

UNESP

Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá

"Consumo de Energia Elétrica
na Análise de um Sistema
Municipal de Abastecimento
de Água Potável"

Guaratinguetá

1999



1110000414



***"Consumo de Energia Elétrica
na Análise de um Sistema
Municipal de Abastecimento
de Água Potável"***

RENATA LUCIA CAVALCA PERRENOUD

103

Orientador: Prof. Dr. Paulo Magalhães Filho

Co-orientador: Guilherme Eugênio Filippa Fernandes Filho

Guaratingueta

1999

FACULDADE DE ENGENHARIA
DE GUARATINGUETA

BIBLIOTECA

"CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NA ANÁLISE DE UM SISTEMA
MUNICIPAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL"

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA
NA ANÁLISE DE UM SISTEMA
MUNICIPAL DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA POTÁVEL

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
"MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA"

ESPECIALIDADE: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: TRANSMISSÃO E CONVERSÃO DE ENERGIA

APROVADA EM 1999 RENATA LUCIA CAVALCA PERRENOUD GRADUAÇÃO

Prof. Dr. Paulo Magalhães Filho
Coordenador

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia de Guaratinguetá da Universidade
Estadual Paulista, para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Mecânica.

414

Orientador: Prof. Dr. Paulo Magalhães Filho

Co-orientador: Guilherme Eugênio Fillippo Fernandes Filho

414

T 620.92 (043)

P 455c

Guaratinguetá

1999



Ficha catalográfica preparada na Seção de Aquisição e Tratamento da
Informação da Biblioteca – FEG/UNESP

P455 Perrenoud, Renata Lúcia Cavalca
Consumo de energia elétrica na análise de um sistema municipal
de abastecimento de água potável./Renata L. C. Perrenoud. Guara-
tinguetá, 1999
122f.: il.; 30cm

Bibliografia: f.102-103
Inclui apêndice
Dissertação(mestrado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 1999
Orientador: Prof. Dr. Paulo Magalhães Filho

1. Consumo de energia. I. Título

CDU 620.92

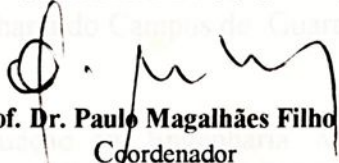
**“CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NA ANÁLISE DE UM SISTEMA
MUNICIPAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL”**

RENATA LUCIA CAVALCA PERRENOUD

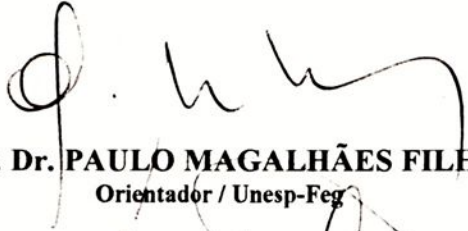
**ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA”**

**ESPECIALIDADE: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: TRANSMISSÃO E CONVERSÃO DE ENERGIA**

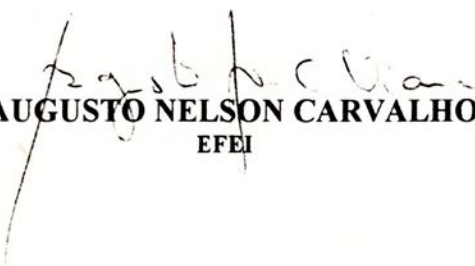
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. Paulo Magalhães Filho
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. PAULO MAGALHÃES FILHO
Orientador / Unesp-Feg


Prof. Dr. JOSÉ NÊDILLO CARRINHO DE CASTRO
Unesp-Feg


Prof. Dr. AUGUSTO NELSON CARVALHO VIANA
EFEI

Abril 1999

DADOS CURRICULARES

RENATA LUCIA CAVALCA PERRENOUD

NASCIMENTO	16.11.1972 - SÃO PAULO / SP
FILIAÇÃO	Paulo Henrique dos Santos Perrenoud Vera Lucia Cavalca Perrenoud
1991/1996	Curso de Graduação Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da UNESP
1997/1999	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Mestrado, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá

de modo especial, aos meus pais, meu noivo, que me
incentivaram e à minha sobrinha, que com sua alegria
me motivou na conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, não apenas pela realização deste trabalho, mas por todas as graças recebidas.

ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Magalhães Filho, não somente pela orientação e apoio no desenvolvimento deste trabalho, mas principalmente, por sua dedicação, paciência e amizade,

a todos os professores do DEN - Departamento de Energia, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho,

aos colegas, que sempre me incentivaram e motivaram, participando de meu cotidiano,

à Débora, que com paciência e sabedoria, contribuiu para a conclusão deste trabalho.

de modo especial, aos meus pais, meu noivo, que me incentivaram e à minha sobrinha, que com sua alegria me motivou na conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

Agradeço a Deus, não apenas pela realização deste trabalho, mas por todas as graças recebidas.

Objetivo ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Magalhães Filho, não somente pela orientação e apoio no desenvolvimento deste trabalho, mas principalmente, por sua dedicação, paciência e amizade.

1. GERENCIAMENTO DE ÁGUA EM DIVERSAS REGIÕES DO MUNDO
1.1 A todos os professores do DEN - Departamento de Energia, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

1.2 Mudanças no Gerenciamento de Água em Diversas Regiões do Mundo
aos colegas, que sempre me incentivaram e motivaram, participando de meu cotidiano.

1.3.1 Gerenciamento Integrado da Água em Diversas Regiões do Mundo
à Débora, que com paciência e sabedoria, contribuiu para a conclusão deste trabalho.

1.3.2 Quarenta Anos de Gerenciamento de Água Urbana na Calábria - Itália 25
1.3.3 A Crise da Água em Bangladesh: Uma Mudança no Gerenciamento Integrado da Água nas Áreas Urbanas 29

1.3.4 Gerenciamento Integrado dos Recursos de Água na Área Metropolitana de Fukuoka - Japão 32

1.3.5 Uma Aproximação Integrada do Problema da Água Potável da Cidade de Madras - Índia 36

1.3.6 Gerenciamento Integrado da Água na Área Urbana da Cidade de Quebec: A Necessidade de uma Legislação para Uso do Sistema Baseado em Modelo de Qualidade da Água no Conceito de Ecossistema 38

2. TIPOS DE MODELOS PARA DIAGNÓSTICOS E O MODELO PROPOSTO 41

2.1 Cálculo do Consumo de Água 45

2.2 Cálculo do Consumo de Energia Elétrica 48

2.3 Orçamento 54

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	53
LISTA DE TABELAS	55
LISTA DE ABREVIATURAS SIGLAS	58
LISTA DE SÍMBOLOS	58
Objetivo	59
Resumo	59
Abstract	
1. GERENCIAMENTO INTEGRADO DE ÁGUA EM ÁREAS URBANAS.....	15
1.1 Introdução	15
1.2 Mudanças e Interações no Futuro das Águas	16
1.3 A Situação da Água em Diversas Regiões do Mundo.....	20
1.3.1 Gerenciamento de Recursos Hídricos: O Papel do Órgão Gestor no Estado de São Paulo.....	20
1.3.2 Quarenta Anos de Gerenciamento de Água Urbana na Calábria - Itália	25
1.3.3 A Crise da Água em Bangladesh: Uma Mudança no Gerenciamento Integrado da Água nas Áreas Urbanas.....	29
1.3.4 Gerenciamento Integrado dos Recursos de Água na Área Metropolitana de Fukuoka - Japão	32
1.3.5 Uma Aproximação Integrada do Problema da Água Potável da Cidade de Madras - Índia	36
1.3.6 Gerenciamento Integrado da Água na Área Urbana da Cidade de Quebec: A Necessidade de uma Legislação para Uso do Sistema Baseado em Modelo de Qualidade da Água no Conceito de Ecossistema	38
2. TIPOS DE MODELOS PARA DIAGNÓSTICOS E O MODELO PROPOSTO.....	41
2.1 Cálculo do Consumo de Água	45
2.2 Cálculo do Consumo de Energia Elétrica.....	48
2.3 Orçamento.....	54

3. O SISTEMA DO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ E SUA PROJEÇÃO DE EXPANSÃO	55
3.1 Descrição Sumária do Sistema de Produção e Distribuição.....	55
3.2 Estudos Demográficos e de Demanda.....	58
3.2.1 População.....	58
3.2.2 Projeção de Demanda para o Período de 1993 - 2014	59
3.3 Proposta da Concepção de um Novo Sistema	59
3.4 Mapa da Região do Município Atendida pelo Sistema de Abastecimento de Água Potável.....	62
4. CASO EM ESTUDO.....	63
4.1 Relação dos Bairros.....	63
4.2 Relação de Consumo por Bairro.....	65
4.2.1 O Histórico e a Importância da Hidromedição	65
4.2.2 Os Bancos de Dados.....	67
4.2.2.1 Volume Medido x Volume Analisado.....	67
4.2.2.2 Resumo por Bairro e Zona.....	84
4.3 Movimento Financeiro e Orçamentário.....	86
4.4 Pontos Consumidores de Energia Elétrica	88
4.5 Produção de Água Potável.....	90
4.5.1 Funcionamento dos Sistemas.....	90
5. RESULTADOS, COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES.....	93
5.1 Resultados.....	93
5.2 Comentários e Conclusões.....	99

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APÊNDICE



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Região da Calábria - Itália	25
FIGURA 2 - Mapa do Município de Guaratinguetá	62
FIGURA 3 - Curva de Erros	68
FIGURA 4 - Porcentagem Média da Receita Gasta com Água no Período	93
FIGURA 5 - Porcentagem Média de Energia Gasta com Água no Período	94
FIGURA 6 - Média Mensal do Consumo de Água no Período por Unidade Consumidora	95
FIGURA 7 - Média Diária do Consumo de Água no Período por Unidade Consumidora	95
FIGURA 8 - Média do Custo da Energia no Abastecimento no Período	96
FIGURA 9 - Média da Contribuição na Receita por Zona no Período	97
FIGURA 10 - Diferença do Custo da Energia nos Sistemas no Período	98
FIGURA 11 - Diferença do Consumo da Energia nos Sistemas no Período	98
FIGURA 12 - Perda Média de Receita no Período	100
TABELA 13 - Zona 40 - Consumo Médio em m ³ /mês no Período 1993 - 1996	81
TABELA 16 - Zona 10 - Demanda Média por Unidade Consumidora	84
TABELA 17 - Zona 20 - Demanda Média por Unidade Consumidora	84
TABELA 18 - Zona 30 - Demanda Média por Unidade Consumidora	85
TABELA 19 - Zona 40 - Demanda Média por Unidade Consumidora	85
TABELA 20 - Média Total por Zona	86
TABELA 21 - Receitas e Despesas com Água e Energia - ano 1993	86
TABELA 22 - Receitas e Despesas com Água e Energia - ano 1994	87
TABELA 23 - Receitas e Despesas com Água e Energia - ano 1995	87
TABELA 24 - Receitas e Despesas com Água e Energia - ano 1996	88
TABELA 25 - Consumo de Energia Elétrica no Sistema Principal	88
TABELA 26 - Consumo de Energia Elétrica nos "Booster" do Sistema Principal	89
TABELA 27 - Consumo de Energia Elétrica no Sistema Principal + Booster	89

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Faixa de Tarifa Residencial.....	46
TABELA 2 - Faixa de Tarifa Comercial.....	47
TABELA 3 - Faixa de Tarifa Industrial.....	47
TABELA 4 - Alta Tensão.....	52
TABELA 5 - Classe Residencial.....	53
TABELA 6 - Outras Classes.....	53
TABELA 7 - Variação da Demanda.....	59
TABELA 8 - Características dos Bairros.....	64
TABELA 9 - Tipos de Instalações.....	69
TABELA 10 - Consumo Per Capita (l/dia).....	70
TABELA 11 - Dimensionamento por Consumo Estimado.....	70
TABELA 12 - Zona 10 - Consumo Médio em m ³ /mês no Período 1993 - 1996.....	72
TABELA 13 - Zona 20 - Consumo Médio em m ³ /mês no Período 1993 - 1996.....	74
TABELA 14 - Zona 30 - Consumo Médio em m ³ /mês no Período 1993 - 1996.....	77
TABELA 15 - Zona 40 - Consumo Médio em m ³ /mês no Período 1993 - 1996.....	81
TABELA 16 - Zona 10 - Demanda Média por Unidade Consumidora.....	84
TABELA 17 - Zona 20 - Demanda Média por Unidade Consumidora.....	84
TABELA 18 - Zona 30 - Demanda Média por Unidade Consumidora.....	85
TABELA 19 - Zona 40 - Demanda Média por Unidade Consumidora.....	85
TABELA 20 - Média Total por Zona.....	86
TABELA 21 - Receitas e Despesas com Água e Energia - ano 1993.....	86
TABELA 22 - Receitas e Despesas com Água e Energia - ano 1994.....	87
TABELA 23 - Receitas e Despesas com Água e Energia - ano 1995.....	87
TABELA 24 - Receitas e Despesas com Água e Energia - ano 1996.....	88
TABELA 25 - Consumo de Energia Elétrica no Sistema Principal.....	88
TABELA 26 - Consumo de Energia Elétrica nos "Booster" do Sistema Principal.....	89
TABELA 27 - Consumo de Energia Elétrica no Sistema Principal + Booster.....	89

TABELA 28 - Consumo de Energia Elétrica no Sistema Independente.....	90
TABELA 29 - Horas de Funcionamento do Sistema Principal.....	90
TABELA 30 - Média do Volume de Água Produzido Mensalmente no Sistema Independente em m ³ /mês no Período de 1993 - 1996	91
TABELA 31 - Volume de Água Produzido Mensalmente no Sistema Principal em m ³ /mês no Período de 1993-1996	91
TABELA 32 - Volume de Água Total Produzido Mensalmente em m ³ /mês.	92
TABELA 33 - Participação do Sistema Independente na Produção Total em Porcentagem	92
TABELA 34 - Valores Médios Globais Apresentados no Período 1993 - 1996	99

PS - Período Seco

PU - Período Úmido

UC - Unidade Consumidora

UFDR - Unidade de Faturamento de Demanda Reativa

UFER - Unidade de Faturamento de Energia Reativa

% - Porcentagem

LISTA DE SÍMBOLOS

LISTA DE ABREVIATURAS

CE	- Consumo Excedente
CL	- Consumo Limpo
CS	- Consumo Sujo
EEAB	- Estação Elevatória de Água Bruta
EEAT	- Estação Elevatória e de Adução de Água Tratada
ETA	- Estação de Tratamento de Água
FPS	- Fora de Ponta no Período Seco
FPU	- Fora de Ponta no Período Úmido
PS	- Período Seco
PU	- Período Úmido
UC	- Unidade Consumidora
UFDR	- Unidade de Faturamento de Demanda Reativa
UFER	- Unidade de Faturamento de Energia Reativa
%	- Porcentagem

OBJETIVO

LISTA DE SÍMBOLOS

CL	consumo limpo	$[m^3/mês]$
CS	consumo sujo	$[m^3/mês]$
Erro	erro por unidade consumidora	(%)

Através do algoritmo computacional apresentado será possível auditar um sistema existente, verificando pontos onde possa haver possibilidade de otimização e redução do consumo de energia elétrica, trazendo benefícios à população.

OBJETIVO

Este trabalho visa a elaboração de uma ferramenta para o cálculo e análise do consumo de energia elétrica, na produção e distribuição de água potável em sistemas de abastecimento de água para consumo da população de uma cidade.

Através do algoritmo computacional apresentado será possível auditar um sistema existente, verificando pontos onde possa haver possibilidade de otimização e redução do consumo de energia elétrica, trazendo benefícios à população.

Em estudo englobando um levantamento feito em diversas cidades do mundo. São citados alguns casos críticos, como por exemplo, o caso da seca na cidade de Fukuoka no Japão, que se assemelha muito com o caso estudado neste trabalho. Outro caso interessante é o da região da Calábria, no sul da Itália, entre outros. Dessa forma, foi possível entender que a crise da falta de água é um problema sério e que tende a se agravar a cada dia. Outro problema levantado é quanto ao consumo de energia. Quanto gasta-se de energia para a distribuição de água potável ao consumidor? Com essa pergunta, busca-se uma análise mais detalhada, desenvolvendo um algoritmo, em que é possível verificar o consumo de energia elétrica de um sistema de distribuição de água, o consumo de água potável em cada um dos bairros e a parcela incidente no orçamento total no estudo de caso, escolhida a cidade de Guaratinguetá, Estado de São Paulo - Brasil. Com isso, obtêm-se subsídios que permitem planejar e otimizar o sistema, evitando perdas e reduzindo o consumo de água e energia, diminuindo os gastos da população.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo de energia, Sistema público de abastecimento de água

PERRENOUD, R. L. C. *Consumo de energia elétrica na análise de um sistema municipal de abastecimento de água potável.* Guaratinguetá, 1998.122p. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia, Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT:

RESUMO

Para se ter uma visão atualizada e aprimorada da situação da água potável, foi realizado um estudo englobando um levantamento feito em diversas cidades do mundo. São citados alguns casos críticos, como por exemplo, o caso da seca na cidade de Fukuoka no Japão, que se assemelha muito com o caso estudado neste trabalho. Outro caso interessante é o da região da Calábria, no sul da Itália, entre outros. Dessa forma, foi possível entender que a crise da falta de água é um problema sério e que tende a se agravar a cada dia. Outro problema levantado é quanto ao consumo de energia. Quanto gasta-se de energia para a distribuição de água potável ao consumidor? Com essa pergunta, busca-se uma análise mais detalhada, desenvolvendo um algoritmo, em que é possível verificar o consumo de energia elétrica de um sistema de distribuição de água, o consumo de água potável em cada um dos bairros e a parcela incidente no orçamento total no estudo de caso, escolhida a cidade de Guaratinguetá, Estado de São Paulo - Brasil. Com isso, obtêm-se subsídios que permitem planejar e otimizar o sistema, evitando perdas e reduzindo o consumo de água e energia, diminuindo os gastos da população.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo de energia, Sistema público de abastecimento de água

PERRENOUD, R. L. C. *Consumption of eléctrica energy in analysis of one system of drinkable water in a city.* Guaratinguetá, 1998.122p. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia, Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista.

1.1 Introdução

ABSTRACT:

Hoje em dia, fala-se muito em energia, envolvendo palavras como: In order to have an actual and specific view concerning the critical situation of drinking water in the world. A study was carried out taking into consideration some big cities in the world. Some cases are cited here, i.e., the drought in Fukuoka, Japan, very similar to the case studied in this study. Another interesting case, is that one of Calabria, in the south of Italy. It was possible to assess that the lack of water is a serious problem which tends to be serious and serious. Another aspect involved, is the energy consumption. How much energy is used to distribute drink water to the consumer? From this question on, we have sought for a more detailed analysis through an algorithm in which it is possible to check out the electric energy consumption in a water distribution system as well as the drinking water consumption in each of the neighborhood of the city and its role on a total budget in a study of case, changing Guaratinguetá city, São Paulo State, Brazil. Taking all of these into consideration it is possible to optimize and plane the system; thus, reducing water and electric energy consumption and eventually saving the public money.

KEYWORDS: *Consumption of energy, System of drinkable water*

Capítulo 1

1 Gerenciamento Integrado de Água em Áreas Urbanas

1.1 Introdução

Hoje em dia, fala-se muito em energia, envolvendo palavras como: racionamento, falta, consumo, etc. Sabe-se que as fontes de energia são finitas na natureza e que estamos perto de uma crise nesse setor. A falta de energia elétrica já ameaça as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país. Os motivos são: os baixos investimentos e o crescimento do consumo. No primeiro semestre do ano de 1995, o consumo de energia elétrica nas regiões Sul e Sudeste cresceu 9,5% em relação aos seis primeiros meses do ano anterior, contra uma previsão de 4%, e este percentual continuou crescendo.

O Plano Decenal de Expansão 1995-2004, elaborado sob coordenação da Eletrobrás, previa necessidade de investimentos de cerca de US\$ 6 bilhões por ano até 2004, e um crescimento anual médio no consumo de 4,6%. No entanto, nem a metade do previsto foi investido. A falta de recursos significa atraso na construção de usinas hidrelétricas e termelétricas e, conseqüentemente um racionamento poderá ser necessário.

Por outro lado, surge ainda um outro fator a ser levado em consideração: os recursos de água. A FAO, organização da ONU para alimentação e agricultura, liberou em 1994, um estudo, que apresenta preocupação sobre o aumento da demanda de água, mesmo para o Brasil, que possui enormes recursos hídricos. O crescimento da população, mas muito mais intensamente, a poluição dos mananciais de superfície e estoques subterrâneos, acena com futura falta de um bem fundamental para a manutenção da vida.

Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) mostraram que o Brasil dispõe de uma oferta de 46.631 m³ de água por habitante/ano. Esta quantia é enorme, comparada aos outros países do mundo, no entanto, a particularidade brasileira é que a maior parte desses estoques está relativamente longe, distante das concentrações urbanas ou em estoques subterrâneos. Isto faz com que energia deva ser utilizada, para colocar à disposição da população quantidade suficiente de água em condição de potabilidade.

Quanta água desperdiça-se em um sistema de saneamento por culpa de vazamentos nas redes ou por ineficiência da micromedição? Qual pois o motivo para não se pagar a água, desde que sua distribuição seja feita por um serviço regular?

Estas dúvidas não podem subsistir, ou seja, todo consumidor deve pagar, por medida, o que compra. A eletricidade faz parte desse custo, e a sua porcentagem deve ser determinada.

Assim sendo, será feita uma análise da situação do sistema de abastecimento de água da cidade de Guaratinguetá, buscando melhorias nas condições atuais.

1.2 Mudanças e Interações no Futuro da Água

O desenvolvimento da tecnologia, causou significantes mudanças nas condições das áreas urbanas e contribuiu para o desenvolvimento de pesquisas. Entretanto, um preço muito alto, expresso em custo e recursos naturais, tem sido pago por este progresso. Um pensamento, formado antigamente, definiu que um caminho “normal” e “aceitável” na solução de problemas relacionados a água e saneamento, ainda é válido. Este fato resultou numa enorme consequência, pois um grande número de pensadores tradicionalistas, isto é, técnicos experientes, professores e pessoas responsáveis pelas tomadas de

decisões estavam desgostosos em admitir que a sociedade estava mudando, e o desenvolvimento das cidades seria economicamente, devastador.

Tradicionalistas ou Conservadores dizem: “O desenvolvimento do mundo mostrou um caminho onde as condições sanitárias (água e esgoto) deveriam ser organizadas de uma forma não poluidora”. Por exemplo: em Estocolmo, uma cidade grande, onde se pode encontrar salmão no centro da cidade, a água é tão limpa que você pode banhar-se e praticar esportes aquáticos. Este é o resultado de uma política rígida na construção das estações de tratamento de água e na eficiência em purificar a água de toda cidade. Se existe algum problema a mais, pode ser solucionado por um projeto adicional, planejado anteriormente.

A linha não tradicionalista, diz: “Métodos de alta tecnologia para o tratamento tradicional de água e esgoto são muito caros em termos de dinheiro, recursos naturais e energia”. Eles esgotam os recursos naturais do mundo. Eles surgiram de uma velha filosofia de diluição, resultando no escoamento de material aberto e na poluição global. Essa tecnologia não pode ser considerada como uma alternativa viável de desenvolvimento mundial, pois a introdução desta tecnologia para todas as pessoas que necessitam de rede de esgoto e de redes de distribuição de água, isto é, cerca de 90% da população urbana mundial, comprometeria grande parte dos recursos naturais existentes e poderia trazer problemas ambientais nas áreas mais remotas do mundo.

A maioria dos cientistas envolvidos nesse estudo, concorda que condições sanitárias e higiênicas, não podem ser consideradas separadamente. Existe uma conexão vital entre a tecnologia usada e a tecnologia de sustentação, entre a deterioração da qualidade da água e a escassez da água, entre uso da água e produção e conservação de energia.

O mundo industrializado tem investido somas em dinheiro e recursos na tecnologia tradicional no tratamento e na distribuição de água, e isso continua sendo feito através de facilidade adicionais. Enquanto isso,

problemas com impacto ambiental por emissão de produtos químicos no ar, terra e água aumentam de tamanho. Por exemplo: a cidade de Nova York gastou 700 milhões de dólares na construção de 8 grandes estações de tratamento de resíduos e tem planos para 4 novas estações de tratamento.

A média de crescimento da população mundial entre 1960 e 1990, foi de 75%, mas na Ásia, onde o crescimento foi mais rápido, essa taxa atingiu 158% e na África, cerca de 135%. No ano de 1994, a população mundial era de 5479 milhões. Na África, a previsão para o ano 2020 é que 70% das pessoas estarão vivendo nas cidades.

Problemas das megacidades, isto é, cidades com mais de 10 milhões de habitantes, podem ser colocados no topo dos problemas ambientais do mundo de hoje. A maioria deles é em torno da água. Os problemas da água crescem rapidamente, resíduos de municípios e indústrias são despejados no meio ambiente, e a infra-estrutura para o tratamento é insuficiente.

Cerca de metade da população mundial vive nas cidades hoje em dia, e projeções mostram que no ano 2000, o número de pessoas nas cidades deverá ser duas vezes maior que a população rural. O número das megacidades deverá crescer para 23,8%. O número de cidades com população superior a 5 milhões de habitantes, subirá para 60. Há cidades na África que crescem mais de 10% ao ano, e esse crescimento está ficando fora de controle. Cerca de 80% dos moradores de Addis Abeba e 70 % dos moradores de Calcutá, vivem em áreas sem água potável e sem nenhuma condição sanitária.

A miséria da população urbana nas megacidades, faz da falta de condições sanitárias e de tratamento adequado de resíduos, um grande problema de impacto ambiental. Assim, a perda de resíduos como o fósforo, nitrogênio e carbono, poderia ser usada na agricultura, ao invés de poluir rios.

O crescimento das cidades, resultando em miséria pode, ironicamente, ter ocorrido para o bem do mundo industrializado. Durante 50 anos, os esforços internacionais eram dirigidos para a efetivação da agricultura em

países em desenvolvimento, surgiam novas rotinas na agricultura e um aumento massivo na área de irrigação. Esses métodos e técnicas nem sempre estão de acordo com o clima local, assim como as condições de estrutura social, religião e tradição. Depois dos crescimentos industrial e da produtividade, resultados a longo prazo desses programas de ajuda, nem sempre foram satisfatórios. Ao contrário, estatísticas mostram que 25% do total de área agrícola do mundo decresceu de produtividade devido a impactos humanos.

As cidades que crescem sem nenhum controle, tem como resultado, miséria e poluição ambiental. Para mudar esta situação, organizações internacionais, começaram na década de 70 a investir grandes somas em suprimentos de água, saneamento e tratamento de resíduos nos países em desenvolvimento. O total do custo da água e saneamento foi estimado em 60 bilhões de dólares no ano de 1986. Mais tarde, a estimativa de custos somente para a América Latina somava 20 bilhões de dólares entre 1986 - 1990.

Estima-se que no ano 2000 cerca de 6 bilhões de pessoas irão viver em áreas costeiras. A água na costa, constitui um complexo geralmente produtivo do ecossistema, que é berço de toda vida biológica da Terra.

No sudoeste da Ásia e ao redor das ilhas do Caribe, cerca de 70 - 80% do manancial desapareceu durante os últimos 40 anos.

Em muitas cidades a água excedente sem tratamento é liberada para o mar. O exemplo mais conhecido é Ipanema (RJ), que libera 6 m³/s de água residual para cada 2,4 metros de canalização. No futuro, essa capacidade será duas vezes maior (Niemiczynowicz, 1995).

Países que estão desenvolvendo-se rapidamente como a Malásia, a Tailândia e a Coréia do Sul, tentam copiar a tecnologia ocidental e aplicar as soluções tradicionais.

Para a maioria das cidades de países menos desenvolvidos, como na África e na Ásia, o tratamento com tecnologia tradicional, está muito distante



do potencial econômico. As pessoas tentam encontrar soluções novas e mais baratas de acordo com o ambiente.

Defrontando a necessidade, a vontade e a capacidade de resolver problemas em um plano central, as pessoas começam a organizar-se, e em alguns casos, têm obtido sucesso em um plano local pelo aumento da iniciativa e usando conhecimentos e soluções locais. Em Amman, na Jordânia, reservatórios de estabilização são usados com sucesso no tratamento de 57.000 m³/dia e o efluente é usado para irrigar plantações cítricas e oliveiras. Em Calcutá, está outro exemplo de custo baixo no tratamento de águas residuais e da alta produtividade na agricultura.

Tecnologias antigas, desenvolvidas durante séculos, tem sido abandonadas em nome da “civilização” e do “progresso”. A maioria dos problemas nesses países se origina em assumir erroneamente que as soluções ocidentais eram superiores àquelas previamente existentes. Medidas deveriam ser tomadas para introduzir em pequena escala, tecnologia de baixo custo baseadas nas tradições locais (Niemczynowicz, 1995).

1.3 A Situação da Água em Diversas Regiões do Mundo

1.3.1 Gerenciamento de Recursos Hídricos: O Papel do Órgão Gestor no Estado de São Paulo

A água é essencial a vida, constituindo-se em elemento necessário para quase todas as atividades humanas. Presta-se para múltiplos usos: abastecimento doméstico, uso industrial, irrigação de culturas agrícolas, geração de energia elétrica, navegação, recreação, piscicultura, aquicultura, pesca e, até mesmo para a assimilação e transporte de esgotos. É portanto, bem precioso que deve ser protegido, conservado e bem utilizado.

A água é um recurso natural renovável, porém finito. Renovável pelos processos do ciclo hidrológico. Finito, pois a sua quantidade total envolvendo os oceanos, os rios, os lagos, o subsolo, as geleiras e as nuvens, é constante. Apesar da sua quantidade ser constante, a água distribui-se de maneira irregular, no tempo e no espaço, em função das condições geográficas, climáticas e meteorológicas. As variações sazonais são bastante significativas, podendo ocorrer eventos extremos, de grandes cheias e estiagens prolongadas.

Em condições naturais a água pode sofrer alterações quer na sua quantidade como na qualidade. Porém as alterações mais significativas ocorrem por conta da ação do homem que a utiliza para suprimento das demandas urbanas, das indústrias, da agricultura, além das alterações devido ao uso do solo, urbano e rural. O lançamento de resíduos nos corpos d'água é causa de poluição e obstrução. A erosão do solo provoca o assoreamento dos cursos d'água.

Quando a água ocorre em abundância, os problemas relativos aos usos da água não se manifestam de forma clara, porém, com o crescimento das demandas, quando há alta densidade demográfica e a ocupação inadequada do solo, principalmente o urbano, com o desmatamento, a urbanização, e a impermeabilização, pode acarretar situações extremas de enchentes provocando as inundações das áreas ribeirinhas.

Para que a água possa então ser utilizada e controlada em padrões satisfatórios pelo homem, quer pela geração atual como pelas gerações futuras, ela precisa ser gerida de forma adequada, como um bem público.

Gerir a água, ou promover o gerenciamento dos recursos hídricos é, então, a forma pela qual se pretende equacionar e resolver as questões relativas à escassez e aos eventos críticos.

O aproveitamento e o controle dos recursos hídricos necessita ser planejado e administrado. Planejado no sentido de que precisa ser definido um conjunto de procedimentos organizados que visem ao atendimento das



demandas, através de uma análise prospectiva dessas demandas ao longo do tempo e das disponibilidades de água e a sua alocação entre os múltiplos usos, de forma a evitar-se os conflitos entre usos e usuários, além das medidas de combate e controle dos eventos críticos, de forma a obter-se os máximos benefícios econômicos e sociais. Administrado no sentido de que precisam ser definidos os meios que possibilitem implantar as obras e medidas recomendadas pelo planejamento, ou seja, um conjunto de ações necessárias para tornar efetivo o planejado.

O gerenciamento dos recursos hídricos é, portanto, um conjunto de procedimentos integrados de planejamento e administração.

O Estado de São Paulo, abriga cerca de 33 milhões de habitantes e a densidade demográfica é de 135 hab/km^2 . Num raio de 150 km com centro na cidade de São Paulo, a densidade demográfica supera 500 hab/km^2 , muito superior às densidades demográficas de países como Alemanha, Inglaterra, Itália, e Japão. As projeções existentes indicam que o Estado terá entre 40 e 50 milhões de habitantes no ano 2010, mantendo-se a grande concentração demográfica em torno da cidade de São Paulo.

A parte leste do Estado, vem apresentando crescimento significativo e necessita de uma ordenação do espaço para evitar que se multipliquem os níveis de desconforto hoje existentes na Grande São Paulo. A porção restante, a oeste do Estado, é essencialmente agrícola com um setor industrial bastante incipiente necessitando de estímulos voltados à sua dinamização.

O Estado de São Paulo, ocupa uma área aproximada de 248.000 km^2 , e sua maior parte está situada na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, onde se encontram os maiores rios do Estado: Tietê, Paranapanema, Grande, Mogi-Guaçu e Pardo. A outra parte é ocupada pelas bacias hidrográficas de rios da Vertente Atlântica, onde se destacam os rios Ribeira do Iguape, Paraíba do Sul e Cubatão.

Essa malha hidrográfica permite ao Estado uma disponibilidade hídrica superficial global de $3.140 \text{ m}^3/\text{s}$. Com as obras de regularização de vazões atualmente existentes, é possível contar-se com aproximadamente $2.105 \text{ m}^3/\text{s}$, ou 67% da vazão média global. Caso não existissem essas obras de regularização, a disponibilidade média nos períodos de estiagem seria da ordem de $890 \text{ m}^3/\text{s}$ (28% da vazão média).

O potencial de água subterrânea pode ser considerado muito bom, em pelo menos dois terços do Estado, pois nem todas as formações geológicas são favoráveis a sua exploração. O escoamento básico que aflui aos rios, após percolar pelos aquíferos subterrâneos, é estimado em $1.285 \text{ m}^3/\text{s}$, dos quais $210 \text{ m}^3/\text{s}$ são potencialmente exploráveis através de poços profundos.

As demandas de água do Estado atingem $374 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo $107 \text{ m}^3/\text{s}$ para abastecimento urbano, $111 \text{ m}^3/\text{s}$ para uso industrial e $156 \text{ m}^3/\text{s}$ para irrigação. Portanto, cerca de 16% da disponibilidade hídrica estadual são utilizadas e 8% são consumidos por evapotranspiração, por incorporação aos produtos ou absorção pelas culturas irrigadas. De acordo com as hipóteses de crescimento do uso da água, no ano 2010, o Estado estará utilizando $524 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo $141 \text{ m}^3/\text{s}$ no abastecimento urbano, $133 \text{ m}^3/\text{s}$ nas indústrias e $250 \text{ m}^3/\text{s}$ na irrigação, representando 25% da sua disponibilidade hídrica. (DAEE - SP, 1997)

Em termos de qualidade das águas já se conseguiu razoável evolução no controle das fontes industriais de poluição das águas no interior do Estado, especialmente das de açúcar e álcool. Entretanto não havendo orientação na localização de novas indústrias, as suas cargas poluidoras poderão situar-se acima da capacidade de assimilação pelos corpos d'água. O tratamento de esgotos urbanos quase inexistente. Em consequência, as situações mais críticas de degradação da qualidade das águas ocorrem na Região Metropolitana de São Paulo (Alto Tietê) e em trechos dos rios Tietê, Jundiaí, Capivari, Sorocaba, Piracicaba e Paraíba do Sul.



Quanto a poluição dos aquíferos, estes são naturalmente melhor protegidos dos agentes contaminadores do que os rios, mas o processo de poluição é lento, podendo levar anos para que seus efeitos sejam detectados. A ocupação urbana crescente, a disposição inadequada de resíduos sólidos, a exploração industrial e a escalada agrícola, com uso acentuado e indiscriminado de agrotóxicos, são também os principais fatores de risco à poluição das águas subterrâneas do Estado.

A grande concentração urbana e industrial leva a uma ocupação desordenada e conflitiva do solo, principalmente nas áreas baixas, provocando, em consequência, graves problemas de inundações, como é o caso da Região Metropolitana de São Paulo e de alguns núcleos urbanos no Estado. Nas áreas rurais, as inundações de grande porte são menos freqüentes, mas também estão associadas à ocupação desordenada ou manejo inadequado do solo; destacam-se, nesse caso, as inundações na bacia do rio Ribeira de Iguape e em algumas áreas a jusante de reservatórios.

O Estado de São Paulo é o principal centro consumidor de energia elétrica do país, respondendo por aproximadamente 55% do consumo da Região Sudeste e 40% do consumo brasileiro. A capacidade hidrelétrica instalada total do Estado é de 10.105 MW. Após a conclusão das usinas hidrelétricas da Porto Primavera, Rosana, Taquaruçú, e Três Irmãos, estará encerrado no Estado, o ciclo de construção das grandes usinas hidrelétricas. O potencial remanescente é hoje estimado em cerca de 2.800 MW, constituído em sua maior parte por aproveitamentos de pequeno e médio porte, de até 50 MW. O déficit de energia elétrica será crescente e atingirá, no ano 2010, cerca de 10.00 MW médios de energia e 13.200 MW de ponta. Deverão ser buscadas soluções próprias para reduzir o risco de déficit, aproveitando-se do potencial hidrelétrico remanescente e da complementação térmica. Da mesma forma, as usinas reversíveis poderão ser também importantes no atendimento da ponta junto aos grandes centros consumidores.



1.3.2 Quarenta Anos de Gerenciamento de Água Urbana na Calábria - Itália



FIGURA 1 - Região da Calábria - Itália

A Calábria é uma região peninsular formando o bico da bota da Itália. Tem 250 Km de extensão, e 30 Km de largura. A área tem cerca de 15.000 Km² e somente 10% do território é plano. O clima é temperado e os rios, têm declives muito elevado, com regime torrencial. Economicamente, é uma das regiões mais pobres de toda a Europa.

O sistema de água urbano foi criado no começo do século, e desenvolveu-se principalmente nos últimos quarenta anos. O processo de construção e gerenciamento de água, foi feito sob observações críticas dos sucessos e falhas de outras regiões na área do mediterrâneo.

Imediatamente depois do fim da Segunda Guerra Mundial, era urgente a necessidade de criação de um sistema industrial no sul da Itália, porém, com a competição internacional do mercado industrial, as empresas se fixaram no norte do país.

Por volta do final do último século, foi emitido o primeiro decreto para a proteção das fontes de água, mas somente por volta de 1960, foi feito o primeiro projeto para a identificação das diferentes fontes a serem utilizadas para regularizar a distribuição de água, e em 1994, foi emitida uma lei para o gerenciamento da água urbana.

O sistema atual de distribuição de água regional é feito em consequência de fases políticas e econômicas que estão em operação de tempos em tempos.

As primeiras redes de distribuição de água de algumas cidades, foram construídas na Calábria no fim do último século. As condições sanitárias na época eram muito precárias. Doenças infecciosas como cólera e febre tifóide ocorriam frequentemente. A possibilidade de contaminação da água era devido as condições de vida.

A água vinha das nascentes das montanhas e era da melhor qualidade. O material da rede de distribuição (canalização), era feito de ferro fundido e os acessórios eram de boa alvenaria. Hoje em dia, muitos desses sistemas ainda estão funcionando, apesar de apresentarem uma importância pequena no contexto recente do trabalho de distribuição hídrica.

Entre 1900 e 1920, houve a necessidade de se construir uma rede de esgoto e ampliar as condições sanitárias, pois um volume cada vez maior de água era necessário para atender o crescimento populacional.

O sistema de esgoto era de alvenaria, com seções semicirculares ou retangulares, coberto com grandes pedras. Havia poucos poços de inspeção. Muitos dos sistemas de esgoto construídos naquele tempo ainda se encontram em funcionamento nos centros urbanos.

Os trabalhos eram financiados pelos próprios municípios ou por programas nacionais. Tecnologia e procedimentos administrativos eram os mesmos em todo o território italiano.

Depois da Segunda Guerra Mundial, a principal atividade no campo de distribuição de água e de condições sanitárias era realizada pela “Agência Nacional de Desenvolvimento do Sul da Itália”. De acordo com os programas nacionais, a agência começou a construção de um grande sistema de distribuição de água e de um reservatório que serviria a vários propósitos.

Os principais recursos eram de fontes, mas aos poucos foram integrando-se as águas subterrâneas.

A construção do sistema de esgoto era feita da mesma forma e por volta de 1970, quase toda a população da região era servida por um sistema de esgoto por gravidade.

A construção das estações de tratamento começou com uma tecnologia simples, baseada principalmente em filtração e sedimentação.

Por volta de 1980, a responsabilidade pela construção e pelo gerenciamento do sistema de água, passou a ser regional.

Entre 1980 e 1990, o sistema de distribuição de água tornou-se mais complexo, incluindo fontes subterrâneas, estações de bombeamento, mananciais de superfície, reservatórios e estações de tratamento de água.

O principal esforço deste final de século é voltado à integração do sistema de distribuição de água nas formas de utilização da água, incluindo reservatórios para irrigação. Na zona costeira da região, as construções de estações de tratamento estão aceleradas, de modo a dar condições de desenvolvimento turístico.

A média anual global de precipitação de chuva na Calábria é de cerca de 1000 mm/ano, 20% maior que a média nacional, isto é hidrologicamente suficiente para satisfazer a demanda de água civil, mas a região não resolveu ainda, em definitivo, os problemas de distribuição e abastecimento de água.

Essas razões podem ser resumidas da seguinte forma: a área da região é muito extensa se comparada com a população, e prevalecem as montanhas dispersando as pequenas cidades; a política de investimentos coordenados foi

introduzida somente depois da Segunda Guerra Mundial; o abastecimento e o gerenciamento da distribuição de água é, freqüentemente inadequado, devido a coexistência do transporte regional da água até cidades muito pequenas. Com isso, atinge-se baixo nível de controle e eficiência.

A rede de distribuição da região é fortemente baseada em estações de bombeamento, abastecendo cerca de 63% do volume total. Por outro lado a complementação dos reservatórios não é imediata, estando muito além dos investimentos requeridos. A definição deste problema é crucial para a distribuição de água da região, a qual deveria ser refeita incluindo demandas de água à população e agricultura, em um único projeto. A integração do uso múltiplo dos sistemas de água, deve ser introduzida, incluindo aspectos gerenciais e industriais.

Depois da Segunda Guerra Mundial, a demanda de água civil estava limitada devido a condição geral de vida pobre da população que era devotada a uma atividade agrícola tradicional e dispersa em pequenos centros rurais.

Baseado na demografia oficial de 1951, 80% da população era servida pelo abastecimento público de água com uma produção de 1300 l/s. O consumo medido de 70 l/hab/dia, era provavelmente maior, somando-se os recursos não quantificados das fontes de abastecimento direto nas áreas rurais.

No fim de 1960, a produção de água era de 4000 l/s no total, e atendia uma população com cerca de 2.100.000 habitantes, que consumia uma média de 165 l/hab/dia.

Até 1980, o sistema de abastecimento de água se expandiu e em 1993, a produção de água era de 11.500 l/s, 7.500 dos quais, de fontes regionais e 4.000 de fontes do município (Calomino et al., 1996).

A tecnologia atual inclui o uso de tubos de ferro fundido e aço na tubulação principal, e recentemente, tubos de PVC para a distribuição na rede.



Neste final de século a demanda estimada de água é de 9.300 l/s, mas no verão chega a cerca de 14.000 l/s. Atualmente, durante o verão existe cerca de 20% de déficit, em média, em relação a demanda de água.

Existem 42 sistemas regionais de distribuição e centenas de pequenos sistemas locais.

Apesar do alto valor do volume diário individual, as condições não permitem uma eficiência completa do serviço: o sistema de distribuição é em muitos casos inadequado a demanda de água, em consequência das mudanças nas condições de vida; o preço da água é, em geral, muito baixo (em média, cerca de US\$0,33 o m³); a disponibilidade de algumas fontes depende das variações sazonais.

Por estas razões, uma nova concepção de todo o sistema está em estudo. Primeiramente será necessário uma investigação exata de como essa demanda de água deveria funcionar, levando-se em consideração, todo o uso no contexto urbano. Será necessário estudar a demografia da região, considerando o deslocamento da população no verão.

Isso será importante para integrar o sistema de abastecimento de água, com o da irrigação, para otimizar o uso dos reservatórios. As autoridades deveriam ser responsáveis pela operação e conservação do sistema, assim como da reconstrução e reconstituição da rede. Isto parece ser possível com a intervenção da iniciativa privada, como concedido por uma lei nacional (Calomino et al., 1996).

1.3.3 A Crise da Água em Bangladesh: Uma Mudança no Gerenciamento Integrado da Água nas Áreas Urbanas.

A região dos rios de Bangladesh está localizada na parte inferior da Bacia de Ganges-Brahmaputra, a maior planície agrícola do mundo, entre os paralelos 20,5° a 27° N e longitudes 88° a 93° E. Bangladesh é rodeada pela

Índia por todos os lados exceto no sul. Existe uma pequena divisa com Myanmar no lado sudoeste do país.

Bangladesh tem uma área de 143.998,82 Km². Tem uma população de 117 milhões de pessoas, é o oitavo país mais populoso do mundo. A densidade populacional é de 812 hab/Km². Bangladesh ocupa o terceiro lugar em termos de área cultivada (9% da média mundial) e o quarto lugar em termos de produção (5% da produção mundial). Bangladesh é plana no geral, exceto por uma pequena parte no sul conhecida como Hagong Hilltracts. Bangladesh tem seis estações por ano. Elas são: verão (meados de abril a meados de junho), estação das chuvas (meados de junho a meados de agosto), outono (meados de agosto a meados de outubro), pós-outono ou pré-inverno (meados de outubro a meados de dezembro), inverno (meados de dezembro a meados de fevereiro), primavera (meados de fevereiro a meados de abril). Apesar de chover por quase seis meses, o auge da estação chuvosa é maio e junho. A precipitação anual do país é de 2,32 metros. A temperatura alcança 10° C em dezembro-janeiro e 35° C em abril-maio. Arroz e peixe são a comida típica do país.

Bangladesh é descrito como uma rede extensiva de 250 rios. Essa malha fluvial, considerada a terceira fonte mundial de descarga de água doce no oceano, é formada por Ganges a noroeste, Brahmaputra ao norte e Meghna e leste. Somente a *Amazônia no Brasil*, e Congo na África, têm uma descarga maior que o sistema de rios de Bangladesh. O fluxo anual de Ganges e Brahmaputra é de 759 bilhões de m³, o qual é suficiente para colocar 14,4 milhões de hectares de terra (0,14 milhões de Km²) de Bangladesh debaixo de 5,52 metros de água.

A Bacia do Ganges se estende por 1/3 do país, isto é, 150.000 Km². Cerca de 40 milhões das pessoas mais pobres do mundo vivem na Bacia do Ganges. A terra agricultável tem cerca de 24.292 Km². O depósito anual de sedimentos na Baía de Bengal é de 1.130 toneladas por cada Km². Bangladesh tem 54 rios em comum com a Índia.



Atualmente, 16,4% da população total de Bangladesh vive em cidades e vilas. Até 2020, o número de moradores será de 65 milhões. Durante 1970-1990, o aumento da população urbana foi de 9%.

As fontes de água nas áreas urbanas são açudes e poços artesianos. Certamente que a última fonte é a de água subterrânea. O nível de água nos açudes oscila com a variação das águas subterrâneas. Na cidade de Rajshahi, 55% da população usa água de poços artesianos e 45% da população usa água abastecida por rede de distribuição.

Bangladesh é conhecida no mundo ocidental como a terra das calamidades naturais, como enchentes e tornados. Adicionalmente, Bangladesh é vítima de calamidades causadas pelo homem, como a escassez de água. A água dos rios e a água oriunda da estação chuvosa, forma a fonte de água de superfície de Bangladesh, a qual tem sido usada na agricultura, piscicultura, irrigação, reflorestamento, transporte, limpeza e condições sanitárias. Por cerca de duas décadas, a Índia vem negligenciando as “Leis Internacionais de Rios” , o “Regulamento de Helsinki” de 1966 (artigos IV e V), e a lei internacional do uso não navegável dos cursos d’água. O ecossistema na Bacia, subsistia no fluxo do Ganges entre 3.172 m³/s durante a estação de cheia, para 1.726 m³/s durante a estação de seca. Em 1974, a Índia, como uma justificativa para a manutenção da navegabilidade para o porto de Calcutá, na província de West Bengal, construiu uma barragem no Ganges a 18 Km a montante da fronteira de Bangladesh em um local chamado Farakka. Porém, o porto de Calcutá é localizado a 160 milhas a montante da barragem de Farakka. A Índia construiu um canal de alimentação para transporte de água, em Bhagirathi, como um tributo do Ganges. A capacidade máxima de alimentação do canal é de 1.133 m³/s. Esse desvio da Índia diminuiu em 25% o fluxo de água da Bacia, causando seca nos rios, canais, açudes, diques e o mais importante, tem diminuído a água subterrânea.



Rios, canais, planícies inundadas, açudes, entre outros, eram fontes de água na superfície. O abastecimento inadequado de água, fizeram com que esses recursos secassem mais cedo.

O Ganges diminuiu seu volume e o número de áreas secas aumentou mais de sete vezes em oito anos, depois da operação Farakka ter começado.

A população urbana vem utilizando água escavada artificialmente de açudes, para uso como banho, cozinhar, lavar, higiene e outros propósitos domésticos. Agora os açudes também estão secos, ou com nível de água baixo e contaminado. Cerca de 75 açudes de diferentes tamanhos são inspecionados. Um açude de tamanho médio (18m x 30m x 3m) deveria abastecer 4.000 pessoas. O mesmo número de pessoas necessita de 288 m^3 de água por dia, para preencher as suas necessidades básicas de uma média diária de demanda de $0,072 \text{ m}^3$ (Miah, 1995).

1.3.4 Gerenciamento Integrado dos Recursos de Água na Área Metropolitana de Fukuoka - Japão

A cidade de Fukuoka está localizada na parte norte de Kyushu, Japão ocidental, a $33^{\circ}35'$ ao norte e $130^{\circ}24'$ a leste. A área da cidade é de 337 Km^2 e população de 1,25 milhões. A área metropolitana de Fukuoka consiste da cidade de Fukuoka e 20 municípios ao redor. A área total é de 1.156 Km^2 e a população total era de 2,02 milhões até outubro de 1991. Moradores da cidade de Fukuoka somam cerca de 62% da população total na área metropolitana, e em adição, outros 8% são concentrados na cidade durante o período do dia. A população está aumentando constantemente. Tem um clima moderado, e não há registro de terremoto rigoroso ou enchente. A média anual de temperatura é de 15 a 16° C e a precipitação anual é de 1800mm com pouca neve. Devido a ventos sazonais, o verão é próximo a estação das chuvas e existe uma estação dos tufões.

A seca de Fukuoka ocorreu em 1978, tendo sido cortado 19 horas de abastecimento de água diariamente na pior situação. A seca mostrou que a região é vulnerável a escassez de água, a não ser que o gerenciamento e o desenvolvimento dos recursos hídricos, sejam projetados propriamente para acomodar o crescimento da demanda da população e da indústria. O impacto foi tanto, que repentinamente, cidadãos e autoridades foram forçados a entender a importância da água, e perceberam que a água é um recurso limitado. A área metropolitana de Fukuoka, por exemplo, tem uma desvantagem geográfica e o abastecimento de água tem que contar com pequenos rios e recursos de água subterrânea limitados. Assim esta área está sempre exposta a uma seca potencial, especialmente nos pequenos municípios ao redor da cidade de Fukuoka.

No Japão, o planejamento dos recursos hídricos é orientado para uma seca que é esperada a cada dez anos. O sistema hídrico é gerenciado por uma organização pública, e em geral, cada município é responsável pelo abastecimento de água dos seus moradores. Pela lei, o sistema hídrico de cada município deve ser operado a base de recurso próprio, assim cada município tem que estabelecer a própria tarifa de água, para fazer no final, a compensação entre desenvolvimento da água e gerenciamento de custos.

A fonte de abastecimento de água na área metropolitana de Fukuoka é de 87% de água da superfície, 3% de água extraída diretamente do leito dos rios e 10% de água subterrânea. Entretanto essa porcentagem para a cidade de Fukuoka é de 95%, 4% e 1% respectivamente, a qual indica que a capacidade de abastecimento através de fontes de água subterrânea é extremamente pequena, ao passo que a razão para os municípios da região metropolitana é de 66%, 1%, e 33%, indicando uma taxa razoavelmente alta para as fontes de água subterrânea. Uma razão para o baixo uso de água subterrânea na cidade de Fukuoka, é que o aquífero é tão fino e pequeno, que a sucção de água salgada pode ocorrer, quando muita água subterrânea é bombeada. Outra

razão, é o atual problema de poluição na água subterrânea causada por pesticidas e herbicidas. Além do mais, não há um grande rio na área metropolitana de Fukuoka, somente vários pequenos rios.

Desde o início do serviço de abastecimento de água na cidade de Fukuoka em 1923, tem-se realizado projetos de expansão, devido ao crescimento da população e da indústria, o grande número de expansão de projetos mostra os esforços que a cidade tem feito para desenvolver e utilizar eficientemente os escassos recursos de água.

O crescimento da demanda de água nas áreas com recursos hídricos escassos, desenvolvem idéias inovativas que têm sido realizadas. Também, vários tipos de medidas tem sido introduzidas, para atender o alto crescimento da demanda de água. Projetos de gerenciamento e desenvolvimento desses recursos de água implantados principalmente na cidade de Fukuoka são descritos a seguir:

- Preservação e Florestamento nas áreas de Infiltração - áreas de mata tem uma função positiva no armazenamento das águas de chuva infiltradas no solo e escoamento moderadamente rápido. Com o desmatamento, ocorre a deterioração da qualidade da água em reservatórios. Portanto, as autoridades criaram um fundo especial para preservar e reflorestar as matas que servem como áreas de infiltração desde 1980.
- Desenvolvimento de Açudes:

1. Crescimento do Reservatório - Esse tipo de água armazenada, vem de rios durante a época que não é necessário fazer irrigação. As represas de Kubaru e Nagatani são exemplos disto. A área de armazenamento dessas represas é muito pequena e quase corresponde a área de superfície do reservatório. Esse tipo de represa não é eficiente para coleta de água de chuva, mas funciona bem na cidade de Fukuoka.



2. Dragando o Leito das Represas - Por estes métodos os recursos hídricos são utilizados com mais eficiência, escavando o fundo dos reservatórios para aumentar a capacidade de armazenamento.

3. Represa de Controle de Seca - É designada para fornecer um abastecimento estável de água durante os períodos de seca. Este tipo de represa foi planejada para ser construída no rio Minamihata. O total da capacidade de água estocada é de 39,7 milhões de m^3 dos quais, 16 milhões serão usados em caso de seca e o término dessa barragem está previsto para o ano 2000.

- Melhoria na Qualidade de Água e Instalações Existentes:

1. Aumento de Eficiência na Água de Irrigação - Geralmente a água de irrigação é abastecida por um canal aberto, entretanto, existe usualmente, grandes perdas envolvidas neste método. Assim, para um uso mais eficiente de água e para prevenir perdas, canalizações substituem canais abertos. Como resultado, a água que era desperdiçada é agora desviada para outros serviços.

2. Tratamento Avançado da Água - Um sistema de descargas de água de esgoto tratada de uma estação de tratamento de esgoto na área de drenagem do rio Mikasa foi introduzida no rio Naka. A água tratada é usada não somente para a manutenção do escoamento natural do rio, mas também para uso de água industrial.

3. Prevenção de Vazamento de Água no Sistema Urbano de Distribuição - Desde o primeiro projeto de prevenção de vazamento de água estabelecido em 1956, têm sido feitas investigações e estudos a respeito.

4. Controle Automatizado do Abastecimento de Água - A execução de um controle de abastecimento de água começou quando aconteceu a grande seca de 1978. A operação de controle manual de registros ou válvulas, durante a seca, era um trabalho extremamente difícil e o controle da pressão era impossível sem um sistema de controle de abastecimento de água. O controle

da pressão da água por um sistema automatizado começou em 1981, depois da conclusão do Centro de Controle de Água. Como parte deste projeto, velhos tubos de distribuição foram substituídos e novas redes foram feitas para transportar água para as estações de tratamento.

Entre os projetos de desenvolvimento dos recursos hídricos, está a água retirada do rio Chikugo, que é localizado fora da área metropolitana de Fukuoka. A Agência do Sistema Hidráulico do Distrito de Fukuoka, o qual é composto por representantes de cada município da área metropolitana de Fukuoka, estabeleceu o abastecimento completo na área metropolitana. Em 1993, a transferência de água regional do rio Chikugo, começou a causar a oposição das pessoas que viviam naquela Bacia. Isto devido a redução da taxa de escoamento.

Em 1994, a alta temperatura e a baixa precipitação foram predominante em todo o Japão, resultando numa severa seca. Muitos municípios foram forçados ao racionamento, considerando que nove deles racionaram água em 1978. O racionamento de água na cidade de Fukuoka durou 295 dias na seca de 1994 e 287 dias na seca de 1978 (Kawamura, 1995).

1.3.5 Uma Aproximação Integrada do Problema da Água Potável da Cidade de Madras - Índia

Um desequilíbrio no abastecimento de água é observado entre diferentes estados e entre as áreas rural e urbana da Índia. Assim, as maiores cidades como Madras, Hyderabad, Visakhapatnam, localizadas na Índia peninsular, estão se defrontando com a escassez de água todo ano e milhões de pessoas são abastecidas com pouquíssima quantidade de água, além da descontinuidade do fornecimento. Isso é ainda mais relevante em países como a Índia, onde a fartura da estação das chuvas e a água abundante, naturalmente escoam para o mar, principalmente devido a má administração dos recursos

vitais. No caso, cerca de 80% da água do rio Godavari, e uma quantidade considerável de água dos rios Mahanadhi e Krishna, da Índia peninsular escoam para o mar. Um dos maiores centros metropolitanos da Índia, Madras, não tem uma fonte de água principal, e por isso, necessita buscar alternativas. Conta somente com um número limitado de pequenos reservatórios e está sempre necessitando aumentar e diversificar a utilização dos aquíferos da região. Porém, estão surgindo novas alternativas, com o alargamento e aprofundamento do leito dos rios, e acordos para a utilização de águas de outros estados e lugares distantes.

Madras é a quarta maior cidade metropolitana da Índia e é a capital do estado de Tamil Nabu. Se estende sobre uma área de 172 Km². O mês mais fresco é janeiro, com uma temperatura média de 25° C e o mês mais quente é maio, com uma temperatura média de 37° C. O mês de menor umidade é junho, com média de 59% e o mês mais úmido é novembro com média de 80%. A captação de água na área superior da cidade de Madras é influenciada pela estação chuvosa de sudoeste, enquanto que a estação chuvosa de noroeste, usualmente acompanhada por ciclones, forma tempestades na zona costeira. O total anual de chuva torrencial varia entre 1.000 a 1.200 mm. O potencial de evaporação anual é de 2.000 mm, indicando a inequabilidade do abastecimento de água para o clima dominante.

Em 1900, a população era de apenas 0,54 milhões, porém houve um significativo crescimento depois da Segunda Guerra Mundial, atingindo 4 milhões de pessoas em 1994, com uma densidade de 25.000 pessoas/Km². A taxa de crescimento anual da população é de 3,5%. A área metropolitana de Madras, se estende sobre 1.170 Km², com uma população de 6 milhões.

Durante o verão, quando a maioria dos reservatórios torna-se quase secos, existem três possibilidades:

- a-) O aumento do abastecimento pelas fontes de água subterrânea;
- b-) Racionamento de água por duas horas alternando-se os dias;
- c-) Transporte de água de outros lugares para a cidade através de rodovias ou estradas de ferro por uma distância superior a 200 Km.

O governo do estado vem tentando encontrar uma solução permanente, para resolver a crise da água de duas maneiras:

- Projeto Inter - Estadual Telu Ganga: Um projeto monumental desenvolvido para fornecer água desviada do rio Krishna para a “necessidade crônica de água” da cidade de Madras, através de um canal aberto, como uma solução de meio termo. Os 434 Km ao longo do canal, atravessam montanhas, florestas vales e cortam 5 rios. Esse projeto é de vital importância para o bom relacionamento entre os estados vizinhos.

- O projeto Veeranam: Iniciado por volta de 1970, divide uma parte da represa de Veeranam, localizada a 250 Km ao sul da cidade. O governo se esforça para completar o projeto, mas devido a mudanças políticas, o projeto está quase abandonado. (Kumaraswamu, 1993)

1.3.6 Gerenciamento Integrado da Água na Área Urbana da Cidade de Quebec: A Necessidade de uma Legislação para Uso do Sistema Baseado em Modelo de Qualidade da Água no Conceito de Ecossistema

O território da comunidade urbana de Quebec chega a 550 Km². É cercado por 13 municípios, sendo que, 312 Km² fazem parte da Bacia de St. Charles. É dividido em duas partes para a drenagem de água. A parte ocidental abastece 220.000 habitantes para condições sanitárias com escoamento abaixo de 175.000 m³/d. A parte oriental da Bacia abastece 250.000 habitantes com 231.000 m³/d. No início, 80% da população era servida por um sistema de rede de esgoto. A água residual da comunidade urbana de Quebec, é tratada

por estações de tratamento de esgoto e a descarga do efluente tratado é feita no rio St. Lawrence.

Desde 1978, um programa governamental, vem sendo desenvolvido na província de Quebec, para o tratamento de água do município, da indústria e da água residual agrícola. Esse programa focalizou essencialmente o tratamento de água residual municipal e industrial. Graças a esse programa, hoje, 82% da população é servida por uma rede de esgoto. Enquanto isso, a qualidade da água dos rios e canais em Quebec tem sofrido uma melhora bem pequena. As razões que explicam a qualidade pobre da água dos rios atualmente são: falta de definição de uso diferenciado dos recursos de água, ações de restauração pontual e debilidade de esforços para purificar a água residual industrial e agrícola. Assim, nos últimos 10 anos, a “Assistência de Quebec para Técnicas de Meio Ambiente” e o “Ministério do Meio Ambiente e Vida Selvagem de Quebec” têm estado envolvidos na definição e no desenvolvimento do projeto de gerenciamento integrado dos recursos de água na região dessa Bacia.

O gerenciamento integrado da água em Quebec, pode ser descrito como uma aproximação sistemática holística caracterizada por:

- Aproximação do gerenciamento multidisciplinar e iterativo, semelhante a um acordo tecnológico, sócio-econômico, meio ambiental e de aspectos humanos.
- Uso racional da água baseado nas necessidades e nas prioridades de desenvolvimento local.
- Participação da população.
- Relatório de ações para as necessidades específicas de cada região.
- Desenvolvimento de ferramenta computacional.

Na província de Quebec, Canadá, existem poucas Bacias urbanas. A mais importante Bacia urbana de água localiza-se perto de Montreal e Quebec.

A primeira base para o gerenciamento integrado de água na província da área urbana de Quebec, foi estabelecida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Científicas e a comunidade urbana de Quebec. Os objetivos foram:

- Desenvolver suporte para planejadores da comunidade e gerentes de água, para um ecossistema baseado na aproximação do uso da terra, assim como planejamento e gerenciamento da água.
- Avaliar a “saúde” de fluxos críticos dentro da comunidade urbana de Quebec e na Bacia de St. Charles, ajudar a tomada de decisões de suporte num ecossistema baseado na política de gerenciamento.

A ferramenta computacional foi desenvolvida para suportar a implementação do projeto do gerenciamento integrado de água. Essa ferramenta relata a qualidade da água de rios e lagos e aponta fontes de poluição. Também foi levado em consideração as características hidrológicas dos rios (Vescovi & Villeneuve, 1996).

Capítulo 2

2 Tipos de Modelos para Diagnóstico e o Modelo Proposto

Neste capítulo foi realizado um estudo de dois modelos para análise de sistemas distintos de distribuição de água e resíduos, em centros urbanos, os quais serão citados a seguir, para que, formada uma base, fosse apresentado o modelo computacional para o estudo de caso realizado na cidade de Guaratinguetá.

- Diagnóstico do Sistema de Água Urbano: Um Pré - Requisito para a Introdução da Hidroinformática (Maksimovic et al., 1996)

O pré requisito para a melhoria dos padrões de vida e proteção ao meio ambiente das áreas urbanas em países em desenvolvimento, dependem da habilidade de aperfeiçoar a saúde integrada, enquanto é preservada a sustentação de unidades públicas. Também sabe-se que as áreas urbanas de países desenvolvidos estão saturadas pela infra-estrutura do sistema e a solução de muitos problemas na modernização, está no conceito de reabilitação integrada (menor uso de recursos naturais, maior reciclagem, melhoria no controle de poluição, etc). A solução para esses tipos de cidades, está na implementação gradual e prudente de métodos avançados apropriados de gerenciamento operacional. A transferência direta dessa tecnologia aplicada nos países desenvolvidos, para regiões menos desenvolvidas, não demonstram ser a melhor solução por várias razões: a falta de pessoal treinado para suporte e manutenção e a falta de partes sobressalentes e recursos financeiros. Em todos os casos, de projetos recentemente implementados, estes foram baseados em um nível apropriado de auxílio informatizado para o diagnóstico do estado existente, análises das alternativas de projeto, simulação dos cenários de

gerenciamento operacional, manutenção e treinamento dos especialistas em tomadas de decisão. Além disso, a água urbana é tratada como uma entidade integrada. Um dos pré-requisitos para a viabilidade da implantação do sistema, é a advertência quanto ao estado estrutural e funcional dos elementos cruciais como: a quantidade produzida, os reservatórios, o sistema de distribuição de água, área de drenagem e a rede de esgoto. O balanço da água perdida no sistema de distribuição, tem uma regra importante na determinação do sistema, o qual é um pré - requisito para a modelagem real, para a reabilitação do sistema existente ou para a construção de novos blocos que serão conectados na mesma infra-estrutura da rede. O projeto e o gerenciamento operacional do sistema de infra-estrutura de água, são baseados hoje em dia na aplicação de softwares. Para o sucesso e a aplicação adequada desses softwares, é necessário conhecimento de elementos do sistema com um certo nível de certeza. Para isso, precisa-se de dois tipos de dados: dados geométricos e hidráulicos. É aconselhável efetuar melhorias da capacidade de transporte das principais redes de distribuição. Conduzindo essa performance combinada, seguindo o procedimento para calibração e ajuste do modelo e dos parâmetros, viu-se ser inviável a determinação dos pontos fracos ou fortes existentes no sistema, mas também em nível de projeto. Em adição aos dados geométricos e hidráulicos usados para a calibração dos parâmetros do modelo, a aplicação de pacotes de simulação avançada requer um refinamento nos dados. A preparação e o refinamento dos dados pode ser tedioso e muito oneroso. Se a preparação é feita manualmente, freqüentemente se prevê múltiplos testes e opções a serem analisadas.

- Aproveitamento da Água Residual: Modelo em Pequena Escala para Assistência ao Gerenciamento de Recursos Hídricos em Áreas Urbanas (Chan, 1996).

Além dos sistemas de gerenciamento de produção e consumo de água são destinados à recuperação de fontes hídricas e balanço de energia. Fluxos de água, produtos químicos, e energia, integram as entradas dos sistemas urbanos e se transformam em fluxos de saída, na forma de esgotos. A engenharia sanitária, tende a enfatizar uma aproximação linear no gerenciamento da água e esgoto, mas os benefícios do fechamento de um ciclo, não se concretizam, pois existem erros. Um sistema de erro foi desenvolvido (ciclos do ecossistema natural), onde a perda de um processo torna-se a matéria prima de outro. Num discurso global e consensual sobre desenvolvimento, políticos, têm concordado com o desenvolvimento, fazendo o encontro das necessidades atuais, sem comprometer a capacidade das gerações futuras em encontrar essas fontes de recursos (United Nations Conference on Environmental and Development in Rio de Janeiro, ECO-1992). Isso é uma mudança radical de atitude nas práticas de esgotar fontes na civilização ocidental. O contínuo crescimento urbano gera problemas com o abastecimento inadequado de água, aumento da água residual municipal e industrial, contaminação de fontes de água limpa e dificuldades na captação de água. Esses problemas são comuns no desenvolvimento de países. Em 1990, cerca de 50% da população mundial morava nas áreas urbanas. No ano 2000, a soma de habitantes urbanos necessitando de abastecimento de água adequado, pode aumentar para 83%. Uma aproximação sensata, a longo prazo, é uma política que integre gerenciamento de água e água residual. O tratamento de esgoto convencional é uma aproximação tradicional para lidar com a água residual na maioria dos países industrializados. O transporte da água residual das redes de esgoto para as estações de tratamento, onde certa soma de matéria orgânica e nutrientes são retirados da rede de esgoto, muitas vezes pode não ser por gravidade, necessitando ser bombeado. Esta tecnologia gera: o lodo, um produto ainda poluente, o uso de química danificando o meio ambiente, a água residual ainda não desintoxicada, mais a inabilidade de eliminar problemas patogênicos.



Além de que, o tratamento convencional é caro, e a melhor qualidade do efluente sempre aumenta o custo. No desenvolvimento de países mais pobres, mais de 95% do esgoto urbano é eliminado sem tratamento. Formulando uma estratégia racional para o gerenciamento da água e da água residual requer-se um estudo aberto propenso a todas as opções. A confiança na tecnologia convencional deveria impedir o progresso, numa busca apropriada de soluções realísticas que são adaptadas para condições localizadas. Minimizar o consumo de água e a produção de água residual, é obviamente o primeiro passo. A estratégia alternativa para o sistema de esgoto deveria incluir uma engenharia ecológica partidária de soluções para tratamento e reciclagem de resíduos do sistema de esgoto.

Um critério geral para todos os tipos de tratamento das áreas urbanas são, de acordo com Balmär (1993): condições sanitárias, economia, tecnologia eficiente de recursos de energia e projeto de ciclo fechado. Essa perspectiva é um ponto de partida necessário a todo interessado no gerenciamento de recursos naturais. A maior parte da água nas áreas urbanas constituem elas mesmas, provavelmente o principal recurso de reciclagem de água residual.

Dessa forma, baseado nesses princípios, o modelo para o estudo de caso foi desenvolvido com o objetivo de encontrar a parcela de energia elétrica, no custo da água potável distribuída na cidade de Guaratinguetá.

Como ferramenta, foi utilizada a linguagem de computação CLIPPER (Vidal, 1989), para a elaboração e execução das rotinas de cálculo. Esta ferramenta foi escolhida, pois é útil para a organização da coleção de dados, com a finalidade de se elaborar consultas, efetuar cálculos, gerar listagens e relatórios, e análises estatísticas. Utilizando este algoritmo, é possível:

- Criar, organizar, classificar, copiar selecionar e relacionar conjuntos de arquivos que formam a base de dados;
- Adicionar, alterar, eliminar, exibir e listar, global ou seletivamente, as informações contidas nos arquivos de dados;

- Gerar relatórios padronizados, efetuar automaticamente somas, agregações, contagens e operações aritméticas sobre os valores dos dados armazenados nos arquivos;
- Formatar telas de entrada de dados no vídeo e gerar relatórios e imprimir tabelas e listagens, de acordo com a necessidade do usuário;

Assim, pode-se descrever como foi montado e como é executado o programa elaborado, denominado Diagnóstico de Caso (Apêndice 5), que se encontra dividido em três etapas:

2.1 Cálculo do Consumo de Água:

Para o cálculo do consumo de água há necessidade de algumas informações sobre medição e tarifas.

- A importância da medição: A hidromedição em sistemas de distribuição pode ser definida como a medição da água fornecida a consumidores individuais, através de hidrômetros. A simples presença do medidor é responsável pela redução do desperdício de água. As principais vantagens de uma política de hidromedição estão em cada usuário poder pagar o que realmente consome. O consumidor economiza água evitando assim, o desperdício. A diminuição do consumo reduz os custos operacionais e de manutenção do sistema, permitindo previsões de demandas e podendo haver uma programação de futuras expansões do sistema, e ainda permite a estruturação de um programa de controle de perdas.

Para o cálculo do consumo de água, foi realizado o tratamento dos dados de 25.199 unidades consumidoras. Para tal, utilizou-se os dados fornecidos pelo SAAEG - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guaratinguetá no período de 1993 a 1996. Esses dados foram denominados de "Consumo Sujo" e foram tratados, utilizando uma técnica de consistência, a qual despreza-se os valores fora de uma faixa de 30% do valor médio

apresentado durante o ano. Assim, foi feito o tratamento do banco de dados inicial, obtendo os dados limpos, que denominamos de “Consumo Limpo”. Com esses dados foi possível realizar os diversos cálculos de nosso interesse, obtendo a diferença percentual em relação aos dados tratados, a média mensal do consumo de água em cada um dos 74 bairros da cidade, que se encontram divididos em 4 zonas, sendo elas as zonas 10, 20, 30 e 40, e o volume mensal e diário de cada unidade consumidora.

- Tarifas:

O consumidor paga em faixas de acordo com a classe e na data de 05/01/1999, através do Decreto municipal n. 4.541, foram atualizadas as tarifas para consumo de água potável:

A-) Residencial

TABELA 1 - Faixa de tarifa residencial

1° Faixa	de 0 a 10 m ³	Valor dedutível R\$	Valor em US\$ *
água	0,304		
2° Faixa	de 11 a 20 m ³		
água	(CE x 0,59)	2,86	1,55
3° Faixa	de 21 a 50 m ³		
água	(CE x 0,99)	10,86	5,87
4° Faixa	de 51 a 100 m ³		
água	(CE x 1,62)	42,36	22,88
5° Faixa	acima de 100 m ³		
água	(CE x 1,62)	42,36	22,88

* (US\$ = R\$1,85 (em 19/02/99)).

B-) Comercial

TABELA 2 - Faixa de tarifa comercial

1° Faixa	de 0 a 10 m ³	Valor dedutível R\$	Valor em US\$ *
água	0,612		
2° Faixa	de 11 a 20 m ³		
água	(CE x 0,99)	3,78	2,04
3° Faixa	de 21 a 50 m ³		
água	(CE x 1,62)	16,38	8,85
4° Faixa	de 51 a 100 m ³		
água	(CE x 2,70)	70,38	38,04
5° Faixa	acima de 100 m ³		
água	(CE x 2,70)	70,38	38,04

C-) Industrial

TABELA 3 - Faixa de tarifa industrial

1° Faixa	de 0 a 10 m ³	Valor dedutível R\$	Valor em US\$ *
água	0,694		
2° Faixa	de 11 a 20 m ³		
água	(CE x 1,21)	5,16	2,79
3° Faixa	de 21 a 50 m ³		
água	(CE x 2,23)	25,56	13,82
4° Faixa	de 51 a 100 m ³		
água	(CE x 3,43)	85,56	46,25
5° Faixa	acima de 100 m ³		
água	(CE x 3,43)	85,56	46,25

* 1US\$ = R\$1,85 (em 19/02/99).

2.2 Cálculo do Consumo de Energia Elétrica:

Para o cálculo do consumo de energia elétrica é necessário identificar alguns termos utilizados na fatura emitida pela concessionária de Energia Elétrica:

a-) O que se paga numa fatura de energia?

Demanda, consumo e serviço. (Este último, quando houver).

b-) O que é Demanda Contratada de Energia?

É a máxima utilização simultânea dos aparelhos, motores e iluminação, medida em kW.

c-) O que é Consumo?

Quantidade de energia elétrica consumida, medida em kWh.

d-) O que é Serviço?

Serviço é qualquer prestação de serviço por parte da concessionária, que possa ser cobrado em fatura de energia elétrica.

e-) O que é Energia Ativa?

A energia “gasta” para produzir movimento ou incandescência.

f-) O que é Energia Reativa?

A energia não “gasta”, ou seja, apenas alocada dentro de um aparelho para gerar um campo magnético. É medida em kVARh.

g-) O que é fator de potência?

É o índice que apura a relação de utilização entre energia ativa e energia reativa. As concessionárias doam a energia reativa enquanto dentro da

proporção estabelecida. Atualmente o Fator de Potência é de 0,92. Para cada 0,92 de energia ativa é permitido ao consumidor utilizar 0,08 de energia reativa de forma gratuita.

h-) Como é cobrada a energia reativa?

A energia reativa é cobrada através dos itens UFDR e UFER (apresentados na fatura), juntos ou isolados, referentes a demanda e energia reativas, respectivamente. Quando constam na conta, significa que o fator de potência está abaixo do permitido. Nesse caso, é necessário solicitar à concessionária que informe o fator de potência correto a ser utilizado.

i-) Como economizar na Fatura de Energia?

A recuperação a curto prazo abrange:

- Regularização de Demanda superestimada: É muito comum superestimar a demanda contratual e, na prática, a demanda ficar bem abaixo. Portanto, a demanda contratada deve sempre estar compatível com a realidade, bem como devidamente acompanhada mensalmente. É importante notar que, não será cobrada a demanda contratada, na ausência de registros superiores a esse valor, independentemente de registros inferiores.
- Regularização de Demanda subestimada: É a contratação de demanda de energia abaixo do que realmente será utilizado. Deve haver o acompanhamento mensal, para verificação de cobrança de valores em função de ultrapassagem de demanda através de tarifa específica (para os contratos horo-sazonais), ou de penalização, através de tarifa normal (para os contratos convencionais), nos próximos onze meses, a partir do pico máximo registrado, faturando-se 85% do valor, percentual este, constante na conta como “demanda mínima”.
- Contratação em modalidade compatível ao sistema de funcionamento da empresa: existem 3 modalidades de fornecimento de energia elétrica, cada qual

com suas características próprias, oferecendo vantagens específicas. É até interessante um estudo por parte do usuário, no sentido de adequar seu sistema de operação a fim de encaixar-se naquela que for mais compatível.

A recuperação a médio prazo abrange:

- Para os usuários com baixo fator de potência, a instalação de banco de capacitores é a opção mais viável. Ele tem um custo significativo, porém, compensatório, a médio prazo.

- Tipos de Tarifação de Energia Elétrica:

São três as opções para contratação de fornecimento de energia elétrica,

a-) Convencional

b-)Horo-Sazonal Verde

c-)Horo-Sazonal Azul

Antes de tratarmos das tarifas propriamente ditas, devemos compreender o conceito de sazonalidade e horários.

A sazonalidade está ligada a ocorrência dos ciclos chuvosos, estabelecendo-se períodos úmidos e secos para um período de 12 meses. O período chuvoso é aquele abrangido pelo período de dezembro de um ano a abril do ano seguinte. Chama-se esse período de úmido. Nesse período as tarifas de energia, para os contratos sazonais são mais baratas. O período seco é aquele abrangido pelos demais meses (maio a novembro). Nesse período, as tarifas de energia elétrica, para os contratos sazonais, são mais caras.

A este conceito de sazonalidade, foi adicionado o conceito de horários. Enquanto a sazonalidade relaciona-se com os meses, o horário relaciona-se com o período de 24 horas. Atualmente, no horário das 17h30m à 20h30m, o sistema elétrico nacional está sendo utilizado em grande escala.

Chamamos este horário de Ponta. Tal utilização sobrecarrega o sistema, deixando-o mais exposto a desgastes prematuros, e mesmo a excesso de sua capacidade de transferência. Em função disto, incentiva-se a utilização de energia fora do referido horário, aplicando descontos às tarifas que abrangem o período de 20h31m de um dia até 19h29m do dia subsequente. Chamamos este horário de Fora de Ponta. Aplicam-se estes princípios apenas aos contratos horo-sazonais. Isto posto, vejamos as tariffações:

- Convencional: indica-se esta modalidade aos consumidores com a característica da impossibilidade de efetuar-se a programação de sua produção. Nesta modalidade contratual não estão disponíveis as tariffações diferenciadas, ou seja, paga-se a demanda e a energia através de uma única tariffação, específica a cada item.
- Horo-Sazonal Verde: indica-se esta modalidade aos consumidores com a característica da possibilidade de efetuar-se a programação de sua produção, com ênfase a ausência quase total de consumo no horário de ponta. Esta modalidade prevê valor único de demanda contratada, e tarifas diferenciadas para o consumo a seguir: Ponta no Período Seco (PS), Ponta no Período Úmido (PU), Fora de Ponta no Período Seco (FPS), Fora de Ponta no Período Úmido (FPU).
- Horo-Sazonal Azul: indica-se esta modalidade aos consumidores com a característica da possibilidade de efetuar-se a programação de sua produção, com ênfase a sua diminuição da demanda e do consumo no horário de ponta. Em virtude da possibilidade da contratação de demandas diferenciadas, e do preço mais elevado para demanda do horário de ponta, concede-se significativo desconto ao consumo na ponta, comparativamente a modalidade horo-sazonal verde.

Todavia, aqueles que optarem pelas tarifas horo-sazonais, deixa-se claro que os descontos são propostos a fim de beneficiar o sistema elétrico. Esta forma de contratação exige apurado controle da utilização da energia,



limitando a liberdade de horário de funcionamento da empresa. Antes de sua efetivação, deve ser alvo de criterioso estudo. No entanto, apresenta resultados financeiros compensatórios.

TABELA 5 - Classe residencial

Tarifa para Fornecimento de Energia Elétrica	
até 30	0,04073
Grupo A - Alta Tensão	0,06982
de 101 a 200	0,10474
de 201 a 300	0,14037

De acordo com a Portaria DNAEE 096 de 07/04/97, tem-se:

TABELA 4 - Alta tensão

	US\$ Demanda - kW		US\$ Consumo - kWh *			
Modalidades	Demanda Única		Consumo Único			
Convencional	4,35		0,0668			
Horo-Sazonal Verde	Demanda Única		PS	PU	PS	PU
	3,83			0	0	0
			0,34	0,33	0,03	0,03
kW Ultrapassado	11,5		Não há ultrapassagem p/ consumo			
Horo-Sazonal Azul	PS ou PU	FPS ou FPU	PS	PU	PS	PU
	11,5	3,83	0,07	0,07	0,03	0,03
kW Ultrapassado	34,48	11,5	Não há ultrapassagem p/ consumo			

Grupo B - Baixa Tensão

TABELA 5 - Classe residencial

Consumo kWh /mês	Valor por kWh - US\$ *
até 30	0,04073
de 31 a 100	0,06982
de 101 a 200	0,10474
de 201 a 220 e acima	0,11637

Tabela 6 - Outras Classes

Classes	Valor por kWh - US\$ *
Comercial e Industrial	0,11556
Cooperativa de Eletrificação Rural	0,05117
Rural	0,07243

* 1US\$ = R\$ 1,14

O SAAEG - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guaratinguetá, encontra-se na classe de consumidor público, enquadrando-se na classe de tarifa convencional no grupo A - alta tensão e como classe comercial grupo B - baixa tensão.

A produção e a distribuição de água na zona urbana do município de Guaratinguetá é dividida em 02 (dois) sistemas: sistema principal (ETA- Estação de Tratamento de Água) e sistema independente (poços artesianos). Para cada um dos sistemas, foi feito um levantamento das faturas de energia elétrica de cada posto existente, verificando o consumo de energia mensal e o valor gasto nesse consumo. Assim, foi possível obter os valores mês a mês nos

anos de 1993 a 1996. Com isso, calculou-se a média mensal dos quatro anos em questão, todas convertidas em US\$ do referente mês.

Foram calculadas a produção total mensal de água, através do levantamento de horas de funcionamento dos sistemas. Com isso, obteve-se o cálculo do Consumo Médio Mensal de Energia (kWh/mês), e pela Produção Média Mensal ($\text{m}^3/\text{mês}$), obteve-se o quanto de energia foi consumida por m^3 produzido e distribuído (kWh/m^3).

2.3 Orçamento:

A parte de custos, também foi calculada levando-se em consideração os dados obtidos mês a mês nos anos de 1993 a 1996.

Através da receita orçamentária, do somatório dos gastos e do gasto total de energia, obteve-se o valor total, o percentual, e o percentual de energia gastos com água.

Vale ressaltar que todos os valores monetários são convertidos em dólar (US\$) e foram calculados utilizando o valor da respectiva época.

* As unidades componentes do sistema principal são a seguir resumidamente descritas:

- Captação, estação elevatória e adução de água bruta do Ribeirão Guaratinguetá

Com vazão mínima da ordem de 700 l/s, o manancial, captado com o auxílio de pequena barragem de nível, que alimenta a EEAB (Estação

Capítulo 3

3 O Sistema do Município de Guaratinguetá e sua Projeção de Expansão

3.1 Descrição Sumária do Sistema de Produção e Distribuição.

O sistema existente de abastecimento de água de Guaratinguetá compõe-se de dois subsistemas: principal e independente.

O principal capta as águas do Ribeirão Guaratinguetá e do Ribeirão dos Lemes, conduzindo-as à uma Estação de Tratamento de Água (ETA), de onde são bombeadas para um Centro de Reserva denominado Pedregulho, e que atende a quase totalidade da área urbana. O sistema principal tem capacidade nominal em torno de 220 l/s.

O independente constitui-se de um agrupamento de pequenos sistemas isolados, que se utilizam do manancial subterrâneo, com injeção direta na rede de distribuição, ou alimentação de pequenos reservatórios periféricos. Não tem maior significado para o sistema global, visto que sua produção total não ultrapassa os 30 l/s e apresenta os inconvenientes inerentes a esse tipo de aproveitamento, quais sejam: a pouca confiabilidade da produção, dificuldade de desinfecção correta da água e descontrole operacional.

- As unidades componentes do sistema principal são a seguir resumidamente descritas:

- Captação, estação elevatória e adução de água bruta do Ribeirão Guaratinguetá

Com vazão mínima da ordem de 700 l/s, o manancial, captado com o auxílio de pequena barragem de nível, que alimenta a EEAB (Estação

Elevatória de Água Bruta), fornece cerca de 300 l/s em média, atingindo picos da ordem de 340 l/s.

A EEAB é dotada de 5 conjuntos de recalque, de capacidades variadas, de 60 a 125 l/s, e potências de 50 a 100 cv, sendo duas unidades de reserva. Abastece a ETA, através de uma adutora de 500mm de diâmetro, 295m de extensão, em aço, vencendo um desnível de 26m.

- Captação e adução de água bruta do Ribeirão dos Lemes

Manancial protegido, porém de reduzida capacidade. Captação com o auxílio de pequena estrutura de tomada d'água, que permite a adução, até a ETA, por gravidade, utilizando tubulação de ferro fundido, com 250 mm de diâmetro e cerca de 24 km de extensão com capacidade limitada da ordem de 45 l/s.

- Estação de Tratamento de Água (ETA)

A ETA é do tipo convencional, com floculação, decantação, filtros rápidos de areia, cloração e fluoretação.

Sua capacidade nominal é de 220 l/s, em virtude da demanda, opera em média com 300 l/s, durante 24 h/dia, com picos de 340 l/s em épocas do verão.

- Estação Elevatória e de Adução de Água Tratada (EEAT)

A EEAT é dotada de três conjuntos de recalque, com capacidades variando de 130 a 180 l/s e potência de 250 cv, sendo um conjunto utilizado como reserva.

Pressuriza duas adutoras, em paralelo, com diâmetros de 250mm e 400mm, respectivamente, com extensão de 2.340 m, vencendo um desnível de 52 m, ambas em ferro fundido, e que conduzem a água ao Centro de Reservação do Pedregulho.

- Reservatório e rede de distribuição

O principal reservatório do sistema, é composto de 03 unidades semi - enterradas, com capacidades de 3.000, 2.500 e 2.500 m³, respectivamente, que

alimentam, por gravidade, a maior parte da cidade (Centro de Reservação Pedregulho).

Algumas áreas da cidade requerem estações elevatórias, "boosters" e reservatórios, de pequenas capacidades, principalmente face às deficiências da rede primária de distribuição, que é dotada de tubulações, com diâmetros subdimensionados, ocasionando grandes perdas de carga, que consomem a carga hidráulica disponível a partir do Centro de Reservação do Pedregulho.

A rede de distribuição tem extensão aproximada de 350 km.

• As unidades componentes do sistema independente são a seguir resumidamente descritas:

- Poço semi-artesiano do Jardim Santa Luzia.

Manancial semi-artesiano dotado de poço profundo do tipo geomecânico com aproximadamente 150 m de profundidade e diâmetro de 6", utilizando bomba de 20 cv, com capacidade de produção de 16,9 l/s, operando com aproximadamente 4,5 l/s, o que corresponde a 26,7% da sua capacidade.

- Poço semi-artesiano do Pingo de Ouro.

Manancial semi-artesiano dotado de poço profundo do tipo geomecânico com aproximadamente 160 m de profundidade e diâmetro de 6", utilizando bomba de 12,5 cv, com capacidade de produção de 3,7 l/s, operando com aproximadamente 2,9 l/s, o que corresponde a 78,4% da sua capacidade.

- Poço semi-artesiano do Parque das Árvores.

Manancial semi-artesiano dotado de poço profundo revestido com tubos de aço com aproximadamente 220 m de profundidade e diâmetro de 8", utilizando bomba de 25 cv, com capacidade de produção de aproximadamente 20 l/s, operando com aproximadamente 4,9 l/s, o que corresponde a 24,5% da sua capacidade.

3.2 Estudos Demográficos e de Demanda 1993 - 2014

3.2.1 População

De acordo com os últimos censos demográficos realizados pelo IBGE, a população urbana de Guaratinguetá cresceu de 54.773 habitantes em 1970, para 72.961 em 1980, e 94.352 em 1991, apresentando portanto taxas de crescimento de 2,9% a.a. e 2,4% a.a., nos respectivos intervalos censitários, com média de 2,6% a.a. no período.

Nota-se portanto que o crescimento populacional no último período sofreu forte redução, mais acentuada que a média da região, refletindo o grande impacto que a recessão econômica provocou nas atividades da cidade.

Com os indícios de recuperação geral, e particularmente com o impulso observado no período de 1991 a 1993, a população estimada era de 100 mil habitantes para 1993.

Fixando uma taxa de 2,7% a.a., temos as seguintes projeções para a população:

- ano 1993: 100.000 habitantes
- ano 2004: 134.052 habitantes
- ano 2014: 174.975 habitantes

Em relação à expansão da malha urbana, a análise do desenvolvimento passado do perímetro ocupado, e dos planos de expansão conhecidos, associada aos vetores de crescimento visíveis e bloqueios existentes, conduziu à adoção de limites mostrados na projeção de demanda.

3.3 Proposta da Concepção de um Novo Sistema

A análise da planta do município permite verificar que dois mananciais de superfície estão disponíveis para atender a demanda do sistema no período de projeção: o próprio Ribeirão Guaratinguetá (área de drenagem

3.2.2 Projeção de Demanda para o Período 1993 - 2014

O SAAEG - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guaratinguetá, em 1993, estimava em 160 l/hab/dia, o consumo de água médio "per capita" sem a consideração do volume de perdas de água no sistema, cujo índice estimado, era avaliado em 45% do volume produzido.

Admitindo-se para fins de projeto, uma variação máxima diária de 20% em relação a média e variação máxima horária de 50% em relação à máxima diária e, considerando a adoção de um programa de redução de perdas dos 45% para 25% ao final do planejamento, resultam os seguintes valores:

TABELA 7 - Variação da demanda

Ano	População (hab.)	Consumo (l/s)	Índice de Perdas (%)	Demanda (l/s)		
				média	Máxima diária	Máxima horária
1.993	100.000	185,19	45	268,53	322,23	483,35
2.004	134.052	248,24	35	335,12	402,15	603,22
2.014	174.975	324,03	25	405,04	486,05	729,07

3.3 Proposta da Concepção de um Novo Sistema

A análise da planta do município permite verificar que dois mananciais de superfície estão disponíveis para atender a demanda do sistema no período de projeção: o próprio Ribeirão Guaratinguetá (área de drenagem

de 128 km², vazão mínima provável de 670 l/s, atual manancial do sistema), e o Ribeirão Piaguí (área de drenagem de 119 km², vazão mínima provável de 630 l/s). Estes dois mananciais estão localizados na Serra da Mantiqueira, tendo suas bacias na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul.

A vertente oposta não foi considerada porque os mananciais apresentam bacias menores, insuficientes para o atendimento das vazões requeridas, e distâncias apreciáveis de adução, levando em conta a posição e a direção do crescimento urbano.

Entre os dois mananciais cogitados, o Ribeirão Guaratinguetá apresenta a vantagem de sua maior proximidade em relação à área urbana, com menores extensões de adução e menores alturas de recalque. Entretanto, apresenta sérios inconvenientes em relação à qualidade da água bruta: existem arrozais, nas várzeas do rio, a montante da captação, que se utilizam de agrotóxicos, o que tem causado problemas à operação do sistema de abastecimento de água, dada a magnitude da poluição gerada por essa utilização. Há ocasiões em que, por medida de segurança, o sistema é paralisado, em que pese sua insuficiência para o atendimento da população, para evitar riscos maiores. Uma unidade Aeronáutica mantém, também, uma captação no Ribeirão Guaratinguetá, sujeita aos mesmos problemas e, por vezes, o SAAEG recorre à autoridades para agir junto aos agricultores visando frear a utilização dos agrotóxicos nocivos. Além disso, a proximidade da área urbana, e sua evolução em direção à bacia do Ribeirão Guaratinguetá, causa preocupação quanto ao seu aproveitamento futuro como manancial, se mantido o local da captação.

O Ribeirão Piaguí, denominado neste trabalho "Sistema Piaguí", apresenta o inconveniente da maior distância e altura manométrica de recalque, porém está livre da poluição se captado acima da região de várzea onde sua bacia bem protegida, constitui-se em manancial, praticamente cristalino.

A concepção do novo sistema baseia-se, portanto, nesses importantes aspectos e nas seguintes observações complementares:

- as unidades existentes de captação, recalque e tratamento exigem construção de novas unidades para sua ampliação, dada a precariedade das instalações atuais;

- não é possível paralisar qualquer unidade do sistema existente para ampliações, pela sobrecarga a que já está submetida a produção;

- implantação do Sistema Piaguí, composto por captação no ponto indicado (acima das várzeas), adução por recalque até um ponto próximo (1.465 m), adução por gravidade (11.335 m), e tratamento em nova estação localizada junto ao Centro de Reserva do Pedregulho, com capacidade para 335,12 l/s, suficiente para o atendimento da vazão média diária estimada para o ano 2004, que chamou-se de 1º etapa.

Dessa forma, ao longo da 1º etapa a zona urbana do município disporia de um sistema seguro, com capacidade de produção superior ao existente (335,12 l/s), representado pelo Sistema Piaguí, e de um sistema adequado de reserva, o Sistema atual, capaz de produzir com segurança 220 l/s adicionais, condicionado à qualidade da água bruta; seria possível assim, atender os picos de demanda máxima diária ao longo da etapa. Haveria tempo, também, para monitorar o Ribeirão Guaratinguetá, e avaliar a real intensidade da temida poluição do manancial, e implantar medidas corretivas e preventivas junto à tomada d'água do Sistema atual.

O monitoramento e os estudos decorrentes, para o que se disporá de toda a 1º etapa, permitirão decidir, no futuro, pela conveniência de se reaproveitar o Sistema atual, ou implantar a segunda etapa do Sistema Piaguí.

A segunda etapa (2014), tem demanda máxima diária estimada em 486,05 l/s.

Caso se conclua pela inviabilidade de reaproveitamento do Sistema atual, ao longo dos estudos e monitoramento da água bruta durante a primeira

etapa, o Sistema Piaguí seria ampliado, com instalação de mais conjuntos de recalque na EEAB, e ampliação da ETA, construindo-se mais um módulo, aumentando sua capacidade.

A nova estação de tratamento de água, estaria situada nas proximidades do Centro de Reservação do Pedregulho, do tipo convencional, composta por dois módulos de 167,56 l/s de capacidade unitária, cada um formado por 4 floculadores, 2 decantadores e 2 filtros (para a 1º etapa).

Além da produção, poderia se prever ainda, a construção de um novo reservatório de 5.000 m³, junto ao Centro de Reservação do Pedregulho, para servir como "pulmão" do sistema, de uma estação elevatória de água tratada, destinada a abastecer outros Centros de Reservação que seriam criados, das linhas sub-adutoras e das redes primárias de distribuição, que atingiriam também, os bairros mais afastados da área urbana central. Esses outros Centros de Reservação seriam construídos posteriormente (2º etapa).

3.4 Mapa da Região do Município Atendida pelo Sistema de Abastecimento de Água Potável

FIGURA 2 - Mapa do Município de Guaratinguetá

TABELA 8 - Características dos bairros (Média do período 1992 - 1993)

Capítulo 4**4 Caso em Estudo****4.1 Relação dos Bairros**

O algoritmo para a análise de um sistema de produção e distribuição de água potável num município, requer uma estratégia de programação, para que os resultados do diagnóstico possam ser compreendidos pelos usuários do algoritmo. Para tanto, aproveitando a situação geográfica ocasionada pelo Rio Paraíba do Sul na cidade de Guaratinguetá, utilizou-se da divisão por 4 zonas, para localizar os 74 bairros do município abastecidos pelo sistema em estudo.

A Tabela 8 mostra essa divisão, incluindo o número de unidades consumidoras por bairro.

A autarquia municipal responsável pela gestão do abastecimento de água potável, escolheu arbitrariamente, chamar de zonas 10 e 20, a área do município localizada a margem direita do Rio Paraíba do Sul, e zonas 30 e 40 a margem esquerda do respectivo rio.

Bairro	NOME DO BAIRO	ZONA	N. DE UNIDADES CONSUMIDORAS
1	Alameda José B. Neto (PAPI) - Nova Guarã	40	277
2	Alameda do Rio	20	242
3		10	424
4	Alto de São João - Alto das Águas	10	384
5	Barroeta - Clube dos 300	20	218
6	Jardim Rony	30	477
7		30	88
8	Alameda das Índias	30	46
9		30	431
10		30	385
11		30	68
12		30	113
13		30	579
14		10	423
15	Jardim Vista Alegre	20	278
16	Jardim Independência - Cecap - Pedregulho	30	157
17	Jardim Família - Coelho Neto - Pedregulho	30	384
18	Jardim Primavera - Vila Brasil	20	482
19	U. Capão - Chác. Santana - Colônia - Hipica	40	66
20	Melastomae/Chapão/Jardim Icaro	30	434
21	Monte do Vale	40	24
22	Nova Guarã	40	1257
23	Parque das Alamedas	40	108
24	Parque das Anzóes	30	300
25	Parque das Garças	30	87
26	Parque do Sol	40	317
27	Parque Residencial Serra Rio I	40	383
28	Parque Residencial Serra Rio II	40	88
29	Parque Santa Clara - CDHU - B4 - B5 - B6	30	188
30	Parque São Francisco	30	444
31	Pedregulho	30	1478

TABELA 8 - Características dos bairros (Média no período 1993 - 1996)

BAIRRO	NOME DO BAIRRO	ZONA	N. DE UNIDADES CONSUMIDORAS
1	Afonso José C. Neto (IAPÍ) - Nova Guará	40	417
2	Alto de São Benedito	20	342
3	Alto de São João	10	424
4	Alto de São João - Alto das Almas	10	384
5	Belvedere - Clube dos 500	20	218
6	BNH - Vila Comendador - Jardim Rony	30	477
7	Bom Jardim	30	88
8	Bosque dos Ipês	30	46
9	Campinho	20	431
10	Campinho - Jardim Modelo	20	329
11	Campo do Galvão	10	721
12	CDHU - B1 - B2 - B3	30	275
13	Centro	10	1162
14	Centro - Lot. Paula Santos	10	315
15	Chácara Selles	10	8
16	Chácaras Agrícolas - Beira Rio	40	42
17	Chácaras Agrícolas - Jardim do Vale	40	45
18	Chácaras Paturi - Belvedere	20	49
19	Cohab Bandeirantes - Nova Guará	40	438
20	Dr Walter Arantes - Esplanada Indiana	30	2
21	Figueira - Jd. Padroeira - Augusto Filipo	10	324
22	Jardim Aeroporto	30	385
23	Jardim Bela Vista	30	66
24	Jardim do Vale I	40	1092
25	Jardim do Vale II	40	113
26	Jardim Esperança	40	163
27	Jardim Esplanada	30	74
28	Jardim Nova Era - Vila Santa Maria	10	321
29	Jardim Santa Luzia	30	579
30	Jardim Tamandaré	10	493
31	Jardim Vista Alegre	20	278
32	Jardim Independência - Cecap -- Pedregulho	30	457
33	Jardim Pérola - Coelho Neto -- Pedregulho	30	364
34	Jardim Primavera - Vila Brasil	20	482
35	Lt. Cappio - Chác. Santana - Colônia - Hípica	40	85
36	Matadouro/Charque/Jardim Ícaro	30	424
37	Mirante do Vale	40	24
38	Nova Guará	40	1257
39	Parque das Alamedas	40	108
40	Parque das Árvores	30	306
41	Parque das Garças	30	87
42	Parque do Sol	40	317
43	Parque Residencial Beira Rio I	40	393
44	Parque Residencial Beira Rio II	40	99
45	Parque Santa Clara - CDHU - B4 - B5 - B6	30	168
46	Parque São Francisco	30	444
47	Pedregulho	30	1478

48	Pedreira - Lot. David F. Coelho I e II	10	529
49	Pingo de Ouro	30	160
50	Pólo Industrial de Guaratinguetá	20	5
51	Portal das Colinas	40	214
52	Parque Alberto Byington - Vila Paraíba	40	246
53	Residencial Nino	30	56
54	Rocinha	10	70
55	Santa Edwirges - Capituba - Pilões	40	98
56	Santa Rita - São Bento	20	517
57	São Dimas - Jardim Panorama - Lot. Cappio	30	571
58	São Manoel	40	393
59	São Sebastião / Santa Clara	30	104
60	Tamandaré - Sucupira - Vila Broca	10	488
61	Vila Aves - Vovó Chiquinha	10	396
62	Vila Antunes	20	324
63	Vila Bela - Lot. Santa Maria - A	20	311
64	Vila Galvão -- Pedregulho	30	291
65	Vila Jacobelli - Campo do Galvão	10	396
66	Vila Mollica - Vila Cel. Bento Ribeiro	30	282
67	Vila Pajé -- Pedregulho	30	336
68	Vila Paraíba	40	515
69	Vila Paulista - Eng. Neiva - Vila Regina	20	541
70	Vila Paulista - Eng. Neiva - Vila Sapé	20	533
71	Vila Rosa - Inter. Park - Lot. Santa Maria	20	137
72	Vila Santa Rita - Vila Angelina	20	443
73	Vila São José - Vila Guará	20	222
74	Vila Com. Rois. Alves - Pedregulho	30	427
		Total	25199

4.2 Relação de Consumo por Bairro

4.2.10 Histórico e a Importância da Hidromedição

No ano 1050 a.C., surgem no Oásis de Gadamés, Norte da África, os primeiros medidores que se tem notícia. Assim, a água para o consumo é uma das mais antigas formas de medição que se conhece.

Os romanos, a mais de 2.000 anos, utilizando o método de calhas abertas, iniciaram a medição da água aos consumidores. Porém estas medições limitavam-se a indicar a vazão aduzida ao consumidor, e não o volume total consumido como ocorre hoje. Em fins do século XIX, na Europa, apareceram os medidores com integrador ou totalizador, que utilizavam complicados

mecanismos de pistões, e a partir de 1920, aos poucos, foram substituídos pelos medidores que utilizam elementos giratórios.

Em 1946, uma empresa instala-se no Brasil com o nome de Companhia Brasileira de Medidores, inicialmente montando, com base importada da França, os medidores do tipo volumétrico e de velocidade.

A hidromedição em sistemas de distribuição pode ser definida como a medição da água fornecida a consumidores individuais, através de hidrômetros. A importância da medição é constatada em inúmeros trabalhos publicados, além de relatórios internos de Companhias Distribuidoras, que mostram até mesmo a simples presença do medidor sendo responsável pela redução do desperdício.

Para ilustrar, destacam-se alguns trabalhos realizados: (Schlumberger, 1992)

4.2.2 Os Bancos de Dados

a-) Na cidade de Palmares/PE, foi realizada uma pesquisa em 1.214 casas. Comparados os consumos em diferentes situações de medição, foi possível constatar uma redução de :

46,3% a menos entre a casa com medidor parado e a sem medidor;

56% a menos entre a casa com medidor funcionando e a com medidor parado;

80,6% a menos entre a casa com medidor funcionando e a sem medidor.

b-) Em Ivinhema/MS, o departamento de engenharia realizou estudo de campo constatando os seguintes fatos; a partir da instalação de sistema de medição nos pontos de consumo:

- A micromedição resolve inteiramente o problema da intermitência do abastecimento d'água;



- Há redução no volume total da água demandada, possibilitando o aumento de áreas atendidas;
- O consumo de energia elétrica foi reduzido em 27%;
- O consumo per capita diário reduziu-se de 230 para 140 litros;
- Cada usuário paga o que realmente consome;
- O consumidor economiza água, evitando o desperdício;
- A diminuição no consumo reduz os custos operacionais e de manutenção do sistema;
- Permite previsões de demandas, podendo programar melhor futuras expansões do sistema;
- Permite a estruturação de um programa de controle de perdas, melhorando o faturamento da empresa.

4.2.2 Os Bancos de Dados

4.2.2.1 Volume medido x Volume analisado

O hidrômetro pode ser dividido em duas partes básicas: a parte molhada e a seca.

A parte molhada ou de medição, é constituída pela turbina, câmara de medição (nos multijatos) e base intermediária ou platina. Por estar em contato direto com a água, é a parte mais sujeita a desgaste, e a que deve ser sempre verificada nas manutenções.

A parte seca, também chamada de relojoaria ou registrador, transforma a rotação da turbina em dígitos de metro cúbico ou fração, e nos hidrômetros magnéticos, esta parte inclui o trem redutor completo.

As unidades consumidoras abastecidas pelo sistema em estudo, são obrigatoriamente dotadas de sistema de medição de consumo, o qual evoluiu com o avanço da tecnologia.

Nos antigos medidores mecânicos, a parte deste em contato com a água, incluía mecanismos de redução, formado por um conjunto de várias



engrenagens, sujeitos a desgastes e travamentos. Este problema foi solucionado nos medidores magnéticos que possuem suas engrenagens na parte seca do medidor, os quais foram adotados pela autarquia municipal no início de 1990.

Todo hidrômetro está sujeito a cumprir requisitos de performance, principalmente erros máximos de medição e perda de carga máxima. Esses requisitos no Brasil são regidos pela Norma ABNT NBR 8193, consultada juntamente com a Norma NBR 8195 (Métodos de Ensaio).

Com respeito aos erros de medição, o hidrômetro deve sempre indicar a quantidade de água com um erro inferior a $\pm 2\%$ em vazões maiores e $\pm 5\%$ em vazões menores, conforme a Figura 3.

Analisando a curva notamos que os medidores Classe B tem uma faixa de trabalho maior, devendo medir com precisão desde 1% da vazão máxima, enquanto os Classe A começam a marcar com precisão somente acima de 2% da vazão máxima.

Por exemplo, um medidor de vazão máxima de $10 \text{ m}^3/\text{h}$, se for Classe B mede com precisão acima de 100 l/h , e se for Classe A, mede com precisão acima de 200 l/h .

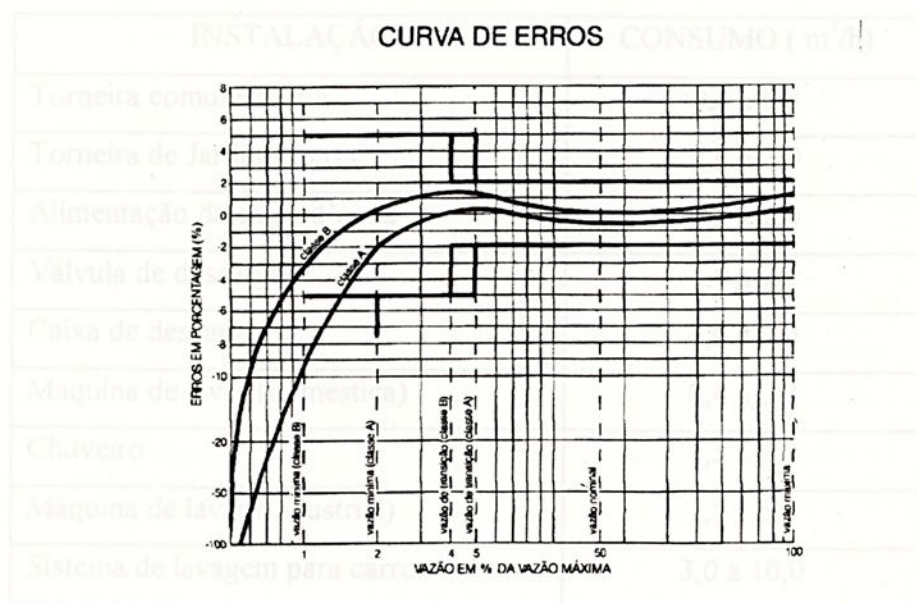


FIGURA 3 - Curva de Erros (Schlumberger, 1992).

Para cada capacidade de hidrômetro em função da vazão, existe uma faixa ideal de trabalho. Se o hidrômetro for muito grande para a vazão da linha, deixará de marcar boa parte da água consumida, além do uso de um medidor mais caro. Por outro lado, um hidrômetro funcionando em regime acima de sua capacidade sofrerá desgastes e avarias prematuras no mecanismo, podendo apresentar rupturas em peças móveis e provocar alta perda de carga, diminuindo a pressão disponível ao consumidor.

Portanto, para se obter bons resultados na hidromedição e ter períodos bem definidos para a manutenção é necessário dimensionar o medidor corretamente. Existem duas formas para dimensionar um hidrômetro:

a-) Por demanda prevista:

É a forma mais correta de dimensionar o medidor. Avalia a partir das instalações do consumidor, qual vai ser a vazão máxima e contínua e, qual a capacidade do modelo adequado à instalação.

A Tabela 9 abaixo indica o consumo de alguns equipamentos comuns.

TABELA 9 - Tipos de Instalações

INSTALAÇÃO	CONSUMO (m ³ /h)
Torneira comum aberta	0,4 a 0,8
Torneira de Jardim aberta	1,0 a 2,0
Alimentação da caixa d'água	1,0 a 2,0
Válvula de descarga	5,0 a 7,5
Caixa de descarga	1,0 a 2,0
Máquina de lavar (doméstica)	0,4 a 0,8
Chuveiro	1,5 a 3,0
Máquina de lavar (industrial)	1,5 a 5,0
Sistema de lavagem para carros	3,0 a 10,0

Para determinação de consumos comerciais e complexos industriais pode-se obter tabelas em bibliografias específicas de hidráulica ou em informações dos fabricantes.

b-) Dimensionamento por consumo estimado.

Como o dimensionamento por demanda máxima necessita dados da instalação, nem sempre disponíveis, costuma-se dimensionar a instalação pela estimativa do volume a consumir, e para isso usa-se as tabelas 10 e 11 abaixo:

TABELA 10 - Consumo per capita (litros/dia).

Casas populares	120 per capita
Residências	150 per capita
Apartamento	200 per capita
Hotéis	120 por hóspede
Hospitais	150 por leito
Restaurantes	25 por refeição
Matadouro	300 por cabeça abatida
Posto de serviço	150 por veículo
Escolas/Internatos	150 per capita
Escolas/Externatos	50 per capita

TABELA 11 - Dimensionamento por consumo estimado.

$m^3/mês$	m^3/dia	HIDRÔMETRO ($m^3/mês$)
0-90	0-3	1,5
60-180	2-6	3
120-250	4-8,4	5
210-350	7-11,7	7
300-540	10-18	10
430-900	14-30	20
750-1500	25-50	30

Em caso de consumidores industriais ou comerciais, levando-se em conta o funcionamento de apenas algumas horas por dia, temos um consumo mensal baixo, mas com pico de vazão elevado. Casas de veraneio também costumam mostrar um consumo não muito elevado, apesar dos medidores trabalharem acima da capacidade no momento de grande vazão, como ao encher uma piscina, apresentando desgastes elevados.

As campanhas voltadas para a eliminação de vazamentos, tem resultado em grande economia, que viabilizam um atendimento adicional a novos consumidores, permitindo adiar ampliações de sistemas, estabelecendo o equilíbrio razoável entre oferta e demanda de água.

No caso em enfoque, foram analisados os dados fornecidos pelo SAAEG - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guaratinguetá, no período de 1993 a 1996. Esses dados foram denominados de "Consumo Sujo", apresentando o consumo de água anual mensal de cada um dos 74 bairros já citados anteriormente, e divididos em suas respectivas zonas, de acordo com a localização de cada bairro. Foi realizado um tratamento dos dados, no qual foi utilizada uma técnica de consistência, desprezando-se valores que se apresentassem fora de uma faixa de 30% do valor médio apresentado durante o ano. Dessa forma, foi feito o tratamento inicial do banco de dados, obtendo os dados limpos, denominados de "Consumo Limpo", com os quais foi possível trabalhar, resultando nas Tabelas 12, 13, 14, 15 e 16 que serão apresentadas a seguir, onde:

CL = Consumo Limpo;

CS = Consumo Sujo;

$$\% = \frac{CS - CL}{CS} \times 100$$

TABELA 12 - Zona 10 - Consumo médio em m³/mês no período 1993 - 1996

Zona10	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Bairro11	Campo do Galvão												Média
CL	12839	13032	13412	15762	13725	15165	13225	14274	13734	13194	13392	15009	13896,92
CS	20505	20919	22835	15921	14107	15418	13519	14278	13734	21307	13799	15581	16826,92
%	37,39	37,70	41,27	1,00	2,71	1,64	2,17	0,03	0,00	38,08	2,95	3,67	14,05
Bairro13	Centro												
CL	22032	22696	22125	24528	24984	22111	21843	23462	22497	21577	22565	23245	22805,42
CS	25744	23163	22474	24628	25307	22111	22084	23827	32505	21377	22373	23457	24087,50
%	14,42	2,02	1,55	0,41	1,28	0,00	1,09	1,53	30,79	0,94	0,86	0,90	4,65
Bairro14	Centro - Lot. Santa Paula												
CL	6072	5924	5858	6846	6802	6127	6224	6466	6580	5900	6511	6852	6346,83
CS	5957	6077	6484	6962	6886	5957	6188	6466	6580	5948	7178	6954	6469,75
%	1,93	2,52	9,65	1,67	1,22	2,85	0,58	0,00	0,00	0,81	9,29	1,47	2,67
Bairro15	Chacara Selles												
CL	131	101	76	73	94	58	74	60	37	60	87	0	70,92
CS	131	101	76	73	94	58	74	60	37	60	87	0	70,92
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
Bairro21	Figueira - Jd Padroeira - Augusto Filipo												
CL	6410	6236	6461	7032	6415	6455	6442	6668	6365	6126	6638	6454	6475,17
CS	6974	6236	6461	6933	6589	6455	6442	6668	15975	15742	6728	6795	8166,50
%	8,09	0,00	0,00	1,43	2,64	0,00	0,00	0,00	60,16	61,08	1,34	5,02	11,65
Bairro28	Jardim Nova Era - Vila Santa Maria												
CL	5474	5110	5855	5799	5179	5823	5847	5596	5325	5238	5609	5376	5519,25
CS	5416	4843	5855	5799	5179	5823	5847	5596	5325	5238	5609	5376	5492,17
%	1,07	5,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
Bairro3	Alto de São João												
CL	7891	9102	9483	11270	11712	11060	10527	10980	9499	10752	10129	11354	10313,25
CS	7891	9102	10073	11155	11278	18660	10093	10980	9499	10752	10497	14606	11215,50
%	0,00	0,00	5,86	1,03	3,85	40,73	4,30	0,00	0,00	0,00	3,51	22,26	6,79

Bairro30	Jardim Tamarandé												
CL	7055	7421	7211	7856	6940	7744	6511	7096	6651	6096	7030	7143	7062,83
CS	7055	8039	7330	8045	7239	7744	6538	7090	6957	5637	7030	7184	7157,33
%	0,00	7,69	1,62	2,35	4,13	0,00	0,41	0,08	4,40	8,14	0,00	0,57	2,45
Bairro4	Alto de São João - Alto das Almas												
CL	5745	6266	6026	6537	6188	6398	5787	5989	5666	5560	5628	6531	6026,75
CS	5841	6266	6026	6537	6188	6398	5787	5989	5666	5560	5711	6531	6041,67
%	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,26
Bairro48	Pedreira - Lot David F. Coelho I e II												
CL	8726	8978	9439	9422	8282	9660	7965	8784	8666	8233	7983	8830	8747,33
CS	8778	8886	9897	9441	8291	9730	7881	9206	8574	8141	18024	8867	9643,00
%	0,59	1,04	4,63	0,20	0,11	0,72	1,07	4,58	1,07	1,13	55,71	0,42	5,94
Bairro54	Rocinha												
CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
CS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
%													0,00
Bairro60	Tamarandé - Sucupira - Vila Broca												
CL	8420	8423	8231	9023	8377	9134	8060	8659	8039	7791	7762	8547	8372,17
CS	8374	8365	8118	9893	8377	9198	8060	9050	8212	7945	7828	18312	9311,00
%	0,55	0,69	1,39	8,79	0,00	0,70	0,00	4,32	2,11	1,94	0,84	53,33	6,22
Bairro61	Vila Alves - Vovó Chiquinha												
CL	7286	8000	7062	7594	7594	7664	6759	6902	6877	6811	7009	7580	7261,50
CS	7286	8259	7062	7049	7667	8217	6759	7914	8296	6814	17102	7580	8333,75
%	0,00	3,13	0,00	7,73	0,95	6,72	0,00	12,78	17,10	0,04	59,01	0,00	8,96
Bairro65	Vila Jacobelli - Campo do Galvão												
CL	7256	7025	7071	8323	7272	7241	6967	7690	6543	6485	7061	6856	7149,17
CS	7266	7025	7014	8427	7094	7612	6919	7690	6553	6485	7451	6856	7199,33
%	0,14	0,00	0,81	1,23	2,51	4,87	0,69	0,00	0,15	0,00	5,23	0,00	1,30

TABELA 13 - Zona 20 - Consumo médio em m³/mês no período 1993 - 1996

Zona20	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Bairro2	Alto de São Benedito												Média
CL	5482	5547	5084	5751	5803	6136	5435	5754	5519	5386	5403	5618	5576,50
CS	5482	5618	5296	5877	5899	6136	5435	5954	5519	5492	5403	5705	5651,33
%	0,00	1,26	4,00	2,14	1,63	0,00	0,00	3,36	0,00	1,93	0,00	1,52	1,32
Bairro5	Belvedere - Clube dos 500												
CL	4565	4784	4707	4793	4679	4468	4613	4901	4870	4229	4285	4130	4585,33
CS	4565	4886	4786	4793	4679	4639	4782	4901	4870	4228	4654	4350	4677,75
%	0,00	2,09	1,65	0,00	0,00	3,69	3,53	0,00	0,00	0,02	7,93	5,06	2,00
Bairro9	Campinho												
CL	8321	8338	7715	9075	7820	8354	7641	7910	7730	7584	7562	7852	7991,83
CS	8321	8338	7825	9075	7820	8354	17013	7910	7730	7584	7562	7852	8782,00
%	0,00	0,00	1,41	0,00	0,00	0,00	55,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,71
Bairro10	Campinho - Jardim Modelo												
CL	15215	5759	5703	6631	5600	5839	6226	5427	5760	4677	5857	6011	6558,75
CS	15215	5827	5778	6631	5600	5839	6384	5525	5760	4677	15821	6287	7445,33
%	0,00	1,17	1,30	0,00	0,00	0,00	2,47	1,77	0,00	0,00	62,98	4,39	6,17
Bairro18	Chacaras Paturi - Belvedere												
CL	2427	2262	2016	1985	2367	2127	2226	2125	1907	1758	1559	2388	2095,58
CS	2427	2262	2016	1985	2367	2753	2226	2453	1907	1758	1559	2388	2175,08
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,74	0,00	13,37	0,00	0,00	0,00	0,00	3,01
Bairro31	Jardim Vista Alegre												
CL	4395	4185	4135	4616	4157	4218	4179	4155	3891	3847	3943	3945	4138,83
CS	4395	4109	4135	4616	4237	4257	4572	4155	4010	3847	3943	3945	4185,08
%	0,00	1,85	0,00	0,00	1,89	0,92	8,60	0,00	2,97	0,00	0,00	0,00	1,35

Bairro34	Jd Primavera - Vila Brasil												
CL	8503	9134	9251	9958	8858	8734	8595	8192	8444	8361	7791	8274	8674,58
CS	8503	9104	9332	9958	8847	8734	8716	8192	8562	8481	7791	8274	8707,83
%	0,00	0,33	0,87	0,00	0,12	0,00	1,39	0,00	1,38	1,41	0,00	0,00	0,38
Bairro50	Polo Industrial												
CL	15	18	16	16	20	0	0	0	0	0	0	95	15,00
CS	15	18	16	16	20	0	0	0	0	0	0	0	7,08
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bairro56	Santa Rita - Santo Bento												
CL	9082	9956	9318	10939	9629	9232	9510	8968	9251	8546	8833	9764	9419,00
CS	9368	10024	9402	10939	9464	9232	9803	8968	9401	8717	8833	9764	9492,92
%	3,05	0,68	0,89	0,00	1,74	0,00	2,99	0,00	1,60	1,96	0,00	0,00	1,08
Bairro62	Vila Antunes												
CL	6424	7058	6447	7222	6750	6467	7258	6479	6272	6312	6512	6674	6656,25
CS	16154	7058	6447	7328	6747	6467	7531	6815	6272	6312	6512	6674	7526,42
%	60,23	0,00	0,00	1,45	0,04	0,00	3,63	4,93	0,00	0,00	0,00	0,00	5,86
Bairro63	Vila Bela - Lot. Santa Maria - A												
CL	5516	5626	5405	5742	5569	5414	5137	5988	5041	4435	5416	5047	5361,33
CS	5881	5570	5249	5742	5718	5431	6122	6458	5309	4626	5558	5047	5559,25
%	6,21	1,01	2,97	0,00	2,61	0,31	16,09	7,28	5,05	4,13	2,55	0,00	4,02
Bairro69	Vila Paulista - Eng. Nelva - Vila Regina												
CL	10377	10701	9827	11475	10147	10181	10652	10356	9823	9356	10135	9835	10238,75
CS	10377	10574	9702	11540	10420	10531	10608	10414	9823	9489	10135	9921	10294,50
%	0,00	1,20	1,29	0,56	2,62	3,32	0,41	0,56	0,00	1,40	0,00	0,87	1,02
Bairro70	Vila Paulista - Eng. Nelva - Vila Sapé												
CL	9369	9354	8954	10674	9005	9294	8500	9092	8732	7671	8429	9041	9009,58
CS	9369	11228	9074	10925	9295	9380	8500	9093	8818	7565	8429	9104	9231,67
%	0,00	16,69	1,32	2,30	3,12	0,92	0,00	0,01	0,98	1,40	0,00	0,69	2,29

TABELA 14 - Zona 30 - Consumo médio em m³/mês no período 1993 - 1994

Bairro71	Vila Rosa - Inter Park - Lot. Santa Maria												
CL	2694	2927	2710	2884	2595	2775	2756	2566	2447	2802	2212	2322	2640,83
CS	2694	3256	2710	2884	2595	2871	2756	2566	2447	2802	2212	2322	2676,25
%	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	3,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12
Bairro72	Vila Santa Rita - Vila Angellna												
CL	7293	7711	7474	8236	7652	7968	7368	7521	7689	7030	7587	7599	7594,00
CS	7293	7711	7511	8236	7652	8046	7368	7521	7767	7030	7587	7599	7610,08
%	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,21
Bairro73	Vila São José - Vila Guará												
CL	4236	4210	4096	4871	4258	4204	3956	3770	3929	3575	3588	3983	4056,33
CS	4236	4210	4096	4871	4258	4204	4148	3770	4106	3575	3588	3983	4087,08
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,63	0,00	4,31	0,00	0,00	0,00	0,74

TABELA 14 - Zona 30 - Consumo médio em m³/mês no período 1993 - 1996

Zona 30	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Bairro6	BNH - Vila Comendador - Jd Rony												Média
CL	9726	8882	9477	10111	8834	9559	9453	9732	8932	9332	9445	9066	9379,08
CS	10365	8787	9478	19111	8916	9559	9426	9829	8932	9332	18538	9067	10945,00
%	6,16	1,08	0,01	47,09	0,92	0,00	0,29	0,99	0,00	0,00	49,05	0,01	8,80
Bairro7	Bom Jardim												
CL	1866	1724	1468	1416	1377	1427	1413	1477	1496	1498	1414	1414	1499,17
CS	1866	1724	1468	1416	1377	1427	1413	1598	1593	1498	1414	1414	1517,33
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,57	6,09	0,00	0,00	0,00	1,14
Bairro8	Bosque dos Ipês												
CL	828	731	740	791	697	781	779	720	740	770	757	746	756,67
CS	828	731	740	791	697	781	779	720	740	770	757	746	756,67
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bairro12	CDHU - B1 - B2 - B3												
CL	4814	4425	4711	4900	3920	4501	3997	4297	4027	3729	4034	4090	4287,08
CS	6480	4425	4711	4900	3920	4501	13995	4297	4027	3729	14033	4090	6092,33
%	25,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	71,44	0,00	0,00	0,00	71,25	0,00	14,03
Bairro20	Dr. Walter Arantes - Esplanada Indiana												
CL	0	5	0	5	0	5	5	4	4	4	4	5	3,42
CS	0	5	0	5	0	5	5	4	4	4	4	5	3,42
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bairro22	Jardim Aeroporto												
CL	9023	7835	8065	8114	6909	8254	7424	7737	6955	7086	6913	7042	7613,08
CS	9023	7940	8464	8114	6909	8254	7424	7833	7029	7086	6913	7042	7669,25
%	0,00	1,32	4,71	0,00	0,00	0,00	0,00	1,23	1,05	0,00	0,00	0,00	0,69
Bairro23	Jardim Bela Vista												
CL	678	693	639	614	532	621	410	554	409	416	385	364	526,25
CS	678	693	639	614	532	10608	410	554	409	416	385	364	1358,50
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	94,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,85

Bairro27	Jardim Esplanada												
CL	1340	1260	1090	1155	1020	1065	1049	1070	1001	1130	1133	998	1109,25
CS	1340	1260	1090	1155	1020	1065	1049	1069	1003	1130	1133	998	1109,33
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,20	0,00	0,00	0,00	0,02
Bairro29	Jardim Santa Luzia												
CL	9667	9509	9763	9656	8714	8875	8309	8946	8485	7715	9346	8356	8945,08
CS	9721	9513	9763	9656	8714	8875	8309	8946	8496	7715	9446	8406	8963,33
%	0,56	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	1,06	0,59	0,20
Bairro32	Jardim Independência - Cecap -- Pedregulho												
CL	9772	9174	9664	9472	8497	9068	8718	9072	8636	8295	9214	8535	9009,75
CS	19403	9174	9664	9472	8497	9151	8718	9072	8636	8295	9215	8613	9825,83
%	49,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,91	4,29
Bairro33	Jd Pérola - Coelho Neto -- Pedregulho												
CL	7121	6896	7391	6980	6702	7398	6778	7474	6975	6582	7390	6646	7027,75
CS	7121	6896	7349	6939	6702	7398	6778	7474	7072	6655	7388	6646	7034,83
%	0,00	0,00	0,57	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	1,37	1,10	0,03	0,00	0,30
Bairro36	Matadouro/Charque/Jardim Ícaro												
CL	9548	8177	8753	8408	6984	8923	7754	9357	8037	8248	8553	8595	8444,75
CS	14489	8078	8753	7589	7178	9230	8132	9446	8109	8248	8665	8595	8876,00
%	34,10	1,23	0,00	10,79	2,70	3,33	4,65	0,94	0,89	0,00	1,29	0,00	4,99
Bairro40	Parque das Árvores												
CL	6633	5693	5863	5926	5373	5835	5373	5808	5250	5254	5298	5479	5648,75
CS	8146	5697	5863	5926	5373	5835	5509	5808	5250	5254	5298	5495	5787,83
%	18,57	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	2,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	1,78
Bairro41	Parque das Garças												
CL	1209	1126	942	850	871	809	914	924	961	970	1035	863	956,17
CS	1209	1127	942	850	871	809	914	1049	961	970	1015	863	965,00
%	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,92	0,00	0,00	1,97	0,00	1,16

Bairro45	Parque Santa Clara - CDHU - B4 - B5 - B6												
CL	2843	2615	2911	2841	2333	2738	2640	2542	2366	2488	2467	2485	2605,75
CS	3676	2615	2911	2841	2333	2738	12638	22538	2366	2886	22463	2485	6874,17
%	22,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,11	88,72	0,00	13,79	89,02	0,00	24,44
Bairro46	Parque São Francisco												
CL	10550	10083	10069	10350	8481	10482	9570	9679	8697	8734	9222	9437	9612,83
CS	10550	10083	10069	10350	8481	10482	9570	9679	8697	8734	9222	9437	9612,83
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bairro47	Pedregulho												
CL	28175	27628	29643	28750	26917	28922	27342	28947	27123	26724	28590	27309	28005,83
CS	43632	27761	31729	28799	26693	28992	27644	29407	26941	26907	27943	27475	29493,58
%	35,43	0,48	6,57	0,17	0,84	0,24	1,09	1,56	0,68	0,68	2,32	0,60	4,22
Bairro49	Pingo de Ouro												
CL	2871	2686	2875	2849	2829	2835	2661	2914	2592	2641	2796	2608	2763,08
CS	2871	2643	2875	2849	2829	2835	2661	2914	2592	2641	2796	2608	2759,50
%	0,00	1,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
Bairro53	Residencial Nino												
CL	1286	1098	1265	1115	1108	1269	1089	1016	938	983	874	789	1069,17
CS	1286	1098	1616	1854	1180	1390	1091	1016	938	983	874	789	1176,25
%	0,00	0,00	21,72	39,86	6,10	8,71	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,38
Bairro57	São Dimas - Jd. Panorama - Lot. Cappio												
CL	11014	11661	13366	12152	10934	12800	11197	11643	11357	10376	11199	11254	11579,42
CS	11014	11661	13441	12152	10934	13419	12177	11930	11357	29032	11250	11723	13340,83
%	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	4,61	8,05	2,41	0,00	64,26	0,45	4,00	7,03
Bairro59	São Sebastião/Santa Clara												
CL	1614	1574	1634	1684	1524	1512	1473	1581	1392	1333	1417	1368	1508,83
CS	1614	1574	1634	1684	1524	1512	1473	1581	1392	1333	1417	1368	1508,83
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

TABELA 13 - Zona 40 - Consumo médio em m³/mês no período 1993 - 1996

Bairro64	Vila Galvão -- Pedregulho												
CL	4839	4876	5166	4998	4639	4896	4657	4911	4859	4836	4804	4736	4851,42
CS	7177	5276	5295	5069	4639	4896	4657	5095	4921	4836	4804	4836	5125,08
%	32,58	7,58	2,44	1,40	0,00	0,00	0,00	3,61	1,26	0,00	0,00	2,07	4,24
Bairro66	Vila Mollica - Vila Cel. Bento Ribeiro												
CL	6270	5453	6164	5868	4878	6195	5481	5670	5143	5227	5170	5297	5568,00
CS	6470	5560	6164	5868	4878	6195	5481	5670	5143	5227	5170	5308	5594,50
%	3,09	1,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,44
Bairro67	Vila Pajé -- Pedregulho												
CL	6129	5848	6614	6521	5936	6181	6025	6270	5648	5721	6410	5707	6084,17
CS	6129	5848	6614	6521	6017	6321	6025	6348	5730	5721	6410	5815	6124,92
%	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	2,21	0,00	1,23	1,43	0,00	0,00	1,86	0,67
Bairro74	VI Com Rois Alves												
CL	8424	8081	8537	8008	7779	8254	7860	8954	7591	8117	8019	8019	8136,92
CS	10549	8081	8537	8008	7837	8342	7962	8954	7591	8117	8283	8234	8374,58
%	20,14	0,00	0,00	0,00	0,74	1,05	1,28	0,00	0,00	0,00	3,19	2,61	2,42

%	1,18	0,00	0,00	1,14	0,00	3,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,58
Bairro24	Jardim do Vale I												
CL	17921	17894	18900	18363	17282	17854	18729	17286	14837	15381	18848	18222	17811,32
CS	17921	17894	20274	18921	17318	27987	18729	17286	14837	15403	18900	18222	18888,38
%	0,00	0,00	1,67	1,28	0,32	26,16	0,00	0,02	0,00	0,75	0,00	0,00	1,38
Bairro28	Jardim do Vale II												
CL	897	791	1117	494	505	989	853	933	325	400	989	109	885,25
CS	897	791	1223	494	505	989	853	933	325	400	989	109	884,75
%	0,00	0,00	8,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72
Bairro29	Jardim Esperança												
CL	1848	1840	1834	1723	1485	1481	1357	1233	1014	984	1840	984	1378,75
CS	1848	1840	2074	1723	1485	1481	1357	1233	1014	984	1840	984	1401,17
%	0,00	0,00	11,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09

TABELA 15 - Zona 40 - Consumo médio em m³/mês no período 1993 - 1996

Zona 40	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Bairro1	Afonso José C. Neto (IAPI) - Nova Guará												Média
CL	8736	7857	8221	7819	7660	8448	7676	8095	7446	6846	7417	7153	7781,17
CS	8736	7857	8409	7819	7858	8663	7677	8151	7446	6846	7417	7153	7836,00
%	0,00	0,00	2,24	0,00	2,52	2,48	0,01	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
Bairro16	Chácara Agrícolas - Belra Rio												
CL	648	600	603	672	653	614	540	561	514	504	524	530	580,25
CS	648	600	603	672	653	614	540	561	514	504	524	530	580,25
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Bairro17	Chacaras Agrícolas - Jardim do Vale												
CL	654	726	730	562	555	713	614	645	496	517	557	591	613,33
CS	654	726	730	562	555	713	614	645	496	517	557	591	613,33
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Bairro19	Cohab Bandeirantes - Nova Guará												
CL	9440	8615	9165	9506	8655	9865	8479	9149	8337	7897	8402	8119	8802,42
CS	9553	8672	9165	9618	8655	10260	8479	9149	8337	7897	8402	8210	8866,42
%	1,18	0,66	0,00	1,16	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,66
Bairro24	Jardim do Vale I												
CL	17921	17698	19930	18383	17262	17854	16729	17266	14857	15351	16644	16282	17181,42
CS	17921	17698	20268	18621	17318	27967	16729	17269	14857	15463	16644	16283	18086,50
%	0,00	0,00	1,67	1,28	0,32	36,16	0,00	0,02	0,00	0,72	0,00	0,01	3,35
Bairro25	Jardim do Vale II												
CL	897	791	1117	494	505	589	653	533	395	403	393	376	595,50
CS	897	791	1223	494	505	589	653	533	395	403	393	376	604,33
%	0,00	0,00	8,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72
Bairro26	Jardim Esperança												
CL	1848	1840	1834	1722	1486	1491	1357	1233	1016	884	1000	834	1378,75
CS	1877	1840	2074	1722	1486	1491	1357	1233	1016	884	1000	834	1401,17
%	1,55	0,00	11,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09

Bairro35	Lt. Capplo - Chac. Santana - Colonia - Hipica												
CL	2029	2518	2722	2181	2074	2313	1884	2691	2261	1793	1942	2423	2235,92
CS	2029	2518	2722	2181	2074	2586	1884	2691	2261	1793	1942	2423	2258,67
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88
Bairro37	Mirante do Vale												
CL	623	610	548	531	654	622	638	645	572	601	629	535	600,67
CS	623	610	548	531	654	622	638	645	693	777	629	535	625,42
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,46	22,65	0,00	0,00	3,34
Bairro38	Nova Guar												
CL	22498	21349	23901	23953	21045	23213	21387	22506	19652	18978	20243	20199	21577,00
CS	44309	21412	32910	24279	21155	23573	21491	22972	19783	19285	19716	20233	24259,83
%	49,22	0,29	27,37	1,34	0,52	1,53	0,48	2,03	0,66	1,59	2,67	0,17	7,32
Bairro39	Parque das Alamedas												
CL	1701	1599	1643	1485	1455	1574	1382	1399	1284	1249	1337	1311	1451,58
CS	1701	1599	1643	1485	1586	1574	1464	1448	1284	1249	1337	1311	1473,42
%	0,00	0,00	0,00	0,00	8,26	0,00	5,60	3,38	0,00	0,00	0,00	0,00	1,44
Bairro42	Parque do Sol												
CL	3816	4149	3838	3801	3458	3556	3208	3164	3062	2884	3125	2748	3400,75
CS	3831	4198	3838	3801	3458	3556	3208	3164	3134	2884	3125	2748	3412,08
%	0,39	1,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30	0,00	0,00	0,00	0,32
Bairro43	Parque Residencial Beira Rio I												
CL	6310	6472	6904	6566	6126	6388	6062	5921	5726	5415	5823	5549	6105,17
CS	6312	6481	7025	6566	6126	6388	6062	5997	5726	5455	5838	5591	6130,58
%	0,03	0,14	1,72	0,00	0,00	0,00	0,00	1,27	0,00	0,73	0,26	0,75	0,41
Bairro44	Parque Residencial Beira Rio II												
CL	1530	1700	1636	1599	1376	1414	1256	1274	1285	1258	1216	1280	1402,00
CS	1530	1700	1636	1599	1376	1414	1256	1386	1285	1258	1216	1280	1411,33
%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67
Bairro51	Portal das Collnas												
CL	5773	5615	4976	4944	5293	5163	4947	5230	4694	4603	5017	4650	5075,42
CS	5773	5619	4980	5029	5293	5163	4938	5230	4694	4659	5017	4650	5087,08
%	0,00	0,07	0,08	1,69	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	1,20	0,00	0,00	0,27

Bairro62	Pq. Alberto Byington												
CL	9073	8657	8631	8434	9290	10000	8835	9843	8059	9019	8797	8932	8964,17
CS	9073	8901	8631	8434	9290	10065	8835	9943	8059	9029	8581	8932	8981,08
%	0,00	2,74	0,00	0,00	0,00	0,65	0,00	1,01	0,00	0,11	2,52	0,00	0,59
Bairro65	Santa Edwiges - Capituba - Pilões												
CL	5716	4931	5368	3614	4723	4301	4939	5377	5405	3361	4705	4187	4718,92
CS	5716	4931	5368	3798	5284	4530	5062	11148	5405	3361	4705	4428	5311,33
%	0,00	0,00	0,00	4,84	10,62	5,06	2,43	51,77	0,00	0,00	0,00	5,44	6,68
Bairro68	São Manoel												
CL	7707	7965	7815	7820	7776	7850	7275	8188	7122	7235	7050	6617	7535,00
CS	7747	7965	7815	8146	7776	7850	7275	8188	7122	11100	7050	6617	7887,58
%	0,52	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,82	0,00	0,00	3,28
Bairro68	Vila Paraíba												
CL	15977	15171	16566	15635	14535	16577	15354	16309	13615	13578	14678	14942	15244,75
CS	16139	15311	16821	15307	14650	16795	15534	16498	13692	13578	15363	15248	15411,33
%	1,00	0,91	1,52	2,14	0,78	1,30	1,16	1,15	0,56	0,00	4,46	2,01	1,42

4.2.2.2 Resumo por Bairro e Zona

A demanda mensal por unidade consumidora, foi calculada dividindo-se a média anual do consumo sujo pelo número de unidades consumidoras do respectivo bairro, a demanda por unidade consumidora diária, foi obtida, dividindo-se o somatório do consumo sujo de cada bairro por dia e por unidade consumidora.

TABELA 16 - Zona 10 - Demanda média por unidade consumidora

Zona10		m ³ /mês	m ³ /dia
Bairro11	Campo do Galvão	23,3	0,78
Bairro13	Centro	20,7	0,69
Bairro14	Centro - Lot. Santa Paula	20,5	0,68
Bairro15	Chácara Selles	8,8	0,30
Bairro21	Figueira - Jd Padroeira - Augusto Filipo	25,2	0,84
Bairro28	Jardim Nova Era - Vila Santa Maria	17,1	0,57
Bairro3	Alto de São João	26,5	0,88
Bairro30	Jardim Tamandaré	14,5	0,48
Bairro4	Alto de São João - Alto das Almas	15,7	0,52
Bairro48	Pedreira - Lot David F. Coelho I e II	18,2	0,61
Bairro54	Rocinha	0,0	0,00
Bairro60	Tamandaré - Sucupira - Vila Broca	19,1	0,64
Bairro61	Vila Alves - Vovó Chiquinha	21,0	0,70
Bairro65	Vila Jacobelli - Campo do Galvão	18,2	0,61

TABELA 17 - Zona 20 - Demanda média por unidade consumidora

Zona20		m ³ /mês	m ³ /dia
Bairro2	Alto de São Benedito	16,5	0,55
Bairro5	Belvedere - Clube dos 500	21,5	0,72
Bairro9	Campinho	20,4	0,68
Bairro10	Campinho - Jardim Modelo	22,6	0,75
Bairro18	Chácaras Paturi - Belvedere	44,4	1,48
Bairro31	Jardim Vista Alegre	15,1	0,50
Bairro34	Jd Primavera - Vila Brasil	18,1	0,60
Bairro50	Polo Industrial	1,4	0,05
Bairro56	Santa Rita - Santo Bento	18,4	0,61
Bairro62	Vila Antunes	23,2	0,77
Bairro63	Vila Bela - Lot. Santa Maria - A	17,9	0,60
Bairro69	Vila Paulista - Eng. Neiva - Vila Regina	19,0	0,63
Bairro70	Vila Paulista - Eng. Neiva - Vila Sapê	17,3	0,58
Bairro71	Vila Rosa - Inter Park - Lot. Santa Maria	19,5	0,65
Bairro72	Vila Santa Rita - Vila Angelina	17,2	0,57
Bairro73	Vila São José - Vila Guará	18,4	0,61

TABELA 18- Zona 30 - Demanda média por unidade consumidora

Zona 30		m ³ /mês	m ³ /dia
Bairro6	BNH - Vila Comendador - Jd Rony	22,9	0,76
Bairro7	Bom Jardim	17,2	0,57
Bairro8	Bosque dos Ipês	16,4	0,55
Bairro12	CDHU - B1 - B2 - B3	22,2	0,74
Bairro20	Dr. Walter Arantes - Esplanada Indiana	1,7	0,06
Bairro22	Jardim Aeroporto	19,9	0,66
Bairro23	Jardim Bela Vista	20,6	0,69
Bairro27	Jardim Esplanada	15,0	0,50
Bairro29	Jardim Santa Luzia	15,5	0,52
Bairro32	Jardim Independência - Cecap - Pedregulho	21,5	0,72
Bairro33	Jd Pérola - Coelho Neto - Pedregulho	19,3	0,64
Bairro36	Matadouro/Charque/Jardim Ícaro	20,9	0,70
Bairro40	Parque das Árvores	18,9	0,63
Bairro41	Parque das Garças	11,1	0,37
Bairro45	Parque Santa Clara - CDHU - B4 - B5 - B6	40,9	1,36
Bairro46	Parque São Francisco	21,7	0,72
Bairro47	Pedregulho	20,0	0,67
Bairro49	Pingo de Ouro	17,2	0,57
Bairro53	Residencial Nino	21,0	0,70
Bairro57	São Dimas - Jd. Panorama - Lot. Cappio	23,4	0,78
Bairro59	São Sebastião/Santa Clara	14,5	0,48
Bairro64	Vila Galvão - Pedregulho	17,6	0,59
Bairro66	Vila Mollica - Vila Cel. Bento Ribeiro	19,8	0,66
Bairro67	Vila Pajé - Pedregulho	18,2	0,61
Bairro74	VI Com Rois Alves	19,6	0,65

TABELA 19 - Zona 40 - Demanda média por unidade consumidora

Zona 40		m ³ /mês	m ³ /dia
Bairro1	Afonso José C. Neto (IAPÍ) - Nova Guará	18,8	0,63
Bairro16	Chácara Agrícolas - Beira Rio	13,8	0,46
Bairro17	Chácara Agrícolas - Jardim do Vale	13,6	0,45
Bairro19	Cohab Bandeirantes - Nova Guará	20,2	0,67
Bairro24	Jardim do Vale I	16,6	0,55
Bairro25	Jardim do Vale II	5,3	0,18
Bairro26	Jardim Esperança	8,6	0,29
Bairro35	Lt. Cappio - Chac. Santana - Colônia - Hípica	26,6	0,89
Bairro37	Mirante do Vale	26,1	0,87
Bairro38	Nova Guará	19,3	0,64
Bairro39	Parque das Alamedas	13,6	0,45
Bairro42	Parque do Sol	10,8	0,36
Bairro43	Parque Residencial Beira Rio I	15,6	0,52
Bairro44	Parque Residencial Beira Rio II	14,3	0,48
Bairro51	Portal das Colinas	23,8	0,79
Bairro52	Pq. Alberto Byington	36,5	1,22
Bairro55	Santa Edwiges - Capituba - Pilões	54,2	1,81
Bairro58	São Manoel	20,1	0,67
Bairro68	Vila Paraíba	29,9	1,00

Na Tabela 20, o erro por unidade consumidora é dado em porcentagem. É calculado dividindo-se a média da porcentagem da variação entre o consumo sujo e o consumo limpo pelo total de unidades consumidoras de cada zona.

TABELA 20 - Média total por zona

	m ³ /mês	m ³ /dia	Erro (%)	N. de Unid. Consumidora	Volume registrado (m ³ /mês)
Zona 10	19,90	0,66	0,0033	6031	110047,50
Zona 20	23,71	0,79	0,0016	5162	94604,58
Zona 30	20,25	0,67	0,0011	7947	146991,67
Zona 40	15,84	0,53	0,0004	6059	115244,17
Média do Município	19,93	0,66	0,0016	25199	116721,98

4.3 Movimento Financeiro e Orçamentário

O órgão gestor do sistema de abastecimento do caso em análise, segue leis e decretos federais, estaduais e municipais, devendo operar com receita orçamentária, proposta pelo poder executivo municipal e aprovada pelo poder legislativo.

As Tabelas 21, 22, 23 e 24, resumem as atividades financeiras relativa as despesas com a produção e a distribuição de água, e a parcela dessas despesas com energia elétrica no período de 1993 - 1996.

TABELA 21 - Receitas e despesas com água e energia - ano 1993

Mês	Receita Orçamentária	Despesa	Despesa c/ água	Despesa c/ água Receita	Despesa c/ energia	Despesa de energia c/ água
	US\$	US\$	US\$	%	US\$	%
Jan	84287,38	69326,30	43328,94	51,41	19801,05	45,70
Fev	90124,15	104761,80	65476,13	72,65	16800,51	25,66
Mar	120198,24	93588,24	58492,65	48,66	14447,78	24,70
Abr	93534,69	94060,64	58787,90	62,85	11817,14	20,10
Mai	103995,78	97550,48	60969,05	58,63	13476,65	22,10
Jun	99918,65	95770,42	59856,51	59,91	15246,23	25,47
Jul	104537,36	98473,43	61545,89	58,87	17814,40	28,94
Ago	104337,40	94246,57	58904,11	56,46	19264,71	32,71
Set/	125131,90	104042,01	65026,26	51,97	20977,26	32,26
Out	123476,29	115094,32	71933,95	58,26	21631,80	30,07
Nov	117878,88	109717,88	68573,68	58,17	24989,15	36,44
Dez	131326,40	98352,11	61470,07	46,81	14670,81	23,87
Total	1298747,12	1174984,20	734365,13		210937,49	
Média	108228,93	97915,35	61197,09	57,05	17578,12	29,00

TABELA 24 - Receitas e despesas com água e energia - ano 1994

TABELA 22 - Receitas e despesas com água e energia - ano 1994

Mês	Receita Orçamentária	Despesa	Despesa c/ água	$\frac{\text{Despesa c/ água}}{\text{Receita}}$	Despesa c/ energia	Despesa de energia c/ água
	US\$	US\$	US\$	%	US\$	%
Jan	142946,67	144684,17	88402,03	61,84	23937,41	27,08
Fev	144331,00	105190,83	64271,60	44,53	17956,90	27,94
Mar	156128,88	147783,08	90295,46	57,83	21214,94	23,50
Abr	156310,03	129004,17	78821,55	50,43	24505,20	31,09
Mai	157607,19	140572,88	85890,03	54,50	23286,97	27,11
Jun	138620,88	125306,41	76562,22	55,23	22689,93	29,64
Jul	217468,77	166149,64	101517,43	46,68	35137,93	34,61
Ago	250061,64	138975,19	84913,84	33,96	34658,35	40,82
Set	263405,39	156021,91	95329,39	36,19	37486,85	39,32
Out	263285,93	201541,25	123141,70	46,77	43189,72	35,07
Nov	272208,07	200529,08	122523,27	45,01	43654,95	35,63
Dez	265980,27	352226,07	215210,13	80,91	37538,13	17,44
Total	2428354,72	2007984,68	1226878,64		365257,28	
Média	202362,89	167332,06	102239,89	51,16	30438,11	30,77

TABELA 23 - Receitas e despesas com água e energia - ano 1995

Mês	Receita Orçamentária	Despesa	Despesa c/ água	$\frac{\text{Despesa c/ água}}{\text{Receita}}$	Despesa c/ energia	Despesa de energia c/ água
	US\$	US\$	US\$	%	US\$	%
Jan	260542,18	238118,88	135489,64	52,00	39923,08	29,47
Fev	250534,17	236842,81	134763,56	53,79	36226,10	26,88
Mar	253965,28	258106,97	146862,87	57,83	33280,48	22,66
Abr	257387,83	258215,18	146924,44	57,08	41456,71	28,22
Mai	274029,22	269417,33	153298,46	55,94	34101,55	22,25
Jun	243757,39	300986,83	171261,51	70,26	36935,50	21,57
Jul	281129,95	328337,63	186824,11	66,45	37201,87	19,91
Ago	328738,47	401566,82	228491,52	69,51	36093,40	15,80
Set	302034,07	333915,97	189998,19	62,91	35332,93	18,60
Out	336853,85	378079,68	215127,34	63,86	36695,85	17,06
Nov	365467,07	293221,09	166842,80	45,65	35014,23	20,99
Dez	429962,44	470551,61	267743,87	62,27	32331,57	12,08
Total	3584401,92	3767360,80	2143628,30		434593,27	
Média	298700,16	313946,73	178635,69	59,80	36216,11	21,29

TABELA 24 - Receitas e despesas com água e energia - ano 1996

Mês	Receita Orçamentária	Despesa	Despesa c/ água	$\frac{\text{Despesa c/ água}}{\text{Receita}}$	Despesa c/ energia	Despesa de energia c/ água
	US\$	US\$	US\$	%	US\$	%
Jan	288134,24	268276,59	142991,42	49,63	42139,18	29,47
Fev	304990,17	275094,49	146625,36	48,08	40990,57	27,96
Mar	338014,28	279871,02	149171,25	44,13	40834,67	27,37
Abr	356839,25	295183,43	157332,77	44,09	44144,59	28,06
Mai	358865,19	338280,91	180303,73	50,24	48047,19	26,65
Jun	354512,12	306686,86	163464,10	46,11	45451,59	27,81
Jul	367360,90	355359,94	189406,85	51,56	44582,27	23,54
Ago	366705,93	459119,61	244710,75	66,73	42972,21	17,56
Set	391759,76	289329,74	154212,75	39,36	43745,92	28,37
Out	386473,70	146133,91	77889,37	20,15	40850,95	52,45
Nov	373529,77	283791,49	151260,86	40,49	43542,43	28,79
Dez	420312,13	536965,12	286202,41	68,09	43720,67	15,28
Total	4307497,44	3834093,11	2043571,63		521022,24	
Média	358958,12	319507,76	170297,64	47,39	43418,52	27,77

4.4 Pontos Consumidores de Energia Elétrica

Como referenciado no Capítulo II, este sistema municipal de abastecimento de água potável é dividido em dois subsistemas, com diversos pontos de consumo de energia elétrica, cuja média mensal no período 1993 - 1996 é apresentada nas Tabelas 25, 26 e 27:

TABELA 25 - Consumo de energia elétrica no sistema principal

	Endereço	Consumo - Kwh	Valor - US\$
1	Xavantes SN	416500,13	25803,84

TABELA 23 - Consumo de energia elétrica no sistema independente

TABELA 26 - Consumo de energia elétrica nos “booster” do sistema principal

	Endereço	Consumo - Kwh	Valor - US\$
1	São Jose - SN	23200,00	2669,00
2	Da Helena Galvão - 27	4280,87	522,07
3	R Rangel Pestana 954	689,37	87,33
4	Inglês de Souza 757	2722,67	322,42
5	Av da Exposição 30	14077,33	1790,35
6	Est Municipal SN	511,87	65,02
7	Est Municipal SN	1116,67	142,51
8	Alberto Barbeta 1450	9657,50	1044,14
9	Av Colônia Piagui 1650	1185,00	127,17
10	Av. Washington Luiz SN	854,62	92,68
Total		58295,90	6674,99

Ao sistema principal, devido a expansão não planejada do município em épocas passadas, foram acrescentados elementos elevadores de pressão na rede de distribuição, aos quais denominamos de “boosters”. Consequentemente, o consumo de energia elétrica desses elementos complementares é adicionado àquele relativo ao sistema principal. (Tabela 27)

TABELA 27 - Consumo de energia elétrica no sistema principal + booster

Sistema Principal + Booster	
Consumo (kWh)	Valor (US\$)
474796,03	32478,83

As tabelas 30, 31 e 32 mostram o volume de água produzido mensalmente nos sistemas independente, principal e total, respectivamente. A Tabela 33 mostra a participação do sistema independente na produção total.

TABELA 28 - Consumo de energia elétrica no sistema independente

	Endereço	Consumo - Kwh	Valor - US\$
1	Est Munic Pessegueiro 800	259,43	37,55
2	Est Munic Pessegueiro SN	4117,94	462,02
3	R Trinta e Oito SN - Santa Luzia	516,25	55,90
4	Vicente P Penido 383	11535,00	1217,17
5	R Vinte e Quatro SN - Santa Luzia	7603,75	818,61
6	Lot Pingo de Ouro SN	9591,88	1028,88
7	Estr Vic T Neves	434,67	46,90
8	Rua B 85 - P das Garças	214,38	23,16
9	R Um 360 - M. Verde	218,33	31,62
Total		34527,62	3721,82

4.5 Produção de Água Potável

4.5.1 Funcionamento dos Sistemas

O levantamento da produção de água potável, mostra o volume de água produzido mensalmente, as horas de funcionamento do sistema principal e sua produção.

A Tabela 29, mostra o número de horas mensais de funcionamento da ETA - Estação de Tratamento de Água, denominada de Sistema Principal, no período estudado, 1993 - 1996.

TABELA 29 - Horas de funcionamento do sistema principal.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1993	734	643	730	682	721	685	708	732	648	732	716	710
1994	608	653	665	650	669	597	701	708	695	726	694	744
1995	743	670	724	710	738	716	743	740	702	737	720	742
1996	739	689	733	711	711	719	716	739	714	739	701	742

As Tabelas 30, 31 e 32, mostram o volume de água produzido mensalmente nos sistemas independente, principal e total, respectivamente. A Tabela 33 mostra a participação do sistema independente na produção total.

TABELA 30 - Média do volume de água produzido mensalmente no sistema independente em m³/mês no período 1993 - 1996.

SISTEMA INDEPENDENTE	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média mensal no período
B7 - Bom Jardim	1866	1724	1468	1416	1377	1427	1413	1598	1593	1498	1414	1414	
B8 - Bosque dos Ipês	828	731	740	791	697	781	779	720	740	770	757	746	
B12 - CDHU - B1 - B2 - B3	6480	4425	4711	4900	3920	4501	13995	4297	4027	3729	14033	4090	
B29 - Jardim Santa Luzia	9721	9513	9763	9656	8714	8875	8309	8946	8496	7715	9446	8406	
B41- Parque das Garças	1209	1127	942	850	871	809	914	1049	961	970	1015	863	
B45 - Parque Santa Clara - CDHU - B4 - B5 - B6	3676	2615	2911	2841	2333	2738	12638	22538	2366	2886	22463	2485	
B46 - Parque São Francisco	10550	10083	10069	10350	8481	10482	9570	9679	8697	8734	9222	9437	
B49 - Pingo de Ouro	2871	2643	2875	2849	2829	2835	2661	2914	2592	2641	2796	2608	
B54 - Rocinha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
B55 - Santa Edwiges - Capituba - Pilões	5716	4931	5368	3798	5284	4530	5062	11148	5405	3361	4705	4428	
B58 - São Manoel	7747	7965	7815	8146	7776	7850	7275	8188	7122	11100	7050	6617	
B59 - São Sebastião/Santa Clara	1614	1574	1634	1684	1524	1512	1473	1581	1392	1333	1417	1368	
Total de m3/mês	52278	47331	48296	47281	43806	46340	64089	72658	43391	44737	74318	42462	52249

TABELA 31- Volume de água produzido mensalmente no sistema principal em m³/mês no período 1993 - 1996.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média mensal no período
1993	711980	623710	708100	661540	699370	664450	686760	710040	628560	710040	694520	688700	682314
1994	589760	633410	645050	630500	648930	579090	679970	686760	674150	704220	673180	721680	655558
1995	720710	649900	702280	688700	715860	694520	720710	717800	680940	714890	698400	719740	702037
1996	716830	668330	711010	689670	689670	697430	694520	716830	692580	716830	679970	719740	699450
													684840

TABELA 32 - Volume de água total produzido mensalmente em m³/mês.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		Média mensal
1993	764258	671041	756396	708821	743176	710790	750849	782698	671951	754777	768838	731162		734563
1994	642038	680741	693346	677781	692736	625430	744059	759418	717541	748957	747498	764142		707807
1995	772988	697231	750576	735981	759666	740860	784799	790458	724331	759627	772718	762202		754286
1996	769108	715661	759306	736951	733476	743770	758609	789488	735971	761567	754288	762202		751699
														737089

TABELA 33 - Participação do sistema independente na produção total em porcentagem.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		Média mensal
1993	6,84	7,05	6,39	6,67	5,89	6,52	8,54	9,28	6,46	5,93	9,67	5,81		7,09
1994	8,14	6,95	6,97	6,98	6,32	7,41	8,61	9,57	6,05	5,97	9,94	5,56		7,37
1995	6,76	6,79	6,43	6,42	5,77	6,25	8,17	9,19	5,99	5,89	9,62	5,57		6,90
1996	6,80	6,61	6,36	6,42	5,97	6,23	8,45	9,20	5,90	5,87	9,85	5,57		6,94
														7,07

Capítulo 5

5 Resultados, Comentários e Conclusões

5.1 Resultados

O algoritmo computacional citado no Capítulo 2, cujas telas estão resumidamente apresentadas no Apêndice 5, possibilitou a montagem das Figuras de 4 a 11, representando o comportamento do sistema analisado no período 1993 - 1996.

Na Figura 4, é apresentada a porcentagem média da receita aplicada no sistema de abastecimento de água, cujo valor, 53,85 % representa que a autarquia que é responsável também pelo sistema de coleta e afastamento de esgoto do município, tem um gasto equilibrado entre suas principais finalidades.

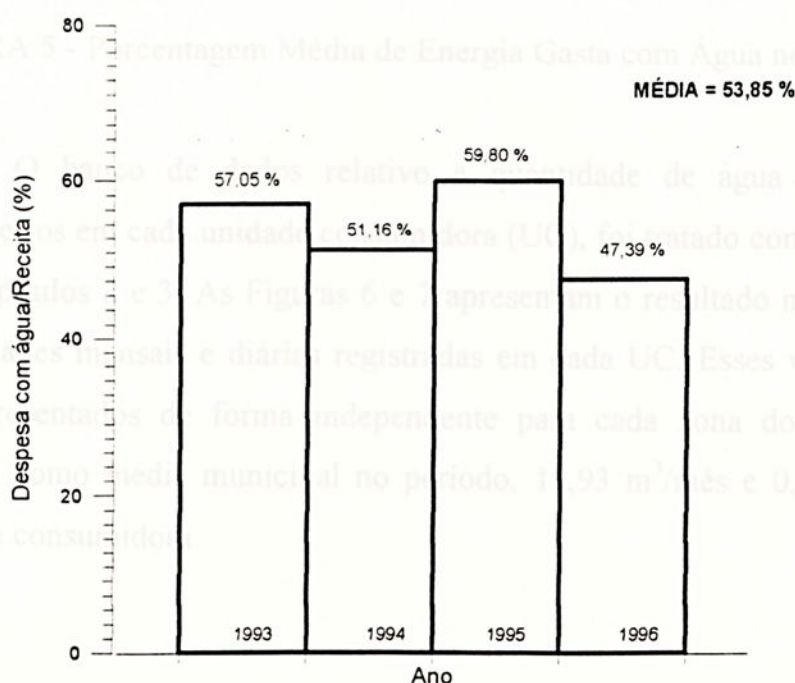


FIGURA 4 - Porcentagem Média da Receita gasta com Água no Período

Na composição dos valores monetários direcionados ao abastecimento, está a despesa com energia elétrica. A Figura 5, representa a porcentagem

média da despesa com energia, presente na composição desses valores monetários, que no período analisado, representou um valor médio de 27,20%.

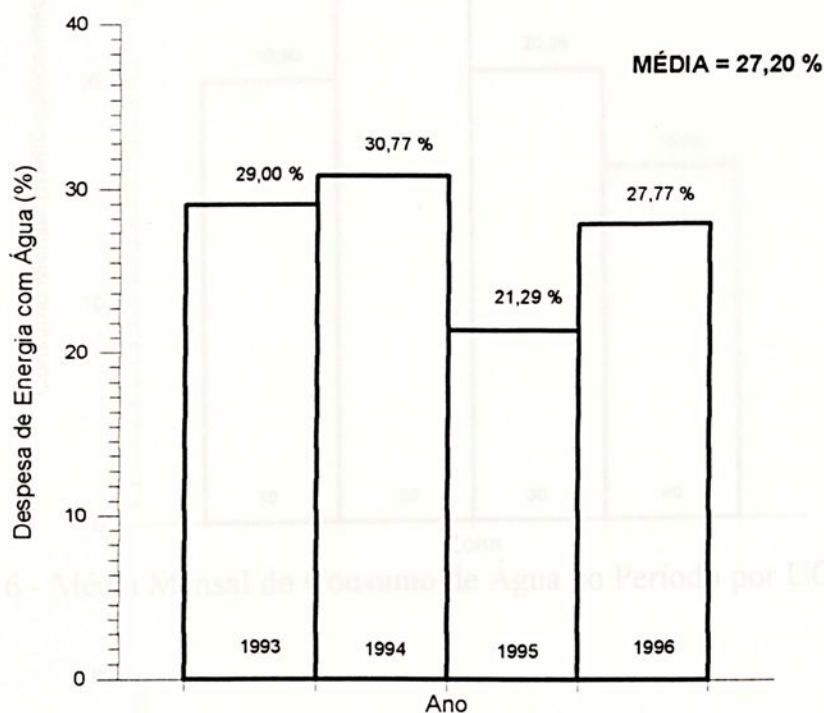


FIGURA 5 - Porcentagem Média de Energia Gasta com Água no Período

O banco de dados relativo a quantidade de água medida pelos hidrômetros em cada unidade consumidora (UC), foi tratado conforme descrito nos Capítulos 2 e 3. As Figuras 6 e 7 apresentam o resultado médio final das quantidades mensais e diárias registradas em cada UC. Esses valores médios são apresentados de forma independente para cada zona do município, e tiveram como média municipal no período, $19,93 \text{ m}^3/\text{mês}$ e $0,66 \text{ m}^3/\text{dia}$ por unidade consumidora.

FIGURA 7 - Média Diária do Consumo de Água no Período por UC

A despesa com energia elétrica, que representou no período uma média de 27,20% da despesa total do órgão com o sistema de abastecimento de água, evoluiu conforme apresentado na Figura 8 durante o período, de 0,0258

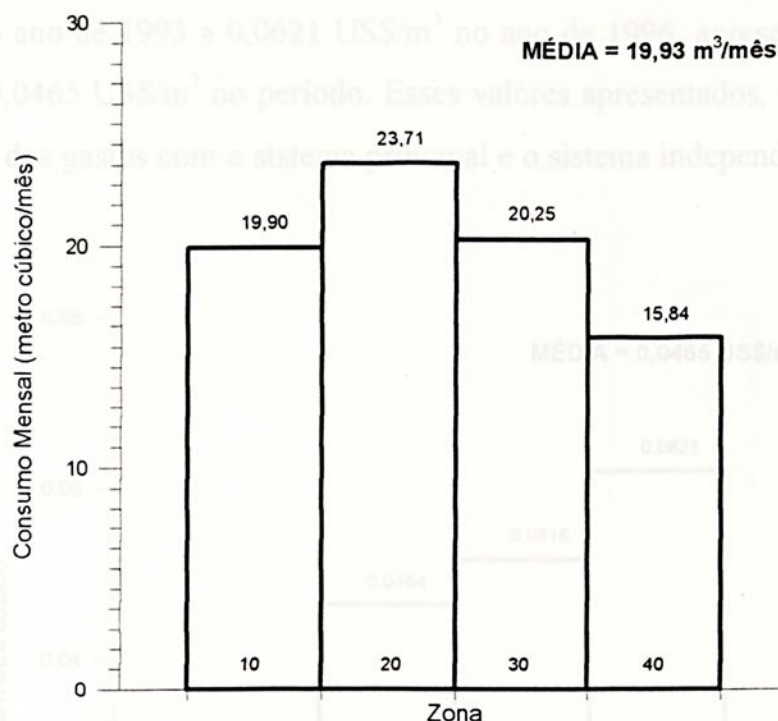


FIGURA 6 - Média Mensal do Consumo de Água no Período por UC

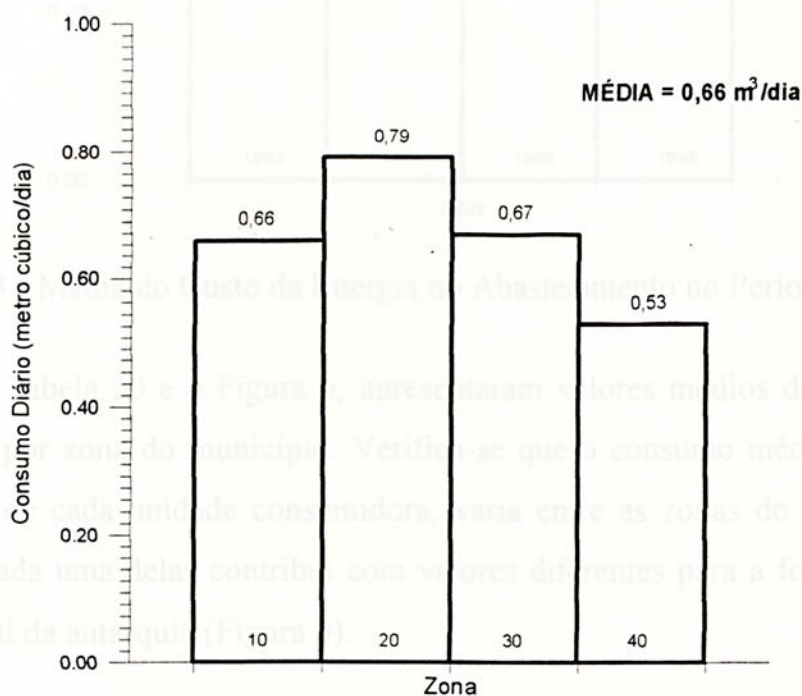


FIGURA 7 - Média Diária do Consumo de Água no Período por UC

A despesa com energia elétrica, que representou no período uma média de 27,20% da despesa total do órgão com o sistema de abastecimento de água, evoluiu conforme apresentado na Figura 8 durante o período, de 0,0258

US\$/m³ no ano de 1993 a 0,0621 US\$/m³ no ano de 1996, apresentando uma média de 0,0465 US\$/m³ no período. Esses valores apresentados, representam o conjunto dos gastos com o sistema principal e o sistema independente.

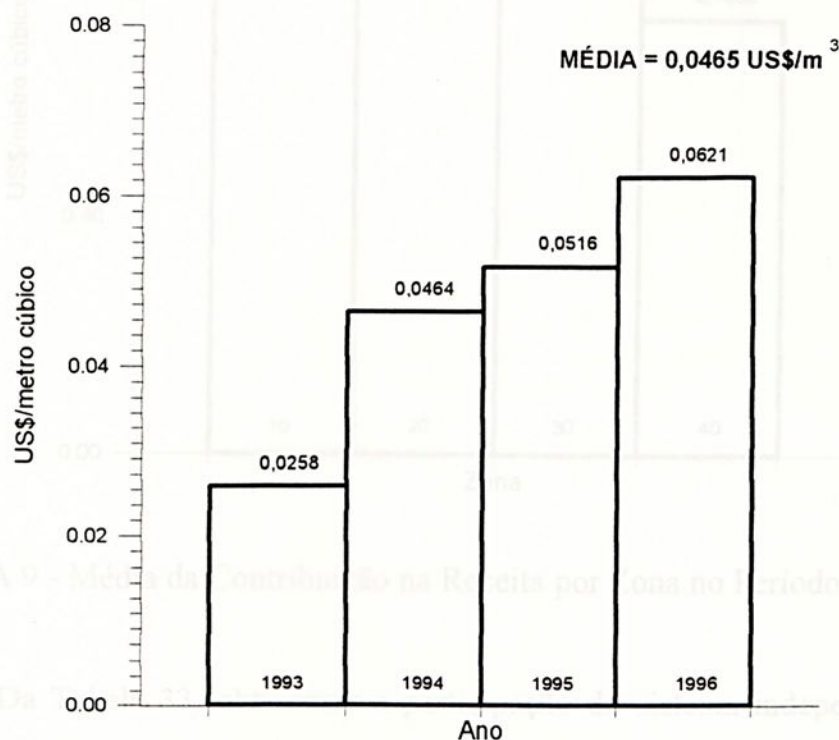


FIGURA 8 - Média do Custo da Energia no Abastecimento no Período

A Tabela 20 e a Figura 6, apresentaram valores médios de consumo registrado por zona do município. Verifica-se que o consumo médio, mensal ou diário, de cada unidade consumidora, varia entre as zonas do município, portanto cada uma delas contribui com valores diferentes para a formação da receita total da autarquia (Figura 9).

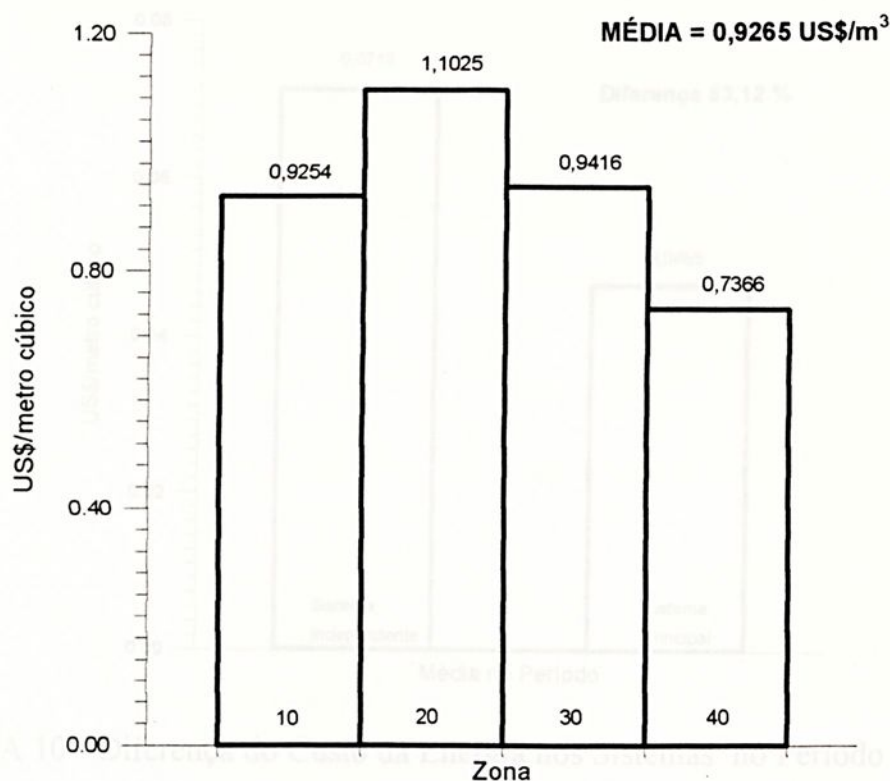


FIGURA 9 - Média da Contribuição na Receita por Zona no Período

Da Tabela 33, obtivemos a participação do sistema independente na produção total de água para abastecimento do município. Este valor representa 7,07% do volume total.

Do algoritmo computacional, obtém-se o custo da energia por sistema, cujos valores apresentados na Figura 10, mostram que em média, produzir água para abastecimento no período analisado, no caso em estudo, representou uma diferença de 53,12% a maior, quando se trata de bairros abastecidos por sistema independente.

FIGURA 10 - Diferença do Consumo da Energia nos Sistemas no Período

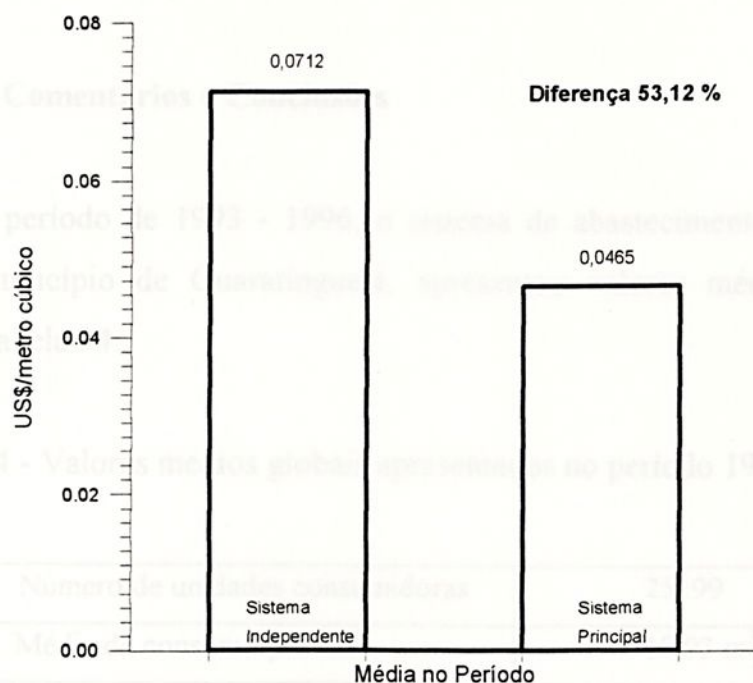


FIGURA 10 - Diferença do Custo da Energia nos Sistemas no Período

Em termos de consumo de energia, a diferença ainda é maior (60,93%), como mostrado na Figura 11.

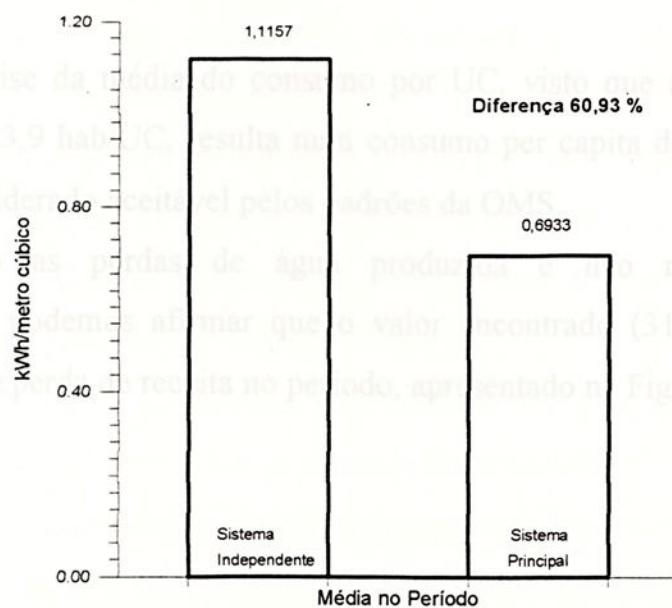


FIGURA 11 - Diferença do Consumo da Energia nos Sistemas no Período

5.2 Comentários e Conclusões

No período de 1993 - 1996, o sistema de abastecimento público de água do município de Guaratinguetá, apresentou valores médios globais, conforme Tabela 34.

TABELA 34 - Valores médios globais apresentados no período 1993 -1996

Número de unidades consumidoras	25199
Média de consumo por UC	19,93 m ³ /mês
Produção média mensal	737089 m ³
Volume mensal médio medido	502216,07 m ³
Perda média	31,9 %

A análise da média do consumo por UC, visto que a estimativa no período foi de 3,9 hab/UC, resulta num consumo per capita de 170, 34 l/dia, valor este considerado aceitável pelos padrões da OMS.

Quanto as perdas de água produzida e não registrada pela micromedição, podemos afirmar que o valor encontrado (31,9%) é alto, e ocasionou uma perda de receita no período, apresentado na Figura 12.



114

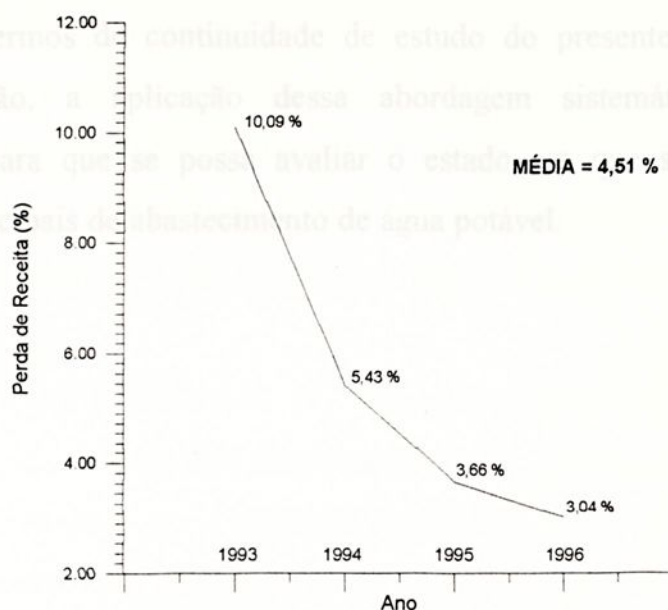


FIGURA 12 - Perda Média de Receita no Período.

A diferença no custo de energia elétrica no sistema principal e independente, graficamente apresentado na Figura 10, deve-se principalmente ao fato de que, no sistema independente, a energia elétrica chega aos pontos de produção em baixa tensão, cujas tarifas são maiores e o ponto de consumo é tratado como classe de tarifa comercial.

Quanto a diferença de consumo de energia pelos sistemas principal e independente, a Figura 11 mostra também, elevados valores, isto ocorrendo devido ao fato do sistema independente trabalhar com equipamentos de baixa potência, e conseqüentemente, baixo rendimento.

Em forma de contribuição, recomenda-se em primeiro lugar, que o órgão responsável pelo sistema municipal de abastecimento de água potável do município de Guaratinguetá, elabore um programa de levantamento das perdas de água produzida, com o objetivo da implantação de um programa de redução dessas perdas. Em segundo lugar, observe a proposta de concepção de um novo sistema de abastecimento para o município, apresentado no Capítulo 3, cuja abrangência atinge os próximos 15 anos.

REFER Em termos de continuidade de estudo do presente assunto, temos como sugestão, a aplicação dessa abordagem sistemática em outros municípios, para que se possa avaliar o estado em que se encontram os sistemas municipais de abastecimento de água potável.

1. *Approaches with Respect to the Developing World*. 1.ed. Lund: Transtec Publications, 1995, p. 11-24.
2. CHAN, A., GUTERSTAM, B. *Sensord Wastewater Aquaculture: A Small-Scale Model for Sustainable Water Resource Mangement in Urban Areas*. In: NIEMCZYNOWICZ, J. *Integrated Water Management in Urban Areas - Searching for New, Realistic Approaches with Respect to the Developing World*. 1.ed. Lund: Transtec Publications, 1995, p. 315-328.
3. DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica - SP. "Catálogo: Gestão das Águas" - 1997.
4. DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica - SP. "Catálogo: Gerenciamento de Recursos Hídricos - O Papel do Órgão Gestor" - 1998.
5. KAWAMURA, A., JINNO, K. *Integrated Water Resources Management in Fukuoka Metropolitan Area*. In: NIEMCZYNOWICZ, J. *Integrated Water Management in Urban Areas - Searching for New, Realistic Approaches with Respect to the Developing World*. 1.ed. Lund: Transtec Publications, 1995, p. 97-110.
6. KUMARASWAMY, K. *An Integrated Approach to the Drinking Water Problem of Madras City, India*. In: NIEMCZYNOWICZ, J. *Integrated Water Management in Urban Areas - Searching for New, Realistic Approaches with Respect to the Developing World*. 1.ed. Lund: Transtec Publications, 1995, p. 209-220.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. CALOMINO, F. et al. Forty Years of Urban Water Management in Calabria (Italy). In: NIEMCZYNOWICZ, J. *Integrated Water Management in Urban Areas - Searching for New, Realistic Approaches with Respect to the Developing World..* 1.ed. Lund: Transtec Publications, 1995, p. 11-24.
2. CHAN, A., GUTERSTAM, B. Stensund Wastewater Aquaculture: A Small-Scale Model for Sustainable Water Resource Mangement in Urban Areas. In: NIEMCZYNOWICZ, J. *Integrated Water Management in Urban Areas - Searching for New, Realistic Approaches with Respect to the Developing World..* 1.ed. Lund: Transtec Publications, 1995, p. 315-328.
3. DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica - SP. "Catálogo: Gestão das Águas" - 1997.
4. DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica - SP. "Catálogo: Gerenciamento de Recursos Hídricos - O Papel do Órgão Gestor" - 1998.
5. KAWAMURA, A., JINNO, K. Integrated Water Resources Management in Fukuoka Metropolitan Area. In: NIEMCZYNOWICZ, J. *Integrated Water Management in Urban Areas - Searching for New, Realistic Approaches with Respect to the Developing World..* 1.ed. Lund: Transtec Publications, 1995, p. 97-110.
6. KUMARASWAMY, K. An Integrated Approach to the Drinking Water Problem of Madras City, India. In: NIEMCZYNOWICZ, J. *Integrated Water Management in Urban Areas - Searching for New, Realistic Approaches with Respect to the Developing World..* 1.ed. Lund: Transtec Publications, 1995, p. 209-220.



7. MAKSIMOVIC, C. et al. Diagnosis of Urban Water Systems: A Prerequisite for Introduction of Hydroinformatics. In: NIEMCZYNOWICZ, J. *Integrated Water Management in Urban Areas - Searching for New, Realistic Approaches with Respect to the Developing World..* 1.ed. Lund: Transtec Publications, 1995, p.399-408.
8. MIAH, M. A. The Water Crisis in Bangladesh: A Challenge to Integrated Water Management in Urban Areas. In: NIEMCZYNOWICZ, J. *Integrated Water Management in Urban Areas - Searching for New, Realistic Approaches with Respect to the Developing World..* 1.ed. Lund: Transtec Publications, 1995, p. 69-86.
9. NIEMCZYNOWICZ, J. Challenges and Interactions in Future Water. In: NIEMCZYNOWICZ, J. *Integrated Water Management in Urban Areas - Searching for New, Realistic Approaches with Respect to the Developing World..* 1.ed. Lund: Transtec Publications, 1995, p. 1-10.
10. SCHULUMBERGER INDÚSTRIAS LTDA. "Catálogo: Hidrômetro - Um caso Sério", 1992.
11. VESCOVI, L., VILLENEUVE, J. P. Integrated Water Management in the Quebec City Urban Area: Preliminary Statement on the Need for an Use of a Water Quality Modelling System Based on the Ecosystem Concept. In: NIEMCZYNOWICZ, J. *Integrated Water Management in Urban Areas - Searching for New, Realistic Approaches with Respect to the Developing World..* 1.ed. Lund: Transtec Publications, 1995, p. 233-244.
12. VIDAL, A. G. R. *Clipper*. Rio de Janeiro, LTC - Livros técnicos e Científicos. Ed. 1989. 546 p.



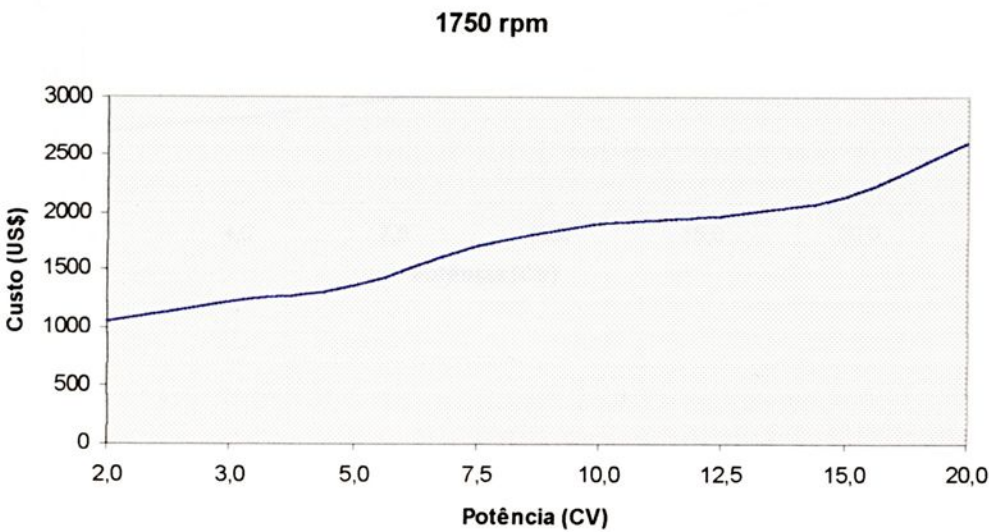
APÊNDICES

APÊNDICE I

BOMBAS

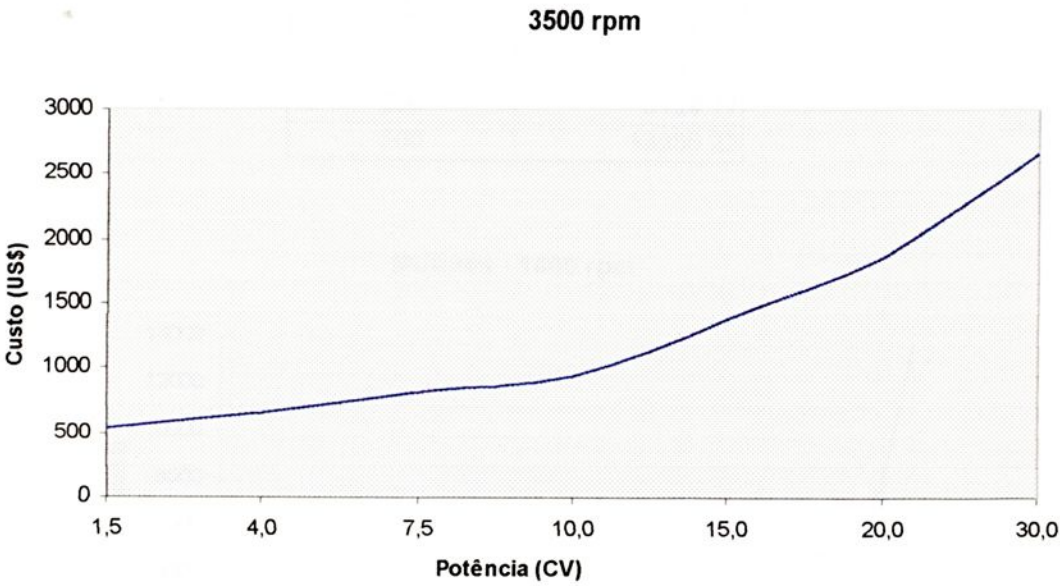
Bombas Centrífugas (Tipo Monobloco) Fabricação Nacional - Média de Custo

POTÊNCIA (CV)	CUSTO (US\$)
2,0	1052,63
3,0	1228,07
5,0	1368,42
7,5	1710,53
10,0	1912,28
12,5	1982,46
15,0	2157,89
20,0	2605,26



Bombas Centrífugas (Tipo Monobloco) Fabricação Nacional - Média de Custo

POTÊNCIA (CV)	CUSTO (US\$)
1,5	535,09
4,0	657,89
7,5	824,56
10,0	947,37
15,0	1394,74
20,0	1877,19
30,0	2675,44



APÊNDICE II

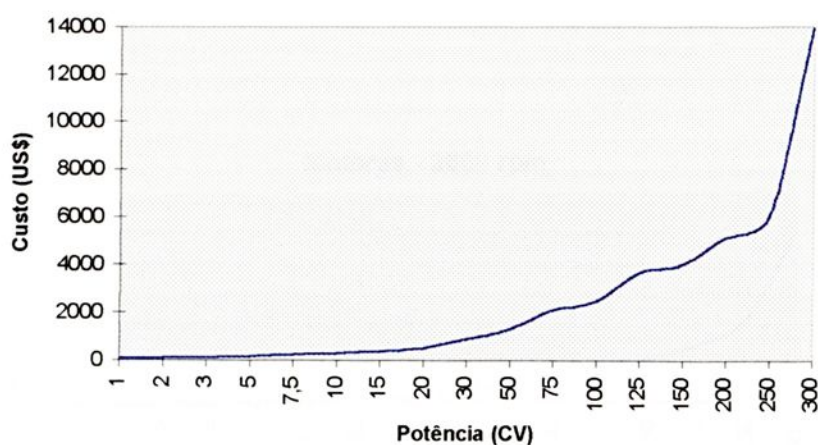
MOTORES

Motores Trifásicos - Fabricação Nacional - Média de Custo

1800 rpm

POTÊNCIA (CV)	CUSTO (US\$)
1	89,20
2	120,13
3	137,94
5	185,67
7,5	266,70
10	320,85
15	383,43
20	546,98
30	906,27
50	1339,39
75	2140,08
100	2511,96
125	3721,42
150	4056,87
200	5191,72
250	6129,77
300	13986,22

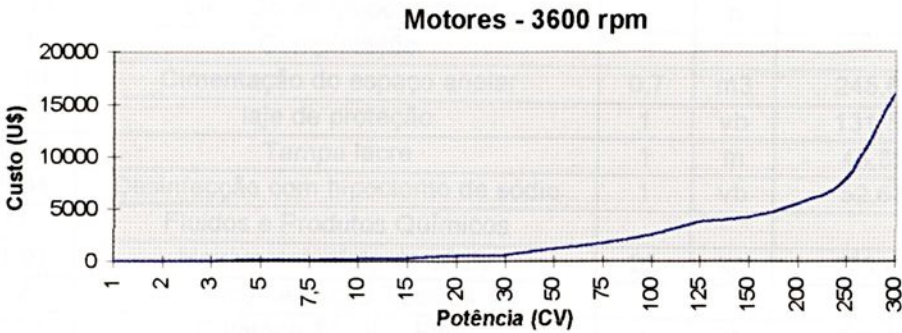
Motores - 1800 rpm



Motores Trifásicos - Fabricação Nacional - Média de Custo

3600 rpm

POTÊNCIA (CV)	CUSTO (US\$)
1	80,60
2	107,92
3	130,96
5	181,40
7,5	232,92
10	309,65
15	383,17
20	562,40
30	677,64
50	1278,70
75	1810,28
100	2650,87
125	3860,75
150	4306,45
200	5597,55
250	7965,96
300	16013,54



APÊNDICE III

POÇOS ARTESIANOS

Poços Artesianos - Projeto Construtivo Conforme Norma ABNT - NB 1290

Profundidade = 150 metros

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QTDE	UN.	CUSTO (US\$)
1	Deslocamento e montagem			
01.01	Transporte e remoção dos equipamentos.	1	vb	964,91
01.02	Instalação do canteiro de obras	1	vb	701,75
2	Perfuração em solo/sedimento			
02.01	Perfuração com diâmetro 17" 1/2	12	m	1578,95
02.02	Perfuração com diâmetro 12" 1/4	138	m	16342,11
02.03	Perfuração com diâmetro 8" 1/2		m	
02.04	Perfilagem elétrica (sp, gama resistiv.)	150	m	1842,11
3	Proteção Sanitária			
03.01	Tubo de boca chapa 3/16" diâm. 14"	12	m	1263,16
4	Tubulações de revestimento			
04.01	Tubo PVC geom. Ref. Nerv., diâm. 6"		m	
04.02	Tubo DIN 2440 - Preto, 6"	130	m	6842,11
5	Seções filtrantes			
05.01	Filtro PVC geom. Nerv., diâm. 6"		m	
05.02	Filtro Espiralado Galvanizado, 6"	20		2456,14
05.03	Filtro Nold, Galvanizado, 6"			
6	Câmara de pré - filtragem			
06.01	Pré - filtro tipo Pérola gran. 1,0 a 2,0 mm	9	m3	2763,16
7	Perfilagem Geofísica			
07.01	Centralizadores de Coluna	3	pç	131,58
8	Desenvolvimento			
08.01	Desenvolvimento com compressor	10	h	789,47
9	Teste de Vazão			
09.01	Transporte e instalação de equipo.	1	vb	614,04
09.02	Com bomba submersível de até 30 HP	24	h	1473,68
09.03	Locação de grupo gerador		h	
10	Completação			
10.01	Cimentação do espaço anelar	0,7	m3	245,61
10.02	laje de proteção	1	vb	131,58
10.03	Tampa lacre	1	m	43,86
10.04	Desinfecção com hipoclorito de sódio	1	vb	52,63
11	Fluidos e Produtos Químicos			
11.01	Hexametáfosfato de sódio	25	kg	175,44
12	Documentação Técnica			
12.01	Relatório Técnico Final	1	vb	394,74
12.02	Análises físico-química e bacteriológica	1	un	157,89
Total Estimado para 150 m = US\$38964,91				

Poços Artesianos - Projeto Construtivo Conforme Norma ABNT - NB 1290

TRANSFORMADORES

Profundidade = 100 metros

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QTDE	UN.	CUSTO (US\$)
	Etapa de Perfuração			
1	Deslocamento e Montagem			
01.01	Transporte dos Equipamentos	1	vb	833,33
01.02	Canteiro de Obras	1	vb	745,61
2	Perf. Sistema Rotativo/Rotopneumático			
02.01	Perfuração em solo com diâm. de 12 1/4"	15	m	1078,95
02.02	Perfuração em rocha com diâm. de 8 1/2"	5	m	416,67
02.03	Perfuração em rocha com diâm. de 6"	80	m	6807,02
3	Descida da Coluna de Revestimento			
03.01	Tubo DIN 2440, preto, diâm. 6"	20	m	1052,63
	Etapa de Avaliação			
4	Teste de Vazão			
04.01	Transporte e Instalação do Equipo.	1	vb	921,05
04.02	Teste de Vazão com Bomba Submersa	24	h	1368,42
04.03	Locação de Grupo Gerador de Energia		h	
04.04	Análise físico-química e bacteriológica	1	vb	157,89
04.05	Desinfecção com hipoclorito de sódio	1	vb	70,18
5	Acabamento			
05.01	Selo de Proteção Sanitária (Cimentação)	0,4	m3	105,26
05.02	Laje de Proteção	1	vb	78,95
05.03	Tampa de Lacre	1	vb	61,40
6	Documentação Técnica Final	1	vb	350,88
Total Estimado para 100 metros = US\$14048,24				

225	Classe 36	4805,26
300	Classe 15	4154,21
375	Classe 24	4805,26
500	Classe 36	5438,80
500	Classe 15	6153,31
500	Classe 24	5771,93
500	Classe 36	7892,98
750	Classe 15	8842,11
750	Classe 24	9049,12
750	Classe 36	10576,95
1000	Classe 15	13731,58
1000	Classe 24	14438,50
1000	Classe 36	15754,38

Preço estimado para obra civil de cabote elétrica = US\$333,33/m²

Disjuntores a óleo - 15kV - 630A c/ bobina de mínima 220V, 3 relés de sobrecorrente = US\$25438,50

APÊNDICE IV

TRANSFORMADORES

Preços Orientativos de Transformadores

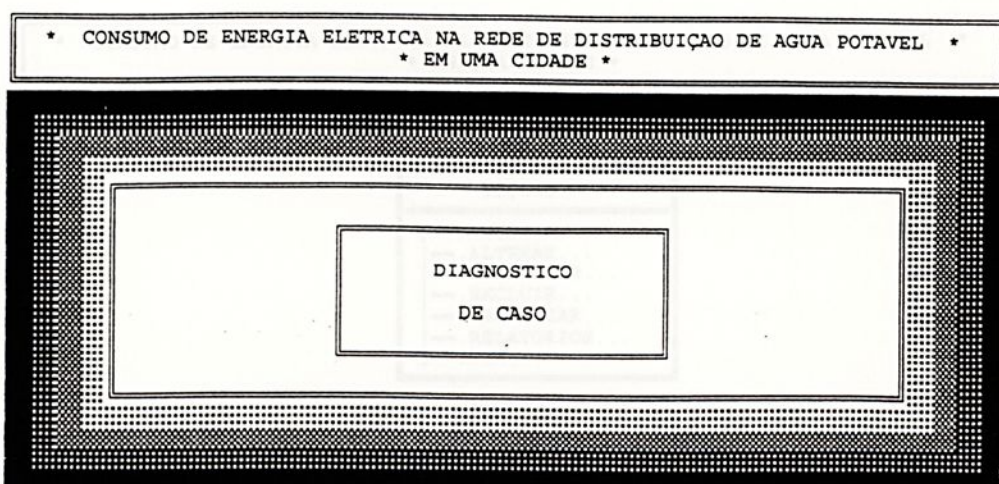
POTÊNCIA (kVA)	TENSÃO (kV)	CUSTO (US\$)
15	Classe 15	815,79
15	Classe 24	894,74
15	Classe 36	1552,63
30	Classe 15	1008,77
30	Classe 24	1114,04
30	Classe 36	1868,42
45	Classe 15	1192,98
45	Classe 24	1315,79
45	Classe 36	1969,30
45	Classe 15	1614,04
75	Classe 24	1771,93
75	Classe 36	2421,05
112,5	Classe 15	2035,09
112,5	Classe 24	2236,84
112,5	Classe 36	2951,75
150	Classe 15	2526,32
150	Classe 24	2780,70
150	Classe 36	3535,09
225	Classe 15	3412,28
225	Classe 24	3754,39
225	Classe 36	4605,26
300	Classe 15	4184,21
300	Classe 24	4605,26
300	Classe 36	5438,60
500	Classe 15	6153,51
500	Classe 24	6771,93
500	Classe 36	7692,98
750	Classe 15	8842,11
750	Classe 24	9649,12
750	Classe 36	10578,95
1000	Classe 15	13131,58
1000	Classe 24	14438,60
1000	Classe 36	15754,39

Preço estimado para obra civil de cabine elétrica =
US\$333,33/m²

Disjuntores a óleo - 15kV - 630A c/ bobina de mínima 220V,
3 relés de sobrecorrente = US\$5438,60

APÊNDICE V

TELAS DO ALGORÍTMO



* CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA NA REDE DE DISTRIBUICAO DE AGUA POTAVEL *

* EM UMA CIDADE *

OPÇÕES

.....INCLUIR...

.....ALTERAR...

.....CONSULTAR...

.....EXCLUIR...

.....ORGANIZAR...

.....RELATORIOS...

.....FIM...

Inclusao de Registros

★ CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE AGUA POTAVEL ★
★ EM UMA CIDADE ★

INCLUSAO DE DADOS

~.ENERGIA ELETRICA...

~.CONSUMO DE AGUA...

~.ORCAMENTO...

~.FIM...

→ Incluir Dados de Consumo de Energia ←

* CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA NA REDE DE DISTRIBUICAO DE AGUA POTAVEL *

* CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA NA REDE DE DISTRIBUICAO DE AGUA POTAVEL *

* EM UMA CIDADE *

DIGITE O BAIRRO	Jardim Nova Era - Vila Santa Maria Jardim Verolia - Coelho Neto - Pedregulho Jardim Primavera - Vila Brasil Jardim Santa Inês Jardim Thomezzara Jardim Vista Alegre Jardim do Vale 1 Jardim do Vale 2 DIGITE O N° DO BAIRRO [0] Colônia/Ípica Vila Nova - Anique - Jardim Paço Mirante do Vale Nova Santa Parque Alberto Syngton Parque Residencial Seira Rio 1 Parque Residencial Seira Rio 2
-----------------	---

* CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA NA REDE DE DISTRIBUICAO DE AGUA POTAVEL *	
* EM UMA CIDADE *	
Consumo em kWh	BAIRROS
01 0000	Jardim Nova Era - Vila Santa Maria
02 0001	Jardim Perola - Coelho Neto - Pedregulho
03 0002	Jardim Primavera - Vila Brasil
04 0003	Jardim Santa Luzia
05 0004	Jardim Tamandare
06 0005	Jardim Vista Alegre
07 0006	Jardim do Vale I
08 0007	Jardim do Vale II
09 0008	Lt. Cappio/Chacara Santana/Colonia/Hipica
10 0009	Matadouro - Charque - Jardim Icaro
11 0010	Mirante do Vale
12 0011	Nova Guara
13 0012	Parque Alberto Byington
14 0013	Parque Residencial Beira Rio I
15 0014	Parque Residencial Beira Rio II

* CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE AGUA POTAVEL *			
* EM UMA CIDADE *			
Bairro N°	[14]	[CENTRO - LOTEAMENTO SANTA PAULA	] Zona [10]
N° de Unid. Consumidoras	[315]	Sistema	[PRINCIPAL]
Consumo Sujo		Consumo Limpo	
M1	[5957]	[6072]	Media Suja [6469.75]
M2	[6077]	[5924]	
M3	[6484]	[5858]	Media Limpa [6346.83]
M4	[6962]	[6846]	
M5	[6886]	[6802]	% (S/L) [1.90]
M6	[5957]	[6127]	
M7	[6188]	[6224]	Vol. Mes (M3/MES/UC) [20.54]
M8	[6466]	[6466]	
M9	[6580]	[6580]	Vol. Dia (M3/DIA/UC) [0.68]
M10	[5948]	[5900]	
M11	[7178]	[6511]	
M12	[6954]	[6852]	

Continua [S/N] ? [S]

<ESC=Volta>■<INS=Insere>■<DEL=Apaga letra>■<END=Fim Campo>■<Home=Inicio Campo>

* CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE AGUA POTAVEL *			
* EM UMA CIDADE *			
Mes/Ano [/ /]	Sistema []		
Horas Funcionamento (h) [0]	Consumo de Agua (m3/mes) [		0,00]
Volume ETA (m3) [0]	Consumo de Energia (Kwh) [		0,00]
Valor (US\$) [	0,00]		

<ESC=Volta>■<INS=Insere>■<DEL=Apaga letra>■<END=Fim Campo>■<Home=Inicio Campo>

* CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA NA REDE DE DISTRIBUICAO DE AGUA POTAVEL *			
* EM UMA CIDADE *			
Mes/Ano [/ /]	Sistema []		
Horas Funcionamento (h) [0]	Consumo de Agua (m3/mes) [		0,00]
Volume ETA (m3) [0]	Consumo de Energia (Kwh) [		0,00]
Valor (US\$) [0,00]	Cons. Medio Mensal Energia [		0.00]
Valor Medio Mensal (US\$) [0.00]	Producao [		0.00]
Producao Media Mensal [0.00]			

Continua [S/N] ? [S]

<ESC=Volta> █ <INS=Insere> █ <DEL=Apaga letra> █ <END=Fim Campo> █ <Home=Inicio Ca

* CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA NA REDE DE DISTRIBUICAO DE AGUA POTAVEL *			
* EM UMA CIDADE *			
Mes/Ano [/ /]	Receita Orcamentaria (US\$) [0,00]		
Gastos Totais (US\$) [	Receita 0 0,00]	Com Energia (US\$) [	476,29] 0,00]
% Gasta com Agua [0,00]	119.894,37]	Com Energia (US\$) [	21.811,00]
% Gasta com Agua (US\$)		Gasto com Agua (US\$) [	71322,98]
Media Gasto Total [	2391,12]		
Media Gasto Energia [	1492,85]	% Gasto com Energia [	38,47]
Media Gasto com Agua [	898,27]	% de Receita com Agua [	38,24]
Media % Rec. com Agua [	12,58]	Media % Gasto Energia [	38,47]

<ESC=Volta>■<INS=Insere>■<DEL=Apaga letra>■<END=Fim Campo>■<Home=Inicio Campo>
Comando para o MS-DOS
<ESC=Volta>■<INS=Insere>■<DEL=Apaga letra>■<END=Fim Campo>■<Home=Inicio Campo>

* CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE AGUA POTAVEL *

* EM UMA CIDADE *

Mes/Ano [01/10/93]	Receita Orcamentaria (US\$) [	123.476,29]
Gastos Totais (US\$) [	115.094,32]	Com Energia (US\$) [21.631,80]
‡ Gasta com Agua [62,50]		Gasto com Agua (US\$) [71933.95]
Media Gasto Total [	9591.19]	
Media Gasto Energia [	1802.65]	‡ Gasto com Energia [30.07]
Media Gasto com Agua [	5994.50]	‡ da Receita com Agua [58.26]
Media ‡ Rec. com Agua [	58.26]	Media ‡ Gasto Energia [30.07]

Continua [S/N] ? [S]

<ESC=Volta>■<INS=Insere>■<DEL=Apaga letra>■<END=Fim Campo>■<Home=Inicio Ca



* CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE AGUA POTAVEL *
* EM UMA CIDADE *

FIM

