José Almir Rodrigues; SÁ, João Henrique Macedo. **Procedimentos para avaliação e controle do consumo de água e de energia elétrica em sistema de abastecimento de água**. Belém: ---, 2011. 23 p.

PEYERL, Fábio Vinícius. **DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA CONTROLE DE CUSTOS DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

PHILIPPI JUNIOR, Arlindo (Ed.). **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 1ª Barueri: Editora Manole, 2005. 841 p.

PIMENTA, Eduardo Goulart. Recuperação Judicial de Empresas: Caracterização, Avanços e Limites. **Revista DireitoGv**, Belo Horizonte, n. , p.151-166, 01 jun. 2006. Disponível em: <http://www.direitogv.com.br/subportais/publica%C3%A7%C3%B5e/RDGV_03_p151_166.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2012.

PINHEIRO, António; OLIVEIRA, Isaurindo. **Custo da Água nos Pequenos Regadios Individuais do Alentejo**. Évora: N/a, 2010. 16 p. Disponível em: <http://www.decon.uevora.pt/investigacao/working_papers_series/1_2010_custo_da_agua_nos_pequenos_regadios_individuais_do_alentejo>. Acesso em: 08 ago. 2011.

PINTO, Victor Carvalho. **A Privatização do Saneamento Básico**. 1ª Ed. Brasília: N/e, 2003. 12 p. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/senado/conleg/artigos/direito/APrivatizacaodoSaneamentoBasico.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2011.

POMPEU, Cid Tomanik. **Direito de águas no Brasil**. São Paulo: Revista Dos Tribunais, 2006. 512 p.

PROAD, Pró-Reitoria de Administração da UFPA (Org.). **Projeto "História do Patrimônio Imobiliário do Campus Universitário da UFPA"**. Belém, 2006. CD-ROM.

RIBEIRO NETO, João Batista de Moraes. **ESTRATÉGIA E DINÂMICA DO PROCESSO DE IMPANTAÇÃO DO TQC**: Uma análise sob a ótica da teoria dos sistemas. 1995. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Unicamp, Campinas, 1995. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000093729&fd=y>. Acesso em: 05 abr. 2012.

SANEVIAS-HIDROTOPBEL, Consórcio; UFPA (Org.). **ESTUDOS, PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO PARA CONTENÇÃO, ATERRO E URBANIZAÇÃO DA ORLA DO RIO GUAMÁ CIDADE UNIVERSITÁRIA JOSÉ DA SILVEIRA NETTO**. Belém: N/e, 2010. 13 v.

SANEVIAS; UFPA (Org.). **PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**. Belém: N/e, 2009. 5 v.

SANTOS, Gilberto José Dos; MARION, José Carlos; SEGATTI, Sonia. **ADMINISTRAÇÃO DE CUSTOS NA AGROPECUÁRIA**. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002. 168 p.

SHIKLOMANOV, Igor A.. **WORLD WATER RESOURCES: A NEW APPRAISAL AND ASSESSMENT FOR THE 21ST CENTURY**. St Petersburg: N/e, 1998. 40 p. Disponível em: <http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/ce385d/Papers/Shiklomanov.pdf>. Acesso em: 19 set. 2011.

SNIS, Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento - (Org.). **Distribuição Espacial do Consumo Médio Per Capta de Água.** Disponível em: <http://www.snis.gov.br/Arquivos_SNIS/4_MAPAS/ae/2005/Bacias/Brasil_Bacias_I22.jpg>. Acesso em: 19 set. 2011.

STAMPE, Marianne Zwilling. **O VALOR DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NA BACIA DO RIO GRAVATAÍ.** 2007. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Departamento de Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/14701>>. Acesso em: 06 ago. 2011.

TAVEIRA, Leandro Lopes. **SINTESE DO LIVRO: TEORIA GERAL DOS SISTEMAS.** Disponível em: <<http://ebookbrowse.com/sintese-do-livro-teoria-geral-dos-sistemas-doc-d135946491>>. Acesso em: 19 abr. 2012.

THE HYDROLOGIC CYCLE: AN OPEN OR A CLOSED SYSTEM? Revista Geográfica: Instituto Panamericano de Geografia e Historia, n. 137, 01 jun. 2005. Semestral.

TODD, David Keith. **Hidrologia de Águas Subterrâneas.** Nova York: John Wiley & Sons, Inc., 1959. 319 p.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água.** 3ª Ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p.

TUCCI, Carlos E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar de M. Cordeiro. **Gestão da Água no Brasil.** 1ª Ed. Brasília: Unesco, 2001. 189 p.

UFPA (Org.). **Processo Administrativo referente à situação do sistema de abastecimento de água existente no Campus Guamá e proposta de melhorias.** Belém: N/a, 1984. 1 v.

UFPA. **Histórico e Estrutura.** Disponível em: <http://www.portal.ufpa.br//historico_estrutura.php>. Acesso em: 05 ago. 2011.

UFPA. **UFPA 50 Anos.** Belém: N/e, 2007. CD-ROM.

UFPA; PROPLAN (Org.). **Anuário Estatístico - Ano-Base - 1998.** Belém: Editora da Ufpa, 1999. 135 p.

UFPA; PROPLAN (Org.). **Anuário Estatístico - Ano-Base - 1999.** Belém: Editora da Ufpa, 2000. 119 p.

UFPA; PROPLAN (Org.). **Anuário Estatístico - Ano-Base - 2004.** Belém: Editora da Ufpa, 2005. 237 p.

UFPA; PROPLAN (Org.). **Anuário Estatístico - Ano-Base - 2005.** Belém: Editora da Ufpa, 2006. 237 p.

UFPA; PROPLAN (Org.). **Anuário Estatístico - Ano-Base - 2006.** Belém: Editora da Ufpa, 2007. 237 p.

UFPA; PROPLAN (Org.). **Anuário Estatístico - Ano-Base - 2007.** Belém: Editora da Ufpa, 2008. 237 p.

UFPA; PROPLAN (Org.). **Anuário Estatístico - Ano-Base - 2008.** Belém: Editora da Ufpa, 2009. 237 p.

UFPA; PROPLAN (Org.). **Anuário Estatístico - Ano-Base - 2009.** Belém: Editora da Ufpa, 2010. 237 p.

UFPA; PROPLAN (Org.). **Anuário Estatístico - Ano-Base - 2010.** Belém: Editora da Ufpa, 2011. 237 p.

VARGAS, Éverton Vieira. Água e relações internacionais. **Nota**, São Paulo, p. 178-182. 02 maio 2000.

XIMENES, Juliano; BENTES, Monique; HOHLENWERGER, Sâmia. **Plano Diretor Participativo da Cidade Universitária José da Silveira Netto**. Belém: ---, 2011

YOSHINO, Gabriel Hiromite. **O APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS NA CIDADE UNIVERSITÁRIA PROFESSOR JOSÉ DA SILVEIRA NETTO - BELÉM/PA**. 2012. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

ZAMBON, Renato Carlos; CONTRERA, Ronan Cleber. **Introdução e Concepção de Sistemas de Abastecimento de Água**. São Paulo: N/e, 2011. 53 p. Disponível em: <<http://www.phd.poli.usp.br>>. Acesso em: 08 set. 2011.

APÊNDICE A – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ESCOLA DE APLICAÇÃO E DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA CIDADE UNIVERSITÁRIA



Resultados analíticos da água da ETA que abastece o Campus da UFPA em Belém.

Data da coleta: 08/03/2012

Hora: 9h30

Origem: água subterrânea.

1- PARÂMETROS DE QUALIDADE ANALISADOS E SEU SIGNIFICADO

1.1. Amônia

-A presença de Amônia ainda que em pequenas quantidades em água potável é, indesejável, pois, sua presença pode indicar contaminação microbiológica ou química, entretanto, está elencada nos "Padrões Organolépticos de potabilidade", da Portaria MS 2.914/2011.

1.2. Cloro residual - CRL

-É o cloro remanescente na água após tratamento, dependendo da dosagem e do tempo de contato. No sistema de distribuição, a manutenção de residuais de cloro tem por objetivo a prevenção de contaminação acidental, a sua presença, é um indicador de segurança da água distribuída. Portanto, em qualquer situação, o cloro residual é um parâmetro indicador da qualidade microbiológica da água.

1.3. Cor aparente

-É um parâmetro essencialmente de natureza estética e componente do "Padrão organoléptico de potabilidade". Ressalta-se, que a cor acima do VMP e quando, resultante da presença de substâncias orgânicas, pode indicar a existência de precursores de formação de organoclorados, subprodutos resultantes da desinfecção com compostos clorados inorgânicos. Cujo, uso contínuo, pode trazer risco à saúde humana. Água com cor elevada pode contribuir para o aumento do consumo de cloro, impactando economicamente o sistema.

1.4. Dureza

-É a porção de sais de Cálcio e Magnésio que existe na água na forma de Carbonatos e Bicarbonatos. Em valores elevados conferem sabor mineralizado à água, além de provocar, o consumo excessivo de sabão. Está elencada nos "Padrões Organolépticos".

1.5. Ferro Total

-Está elencado nos "Padrões organolépticos", altera as características Cor, Turbidez e Gosto da água, afastando o consumidor. A desinfecção com compostos clorados em águas que contêm Ferro provoca a oxidação do Ferro (avermelhando a água), daí, a importância da determinação quantitativa deste metal, antes de iniciar o processo de desinfecção.

1.6. Fluoreto

-Sua aplicação controlada em abastecimento público de água é obrigatória, para prevenção de cáries nos dentes.



1.7. Nitrato

-A presença desse íon em valor elevado, nas águas naturais pode ser indicador de dano ambiental. O Nitrato é a forma mais oxidada do Nitrogênio, indicando, portanto, alteração remota (antiga).

1.8. pH

-O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, este parâmetro é de fundamental importância, principalmente nos processos de tratamento e tem relação com a corrosão ou incrustação das estruturas metálicas dos sistemas de abastecimento. Mais importante ainda, é que o pH é um parâmetro relevante no processo de desinfecção da água com o cloro. Em pH elevado, a cloração perde eficiência. Melhores resultados são obtidos em pH abaixo de 8,0.

1.9. Sólidos Totais Dissolvidos - STD

-Está elencado nos "Padrões organolépticos"; a importância de sua determinação quantitativa é quanto ao volume de substâncias químicas iônicas contidas nas águas. Quando acima do VMP, podem conferir gosto diferenciado à água dependendo de qual, ou quais, substâncias estão presentes nas águas.

1.10. Turbidez

-É uma característica da água proveniente da presença de partículas em estado coloidal, em suspensão, de matéria orgânica e/ou inorgânica finamente dividida, de plâncton e outros organismos microscópicos. A turbidez, embora seja uma característica de qualidade estética, na água pré-desinfecção, precedida ou não de filtração, é também, um parâmetro interviniente na eficiência da desinfecção, no entendimento de que partículas em suspensão podem proteger os microorganismos da ação do desinfetante, além de apresentar cloro residual combinado, é um parâmetro organoléptico e de significado sanitário.

1.11. Coliformes Totais

-São os indicadores oficiais da qualidade microbiológica da água, embora existam muitas controvérsias sobre seu uso, entretanto, nem outro microorganismo referencial ainda foi eleito seu substituto. As bactérias desse grupo estão presentes no intestino de animais de sangue quente, inclusive o homem e são eliminados nas fezes em números elevados, cerca de, 10^9 a 10^8 por grama de fezes. Não são microorganismos exclusivamente de origem fecal, pois, podem ser encontrados naturalmente na água, no solo e em plantas. Em razão disso, principalmente em climas tropicais, possuem a capacidade de se multiplicar na água. Assim, na avaliação da qualidade de águas naturais, incluindo fontes de abastecimento, como poços, os coliformes totais têm valor sanitário limitado. Na avaliação da qualidade da água tratada, a presença desses indicadores pode significar tratamento ineficiente, ou falha na integridade do sistema de distribuição.

A Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que para água de consumo humano, os coliformes totais, na saída do tratamento, devem estar ausentes em 100 mL de amostra. No sistema de distribuição (reservatórios e rede) é tolerada a presença de coliformes totais em 5% das amostras examinadas quando o sistema abastece a partir de 20.000 habitantes no mês. Em sistemas que abastecem menos que 20.000 habitantes apenas uma amostra no mês poderá apresentar resultado positivo em 100 mL. Esses números de amostras dependem da população a ser abastecida.



1.12. Escherichia Coli

- É uma bactéria pertencente ao grupo coliforme. É o indicador mais preciso de contaminação fecal. A sua presença na água significa que esta teve contato com fezes humanas ou de outros animais homeotérmicos, que pode conter agentes patogênicos ao ser humano. Com referência a este indicador, a legislação que trata da qualidade da água é mais rigorosa, não tolerando sua presença em água para consumo humano.

2.0. Amostras:

Amostra nº	Localidade	Local
01	Campus da UFFPA	Entrada de água na cisterna do Hospital Betina
02	Hospital Betina Ferro	Torneira após reservatório elevado do Hospital

3.0. Resultados analíticos físico-químicos dos parâmetros realizados:

Amostra n°	Cor Aparente UH	Dureza mg/l	Fe mg/l	F mg/l	NH ³ mg/l	NO ³ mg/l	pH	STD mg/l	Turbidez UNT
01	23	128	1,48	<0,1	0,2	<0,1	7,1	160	6,66
VMP	15	500	0,3	1,5	1,5	10	6,0 a 9,5	1000	1,0

Legenda: VMP = Valor Máximo Permitido pela Portaria MS 2.914/2011

< = Limite de Quantificação Inferior no fotômetro utilizado-AT100P/AlfaKit – cert/calibração nº093/2011.

Nota: os resultados grafados em vermelho indicam NÃO CONFORMIDADE.

4.0. Resultados analíticos bacteriológicos: Método Cromogênico e Fluorogênico.

Amostra n°	Coliformes totais	Escherichia Coli	CRL
01	Ausência	Ausência	0,05
02	Presença	Presença	0,0

Legenda: CRL = Cloro Residual – Livre.

Obs: Coliformes totais = indicador de eficiência de tratamento – na saída do tratamento.

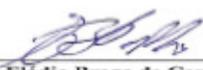
Coliformes totais= indicador da integridade do sistema de distribuição – reservatório e rede.

Escherichia Coli= indicador de contaminação fecal.

5.0. Considerações:

- A amostra de nº 2 foi coletada em duplicata.
- As amostras foram coletadas após ETA.
- O parâmetro Dureza refere-se à Dureza Total em Ca CO³.
- "É obrigatória a manutenção de no mínimo 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede)", Art. 34, Portaria MS 2.914/2011..

Belém, 12/03/2012


Eládio Braga de Carvalho
 Analista
 CPF= 01658310225


Reginalda Lúcia da Silva Mendes
 Engenheira Sanitarista
 CREA/PA 12.354-D



Resultados analíticos da água que abastece o Núcleo Pedagógico Integrado da UFPA.

Data da coleta: 05/07/2011

Hora: 10h47min às 11h51min

Origem: CONCESSIONÁRIA.

1- PARÂMETROS DE QUALIDADE ANALISADOS E SEU SIGNIFICADO

1.1. Alcalinidade:

- A Alcalinidade, não é referenciada na Portaria MS 518/04. Por definição, alcalinidade de uma água é a sua capacidade quantitativa de neutralizar um ácido forte, até um determinado pH. A alcalinidade é devida principalmente à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Os compostos mais comuns são os seguintes:
 - hidróxidos de cálcio ou de magnésio;
 - carbonatos de cálcio ou de magnésio;
 - bicarbonatos de cálcio ou de magnésio;
 - bicarbonatos de sódio ou de potássio.
- ✓ Mesmo as águas com pH inferior a 7.0.

1.2. Amônia

- A presença de Amônia ainda que em pequenas quantidades em água potável é indesejável, pois, sua presença pode indicar contaminação microbiológica ou química, entretanto, está elencada nos parâmetros de aceitação na Portaria MS 518/04, dado seu odor característico.

1.3. Cloreto

- O Cloreto associado ao Sódio incorpora salobridade à água.

1.4. Cloro residual

- É o cloro remanescente na água após tratamento, dependendo da dosagem e do tempo de contato. No sistema de distribuição, a manutenção de residuais de cloro tem por objetivo a prevenção de contaminação acidental, a sua presença, é um indicador de segurança da água distribuída. Portanto, em qualquer situação, o cloro residual é um parâmetro indicador da qualidade microbiológica da água.

1.5. Condutividade

- É a capacidade de uma substância em conduzir corrente elétrica. A dissolução de eletrólitos em água aumenta a sua condutividade. Não é referenciada na Portaria.



1.6. Cor aparente

- É um parâmetro essencialmente de natureza estética e componente do padrão de aceitação para consumo humano. Ressalta-se, que a cor acima do VMP e quando, resultante da presença de substâncias orgânicas, pode indicar a existência de precursores de formação de organoclorados, subprodutos resultantes da desinfecção com compostos clorados inorgânicos. Cujo, uso contínuo, pode trazer risco à saúde humana. Água com cor elevada pode contribuir para o aumento do consumo de cloro, impactando economicamente o sistema.

1.7. Dureza

- É a porção de sais de Cálcio e Magnésio que existe na água na forma de Carbonatos e Bicarbonatos. Em valores elevados conferem sabor mineralizado à água, além de provocar o consumo excessivo de sabão. Está elencada como parâmetro de aceitação.

1.8. Ferro Total

- Está elencado nos padrões de aceitação, altera as características Cor, Turbidez e Gosto da água, afastando o consumidor. A desinfecção com compostos clorados em águas que contêm Ferro provoca a oxidação do Ferro (avermelhando a água), daí, a importância da determinação quantitativa deste metal, antes de iniciar o processo de desinfecção.

1.9. Fluoreto

- Sua aplicação controlada em abastecimento público de água é obrigatória, para prevenção de cárie nos dentes.

1.10. pH

- O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, este parâmetro é de fundamental importância, principalmente nos processos de tratamento e tem relação com a corrosão ou incrustação das estruturas metálicas dos sistemas de abastecimento. Mais importante ainda, é que o pH é um parâmetro relevante no processo de desinfecção da água com o cloro. Em pH elevado, a cloração perde eficiência. Melhores resultados são obtidos em pH abaixo de 8,0.

1.11. Sólidos Totais Dissolvidos

- Está elencado nos padrões de aceitação; a importância de sua determinação quantitativa é quanto ao volume de substâncias químicas iônicas contidas nas águas. Quando acima do VMP, podem conferir gosto diferenciado à água dependendo de qual, ou quais, substâncias estão presentes nas águas.



1.12. Turbidez

- É uma característica da água proveniente da presença de partículas em estado coloidal, em suspensão, de matéria orgânica e/ou inorgânica finamente dividida, de plâncton e outros organismos microscópicos. A turbidez, embora seja uma característica de qualidade estética, na água pré-desinfecção, precedida ou não de filtração, é também, um parâmetro interveniente na eficiência da desinfecção, no entendimento de que partículas em suspensão podem proteger os microorganismos da ação do desinfetante, além de apresentar cloro residual combinado.

1.13. Coliformes Totais

- São os indicadores oficiais da qualidade microbiológica da água, embora existam muitas controvérsias sobre seu uso, entretanto, nem outro microorganismo referencial ainda foi eleito seu substituto. As bactérias desse grupo estão presentes no intestino de animais de sangue quente, inclusive o homem e são eliminados nas fezes em números elevados, cerca de 10^5 a 10^8 por grama de fezes. Não são microorganismos exclusivamente de origem fecal, pois podem ser encontrados naturalmente na água, no solo e em plantas. Em razão disso, principalmente em climas tropicais, possuem a capacidade de se multiplicar na água. Assim, na avaliação da qualidade de águas naturais, incluindo fontes de abastecimento, como poços, os coliformes totais têm valor sanitário limitado. Na avaliação da qualidade da água tratada, a presença desses indicadores pode significar falha ou tratamento insuficiente.

A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, estabelece que para água de consumo humano, os coliformes totais, na saída do tratamento, devem estar ausentes em 100 mL de amostra. No sistema de distribuição (reservatórios e rede) é tolerada a presença de coliformes totais em 5% das amostras examinadas quando se analisam 40 ou mais amostras por mês. Em sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês, apenas uma amostra poderá apresentar resultado positivo em 100 mL. Esses números de amostras dependem da população a ser abastecida.

1.14. *Escherichia coli*

- É uma bactéria pertencente ao grupo coliforme. É o indicador mais preciso de contaminação fecal. A sua presença na água significa que esta teve contato com fezes humanas ou de outros animais homeotérmicos, que pode conter agentes patogênicos ao ser humano. Com referência a este indicador, a legislação que trata da qualidade da água é mais rigorosa, não tolerando sua presença em água para consumo humano.



2.0. Amostras:

Amostras nº	Local
01 A e B	Reservatório (cisterna) do Ensino Fundamental
02 A e B	Cisterna do Ensino Médio
03	Torneiras do barbeiro do Ensino Médio.
04	Bebedouro pós-filtro (EM).
05	Escovódromo – Educação Infantil.
06	Torneiras – Salão Vermelho - Básico.

3.0. Resultados analíticos físico-químicos dos parâmetros realizados na água que abastece o NPI:

Amostra nº	Alcalinidade CaCO ₃ mg/l	Amônia NH ₃ mg/l	Cloreto mg/l	CRL mg/l	Condutividade µS/cm	Cor u/f	Dureza CaCO ₃ mg/l	Ferro mg/l	Fluoreto mg/l	pH	STD mg/l	Turbidez UNT
01A	8	0,12	18	0,7	49,3	26,8	12	0,3	0	6,9	23	1,74
02A	8	0,12	18	0,2	52	15,9	12	0,14	0	6,9	24	1,03
VMP	N.R.	1,5	250	0,2 a 2,0	N.R.	15	500	0,3	1,5	*6,0 a 9,5	500	5,0

STD: Sólidos Totais Dissolvidos

V.M.P.: Valor Máximo Permitido – Portaria M.S. 518/04.

C.R.L.: Cloro Residual Livre

N.R.: Não Referenciado na Portaria M.S. 518/04

* pH = Atende os padrões de qualidade.

4.0. Resultados analíticos bacteriológicos realizados na água que abastece o NPI

Amostra nº	Coliformes Totais	Escherichia Coli
01A	Ausência	Ausência
01B	Ausência	Ausência
02A	Ausência	Ausência
02B	Ausência	Ausência
3	Ausência	Ausência
4	Ausência	Ausência
5	Ausência	Ausência
6	Ausência	Ausência
VMP	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA

Coliformes totais: indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Escherichia Coli (indicador de contaminação fecal)

**Considerações:**

- ✓ A análise da Cor Aparente apresentou resultado acima do VMP, em decorrência da presença de íons de ferro Oxidado (Férrico);
- ✓ A instalação de filtro removedor de Ferro após o reservatório elevado do NPI é uma alternativa resolutive para o enquadramento do parâmetro Cor na faixa estabelecida pelo Ministério da Saúde, entretanto, a obediência aos VMP da Portaria MS 518/04 é atribuição do fornecedor.

Nota: as coletas das amostras foram acompanhadas pelos Engenheiros Adnilson e Gabriel, ambos, da UFPA.

Belém, 07/07/2011


Eládio Braga de Carvalho
Analista


Reginalda Lúcia da Silva Mendes
Engenheira Sanitarista
Crea/Pa 12.354-D

APÊNDICE B – INFRAESTRUTURA FÍSICA DOS SETORES BÁSICO, PROFISSIONAL, SAÚDE E ESPORTIVO DA CIDADE UNIVERSITÁRIA

Tabela - Infraestrutura Física - Setor Básico

CIDADE UNIVERSITÁRIA PROF. JOSÉ DA SILVEIRA NETTO		SETOR BÁSICO
Quantidade		Área (m ²)
	ÁREA DE LAZER	2.628,31
31	AUDITÓRIO	4.903,47
298	BANHEIROS	2.771,04
674	INSTAL. ADMINISTRATIVAS	16.846,75
565	LABORATÓRIOS	18.028,74
209	SALA DE AULAS	8.212,26
242	SALA DE COORDENAÇÕES	5.163,09
18	BIBLIOTECAS	8.661,88
346	SALA DE DOCENTES	5.171,49
17	CANTINAS/RESTAURANTES	994,26
	OUTROS	25.186,55
TOTAL		98.567,84

FONTE: Prefeitura da UFPA (2012)

Tabela - Infraestrutura Física - Setor Profissional

CIDADE UNIVERSITÁRIA PROF. JOSÉ DA SILVEIRA NETTO		SETOR PROFISSIONAL
Quantidade		Área (m ²)
	ÁREA DE LAZER	811,74
21	AUDITÓRIO	2.214,12
164	BANHEIROS	1.335,45
321	INSTAL. ADMINISTRATIVAS	5.713,16
352	LABORATÓRIOS	11.320,27
199	SALA DE AULAS	8.525,99
137	SALA DE COORDENAÇÕES	2.812,95
12	BIBLIOTECAS	1.885,77
181	SALA DE DOCENTES	2.871,28
27	CANTINAS	881,86
231	OUTROS	18.328,70
TOTAL		56.701,29

FONTE: Prefeitura da UFPA (2012)

Tabela - Infraestrutura Física - Setor Saúde

CIDADE UNIVERSITÁRIA PROF. JOSÉ DA SILVEIRA NETTO		SETOR SAÚDE
Quantidade		Área (m ²)
	ÁREA DE LAZER	220,75
4	AUDITÓRIO	563,30
127	BANHEIROS	681,24
132	INSTAL. ADMINISTRATIVAS	3.186,03
271	LABORATÓRIOS	6.778,94
55	SALA DE AULAS	2.106,78
55	SALA DE COORDENAÇÕES	647,90
6	BIBLIOTECAS	211,13
36	SALA DE DOCENTES	478,88
8	CANTINAS/RESTAURANTES	202,18
	OUTROS	4.773,49
TOTAL		19.850,62

FONTE: Prefeitura da UFPA (2012)

Tabela - Infraestrutura Física - Setor Esportivo

CIDADE UNIVERSITÁRIA PROF. JOSÉ DA SILVEIRA NETTO		SETOR ESPORTIVO
Quantidade		Área (m²)
	ÁREA DE LAZER	24.748,26
0	AUDITÓRIO	0
7	BANHEIROS	161,69
13	INSTAL. ADMINISTRATIVAS	130,65
0	LABORATÓRIOS	0
9	SALA DE AULAS	430,92
0	SALA DE COORDENAÇÕES	0
0	BIBLIOTECAS	0
0	SALA DE DOCENTES	0
1	CANITINAS/RESTAURANTES	150,91
	OUTROS	201,09
	TOTAL	25.823,52

FONTE: Prefeitura da UFPA (2012)