

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU**

**CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL NO
MUNICÍPIO DE BOTUCATU, SP**

OZANA MARIA HERRERA
Economista

**Dissertação apresentada à Faculdade
de Ciências Agronômicas do Campus
de Botucatu, UNESP, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia (Energia
na Agricultura)**

**Botucatu, SP
Setembro, 1996**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU**

**CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL NO
MUNICÍPIO DE BOTUCATU, SP**

OZANA MARIA HERRERA
Economista

Orientador: **PROF. DR. PAULO RODOLFO LEOPOLDO**

**Dissertação apresentada à Faculdade
de Ciências Agronômicas do Campus
de Botucatu, UNESP, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia (Energia
na Agricultura)**

**Botucatu, SP
Setembro, 1996**

Aos meus pais,
Antonio e Conceição, pela alegria em tê-los
compartilhando comigo esta conquista.

Aos meus irmãos,
Osni e Nicéia, pelo amor, amizade e respeito
que sempre nos uniu.

Aos meus sobrinhos,
Juliana, Julia e Salvador, sementes das
nossas esperanças.

Dedico.

Aos meus queridos, amados e especiais amigos

Nunca soube porque são.
Sei que são e estão aí.
Chegam tombando fronteiras
e pelo vão dos seus olhos,
há um sempre ficar guardado,
guardando sempre o ficado.
São os que trazem encontros,
pela folga dos seus gestos.
São os que nasceram estrela,
quando a vida quis ser noite.
São os feitos de amizade.
Os que conversam as vindas,
sob os galhos da lembrança.
São estes que sempre foram,
são estes que estão aí,
os que valem os que não eram,
que se foram e perdi.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Paulo Rodolfo Leopoldo, pela sábia orientação, dedicado empenho, constante estímulo e principalmente pelos laços de amizade que vem nos unindo ao longo desses anos.

Ao Prof. Dr. Ede Cereda, pela nossa sólida amizade, pela sua presença brilhante nas sugestões, irradiando sempre seu otimismo, seu valor humano e sua inestimável experiência de vida, neste e em outros momentos importantes da minha vida.

À Prof^a Dr^a Iracy Léa Pecora que com seu saber científico, inquestionável capacidade de redação e inestimável amizade, abrilhantou este estudo com suas valiosas sugestões.

Aos amigos e companheiros Jayme Laperuta Filho, Wilson Roberto de Jesus e Hosana Maria Soares Candeias Bis presentes em muitos momentos nessa jornada, incentivando, apoiando e compartilhando.

À Prof^a Dr^a Dalva Martinelli Cury Lunardi, pelas preciosas sugestões, apoio e estímulos recebidos.

À Prof^a Dr^a Sheila Zambello de Pinho e Prof. Dr. Lúcio Benedicto Kroll, professores e amigos pelas sugestões e orientação nas análises estatísticas.

À Maria Cecilia G. de Lima e Silva, pela versão para inglês do resumo.

Aos funcionários da SABESP, do Departamento Comercial, do Departamento de Engenharia e da ETA, pela colaboração na coleta dos dados utilizados neste estudo.

Aos colegas de trabalho e amigos, do Polo Computacional do Lageado, Eduardo Russo, Ciro Marcos Silva, Eleni Cabral Rocha, Amaury José Matheus Vieira, Rosilene Domingues Laurenti, Fernando José Zanetto Tamburo, Rita de Cássia Carlini, Ruberval Cesar Campagna, Liliam Barbosa Fonseca, Valdemir Ramos Domingues e nosso estagiário Augusto Zonta, pela colaboração e amizade.

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para que esse estudo se concretizasse.

RESUMO

O conhecimento do sistema de abastecimento de água potável de uma comunidade, é de grande utilidade para o planejamento do uso destes recursos, nos diversos setores em que os mesmos são requeridos.

Com o objetivo de caracterizar o sistema de abastecimento público de água potável no município de Botucatu-SP, utilizou-se as séries históricas dos volumes de água captados, produzidos e consumidos nos setores residencial, comercial, industrial e outros, obtidos junto à SABESP(Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) e os dados da população do município, coletados no IBGE(Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), agência Botucatu-SP, correspondentes ao período de 1980 a 1995.

Avaliando-se os dados da produção, consumo e população obteve-se a demanda de 260 l.dia^{-1} "per capita", o consumo de $164,87 \text{ l.dia}^{-1}$ "per capita" e um índice de perdas de 36,59% do total de água produzido.

Determinou-se a equação do crescimento da população, através de análise de regressão e, ajustando-se esta equação em função do tempo obteve-se a previsão do crescimento populacional. Calculou-se as previsões dos consumos e das demandas futuras em função da população prevista, para o período de 1996 a 2020. Através desses resultados, concluiu-se que a capacidade instalada para tratamento e a capacidade atual de reservação de água potável atingirão seus limites máximos de utilização entre os anos 2000 e 2001, se a população, a produção, a demanda, as perdas e o consumo se mantiverem de acordo as previsões realizadas.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. A crise da água: Uma visão global	04
2.2. Os recursos hídricos do Estado de São Paulo e sua disponibilidade	07
2.3. O quadro atual do abastecimento de água na Região Metropolitana de São Paulo(RMSP)	09
2.4. Saneamento básico: Panorama da saúde pública no Brasil	11
2.5. Breve histórico dos recursos para saneamento básico no Brasil: De 1964 a 1995	12
2.6. O valor econômico do recurso hídrico	14
2.7. O produto água	17
2.8. As perdas nos sistemas de abastecimento pu- blico de água	19
2.9. Consumo e demanda	21
2.10. Crescimento populacional	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1. Área de estudo	28
3.2. Captação, distribuição e consumo	29
3.3. Coleta de dados	31
3.4. Tabulação e tratamento estatístico dos dados	33
3.5. Previsão retrospectiva dos dados prejudicados	34
3.5.1. Água bruta captada(ABC) e água tratada produzida(ATP)	34

3.5.2. Consumo	34
3.6. Análise dos dados	35
3.6.1. Água bruta captada(ABC) e água tratada produzida(ATP)	35
3.6.2. Consumo nos setores	35
3.6.2.1. Consumo "per capita" nos setores(CPC _s)	35
3.6.2.2. Consumo "per capita" diário total(CPC _t)	36
3.6.3. Demanda atual (D)	37
3.6.4. Perdas no sistema	37
3.6.5. Previsão das populações futuras	38
3.6.6. Previsão da evolução das redes de água e esgotamento sanitário	38
3.6.7. Previsão das demandas futuras(D _f)	39
3.6.8. Previsão dos consumos futuros(C _f)	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1. Água bruta captada para tratamento(ABC)	40
4.2. Água tratada produzida(ATP)	45
4.3. Consumo medido	50
4.4. Perdas no sistema	58
4.5. População	61
4.6. Rede de água e esgotamento sanitário.....	63
4.7. Consumo "per capita"	67
4.8. Previsões das demandas, consumos e população	70
5. CONCLUSÕES	74
6. SUMMARY	77
7. BIBLIOGRAFIA	79
APÊNDICE 1	87

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1. Volume mensal de água bruta captada (ABC), no período de 1980 a 1995, em Botucatu-SP. Dados observados e ajustados	41
2. Volume médio diário da água bruta captada(ABC) em Botucatu-SP, distribuídos mensal e anualmente, no período de 1980 a 1995	44
3. Volume total da água tratada produzida(ATP), mensal e anualmente em Botucatu-SP, no período de 1980 a 1995. Dados observados e ajustados	47
4. Volume médio diário da água tratada produzida (ATP), em Botucatu-SP, distribuídos mensal e anualmente, no período de 1980 a 1995	50
5. Volumes consumidos anualmente nos setores(residencial, comercial, industrial e outros) e percentuais, no período de 1990 a 1995, em Botucatu-SP	52
6. Consumo anual de água nos setores e meses, obtidos através da leitura dos hidrômetros instalados pela SABESP, em Botucatu-SP, no período de 1990-1995	55
7. Volumes totais anuais de ATP, consumo, perdas e percentuais de perdas e consumo, em Botucatu-SP, no período de 1990 a 1995	59

8. População informada pelo IBGE, e tipo de informação	61
9. Número de ligações à rede de água, esgotamento sanitário e percentuais, no período de 1982 a 1995, em Botucatu-SP	64
10. Consumo "per capita" de água nos setores: residencial, comercial, industrial, outros e total, em Botucatu-SP, observados no período de 1990 a 1995	67
11. Previsões das demandas e consumos por setor em função da previsão populacional, para o município de Botucatu-SP, no período de 1996 a 2020	71
12. Volumes consumidos no setor residencial. Valores observados e estimados	98
13. Volumes consumidos no setor comercial. Valores observados e estimados	98
14. Volumes consumidos no setor industrial. Valores observados e estimados	99
15. Volumes consumidos em outros setores. Valores observados e estimados	99
16. Volumes totais consumidos nos setores. Valores observados e estimados	100

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Localização do município no Estado de São Paulo	29
2. Processos de abastecimento e tratamento de água em Botucatu-SP.....	30
3. Volume total anual(A) e mensal(B), diferença Total anual(C) e mensal(D), desvio total médio anual(E) e mensal(F) da água bruta captada(ABC), no período de 1980 a 1995, em Botucatu-SP	42
4. Volume médio diário da água bruta captada(ABC) nos períodos considerados de temperaturas mais quentes(outubro a março) e mais frias(abril a setembro)	45
5. Volumes totais anuais(A), volumes médios diários anuais(B) e volumes médios diários mensais (C) da ABC comparados com os volumes da ATP, no período de 1980-1995, em Botucatu-SP	48
6. Distribuição percentual do consumo total por setor(A) e dos volumes anuais consumidos nos setores(B), no período de 1990-1995, em Botucatu-SP	54
7. Volume total mensal de água consumida nos setores residencial(A), comercial(B), industrial(C)	

e outros setores, no período de 1990-1995, em Botucatu-SP	56
8. Volumes totais mensais consumidos(A), desvios médios mensais(B), comparação dos volumes totais médios e temperaturas do ar(máxima, mínima e média)(C) e volume médio consumido em períodos frios e quentes(D), em Botucatu-SP, de 1990 a 1995	57
9. Volumes anuais de ATP, consumo e perdas(A); percentuais anuais de perdas e consumo de água(B), em Botucatu-SP, no período de 1990-1995	60
10. Curva de regressão obtida no ajuste dos dados de população, informados pelo IBGE para Botucatu-SP, de 1980 a 1995	62
11. Retas de regressão obtidas nos ajustes do número de ligações à rede de água(A) e número de ligações à rede de esgotamento sanitário(B), em Botucatu-SP, no período de 1982 a 1995	66
12. Consumo previsto para os setores: residencial(A), comercial(B), industrial(C), outros(D) e total(E) em função das previsões de população(F) no período de 1996-2020, em Botucatu-SP	73
13. Equações e retas de regressão obtidas para o consumo residencial, nos meses de janeiro a junho	88
14. Equações e retas de regressão obtidas para o consumo residencial, nos meses de julho a dezembro	89
15. Equações e retas de regressão obtidas para o consumo comercial, nos meses de janeiro a junho	90
16. Equações e retas de regressão obtidas para o consumo comercial, nos meses de julho a dezembro	91
17. Equações e retas de regressão obtidas para o consumo industrial, nos meses de janeiro a junho	92
18. Equações e retas de regressão obtidas para o consumo	

sumo industrial, nos meses de julho a dezembro	93
19. Equações e retas de regressão obtidas para o <u>con</u> sumo em outros setores, nos meses de janeiro a junho	94
20. Equações e retas de regressão obtidas para o <u>con</u> sumo em outros setores, nos meses de julho a de- zembro	95
21. Equações e retas de regressão obtidas para o <u>con</u> sumo total, nos meses de janeiro a junho	96
22. Equações e retas de regressão obtidas para o <u>con</u> sumo total, nos meses de julho a dezembro	97

1. INTRODUÇÃO

Uma das preocupações centrais do homem moderno se refere à qualidade do meio ambiente. O próprio conceito de meio ambiente coloca o homem como o elemento central do sistema global, comunicando-se de uma forma ou de outra, com todo e qualquer subsistema através de suas relações. O homem é o foco principal das atenções e como tal, tem uma posição de destaque nos demais subsistemas através do progresso econômico e do avanço tecnológico.

Os recursos hídricos têm participação direta em múltiplas atividades ligadas às comunidades, tais como, abastecimento residencial, comercial, industrial e público.

A água é o elemento vital para a sobrevivência da biodiversidade e das sociedades, sendo o recurso vital para o desenvolvimento de diversas atividades econômicas. Como recurso natural, por seu caráter limitado, adquire valor econômico, e como recurso ambiental é um patrimônio comum, que a sociedade deve usar, preservar e conservar.

A disponibilidade e a qualidade da água tem relação direta com as condições de vida e saúde das populações.

Progressivamente, a água vem se tornando um recurso de escassez, tanto pela sua disponibilidade quantitativa quanto qualitativa, nos diferentes usos sociais em que é consumida. Desse modo, os recursos hídricos, ainda que renováveis pelo ciclo hidrológico natural, são limitados.

São considerados problemas econômicos, os de alocação dos recursos naturais escassos, nos seus usos alternativos com a finalidade de maximizar o bem-estar social.

A disponibilidade "per capita" de água está diminuindo à medida que a população cresce. As crescentes demandas por água nos diversos setores da sociedade, em

muitas vezes excedem as reservas hídricas que, por sua vez, e, de um modo geral, apresentam problemas de degradação onde rios, córregos, áreas úmidas, áreas alagadas e reservas subterrâneas estão sendo destruídos.

É a intervenção antrópica sobre o meio ambiente que tem contribuído para a alteração do regime hidrológico e contaminação dos sistemas hídricos.

Face a importância do assunto para a comunidade, o objetivo do presente estudo foi caracterizar e analisar o sistema de abastecimento de água potável em Botucatu-SP, levando-se em consideração o volume captado para tratamento, volume de água potável produzido, perdas, crescimento populacional, evolução da rede de água e esgotamento sanitário, consumo e demanda.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A crise da água: Uma visão global

Por todo o planeta, existe ainda um grande volume de água doce contida em lagos e reservatórios, mas este diminui drasticamente a cada ano, sem que haja investimentos e ações que minimizem este processo (COMANDO NACIONAL DOS TRABALHADORES EM SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE, 1993).

CENTURION(1993) alertou que os dados sobre o crescimento da população da terra são alarmantes; ressaltou

que em 1925, existiam 2 bilhões de habitantes, em 1960, 3 bilhões e previsões indicaram para 2025 uma população de 10 bilhões de pessoas.

ARAÚJO(1995) afirmou que a água na natureza existe em abundância, entretanto ela se distribui no planeta de maneira desfavorável na sua obtenção para o consumo humano. Segundo o autor, as águas de superfície do planeta são representadas por apenas 0,02%(lagos) e 0,0001%(rios), e isso é insuficiente para atender as necessidades básicas do homem, o uso na agricultura, o uso na geração de energia e usos industriais.

MANCUSO et al.(1992), afirmaram que a água pura é mercadoria rara, e o desperdício é prática comum. Enfatizaram ainda que, de toda água do planeta, apenas 6% ainda servem ao consumo humano. Segundo os autores, estimativas indicaram que no ano 2000 a água será produto escasso em diversos países, pelo aumento do consumo doméstico, na agricultura e na indústria. Ressaltaram também, que em todo mundo, o uso da água aumenta de maneira dramática, acompanhando a explosão demográfica. Em 1950, eram $1360 \text{ Km}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$, enquanto que nos anos 90 cresceu para $4130 \text{ Km}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$, sendo a agricultura(69%) a maior consumidora mundial, depois a indústria(23%) e a seguir o consumo doméstico(8%). Segundo os autores, a UNESCO(Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura), a OMS(Organização Mundial da Saúde) e o PNUMA(Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) mantêm projeto de monitoramento da qualidade da água desde 1977 em 240 rios e

43 lagos de 59 países, e, aproximadamente 10% dos cursos de água são considerados poluídos, reduzindo assim, a oferta de água potável. As agressões aos oceanos e mares também são avaliadas pelo PNUMA, uma vez que mais da metade da população de países em desenvolvimento obtém do mar 30% de suas proteínas animais.

BRUCE(1992) relatou que a civilização pós II Guerra Mundial conseguiu provocar uma redução na disponibilidade de água doce em cerca de 62,7% das reservas mundiais, e ainda que, na América do Sul, esta redução alcançou 73% e 75% no continente africano. Os efeitos de tal redução já podem ser observados nas secas, na erosão dos solos e desertificação dos ecossistemas.

WALLS(1992) relatou que nos últimos 30 anos, a demanda por água nos EUA vem crescendo mais do que a habilidade de se encontrar novas fontes provedoras, e que durante esse período, a população cresceu em 53% sendo que sua demanda foi triplicada.

CENTURION(1993) mencionou a existência de disputas reais pela água, como as que já vem ocorrendo no Oriente Médio. A previsão é de que tal área, bem como a de vários países da África, já no próximo século, estarão ameaçados por catástrofes causadas pela falta de chuvas, má qualidade das águas remanescentes, crescimento acelerado da população e baixa produtividade agrícola em detrimento à vazão empregada na irrigação.

Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, para sustentar razoavelmente a qualidade de vida, é necessário a média de 80 l.dia^{-1} "per capita". Esse consumo individual varia muito, dependendo da disponibilidade, acesso, aspectos culturais e outros (COMANDO NACIONAL DOS TRABALHADORES EM SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE, 1993).

A crescente preocupação com problemas ambientais, a conscientização acerca da degradação dos corpos de água, do desperdício da energia, das emissões atmosféricas descontroladas, o uso desmesurado de embalagens e a pressão contínua de entidades ambientalistas para a reciclagem de resíduos, dentre inúmeros outros temas, têm ocupado posição de destaque em países desenvolvidos. Exigências como as de preservação ou proteção e melhoria da qualidade das águas de mananciais são admitidas praticamente sem discussão (CENTURION, 1993). O autor ressaltou também, que no hemisfério Sul, a preocupação com o meio ambiente é relativamente nova, de tal modo que apenas recentemente as nações começaram a concluir sobre a necessidade de compatibilizar desenvolvimento econômico com preservação da natureza.

2.2. Os recursos hídricos do Estado de São Paulo e sua disponibilidade

O Estado de São Paulo tem uma disponibilidade hídrica superficial média, ao longo do ano,

de $2200 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. Isso significa que de toda água escoada por todos os rios do Estado, é possível aproveitar $2,2$ milhões de $\text{l}.\text{s}^{-1}$, um volume suficiente para atender ao abastecimento público, produção industrial, irrigação, geração de energia elétrica, navegação, atividades de lazer, esportes, piscicultura e outros. Isto confirma que este é um recurso natural que precisa ser preservado, caso contrário, corre-se o risco de um estrangulamento no processo de desenvolvimento sócio-econômico (MIGLIACCIO, 1992).

Para compatibilizar a disponibilidade de águas superficiais no Estado, com demandas cada vez mais elevadas em função do crescimento populacional e econômico, e com as exigências cada vez maiores de lazer, turismo e ambientais, em 1992, o Governo do Estado implantou a Política Estadual de Recursos Hídricos. Segundo MIGLIACCIO(1992), atualmente, esta demanda atinge, no âmbito estadual, 354 mil $\text{l}.\text{s}^{-1}$ de água. As previsões são de que no ano 2010 os paulistas estarão consumindo cerca de $880 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. Embora essa demanda seja bem inferior às disponibilidades, ela não ocorre uniformemente em todo o Estado, uma vez que as bacias hidrográficas do Alto Tietê(que inclui a RMSP - Região Metropolitana de São Paulo) e a bacia do rio Piracicaba já apresentam um quadro preocupante.

Para uma disponibilidade de $82 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, o Alto Tietê consome em abastecimento urbano, uso industrial e irrigação um total de $58 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. As previsões para o ano

2010 indicam um consumo de $74 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. No caso da Bacia do Piracicaba, a situação é bastante semelhante: $50 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ são produzidos para um consumo de $32 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, onde as melhores previsões para 2010 indicam um consumo de $43 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. Caso providências não sejam tomadas, pode-se chegar ao consumo de $134 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ na Bacia do Alto Tietê e $74 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ na bacia do Piracicaba. Embora a situação não seja tão crítica, existem outras bacias no Estado que caminham para o mesmo destino, caso não sejam tomadas medidas para melhorar o aproveitamento de seus recursos hídricos. É o caso da Baixada Santista, Vale do Paraíba, região de Ribeirão Preto e região de Bauru (MIGLIACCIO, 1992).

2.3. O quadro atual do abastecimento de água na Região Metropolitana de São Paulo(RMSP).

BREGA FILHO & BOMBONATTO JR(1993), relatando a situação da *RMSP*(Região Metropolitana de São Paulo), descreveram que atualmente existem sete sistemas produtores de água, que atingem um total de $54 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, e que este volume não é suficiente para o abastecimento da *RMSP*, obrigando a SABESP a praticar rodízios no abastecimento em algumas áreas. Observaram também, que a normalização e a regularização do abastecimento não dependem só do aumento da capacidade de oferta dos sistemas produtores, mas também de um eficiente programa para reduzir e controlar as perdas. Definem como perda, toda água tratada que não atingiu o fim que se destina, sendo que a perda total, na *RMSP*, é da ordem de 32%, o que equivale a perder

economicamente 17 mil l.s^{-1} , o que representa fazer com que o Sistema Alto Tietê fique produzindo apenas para compensar as perdas econômicas.

AJZENBERG & AIROLDI(1995) relataram que no mês de novembro de 1994, foi necessário implantar na *RMSP* o racionamento do uso da água, pois o sistema atual de água da *SABESP* esteve bem próximo da utilização máxima da capacidade instalada. O consumo "per capita" médio anual em 1994, atingiu a 270 l.dia^{-1} "per capita", incluindo as 4 categorias: doméstica, industrial, comercial e pública. Além disso, os autores, partindo de dados do censo de 1991, verificaram a taxa de crescimento de 1% ao ano e em suas previsões a população da *RMSP* foi estimada para 1994, em 15,7 milhões de habitantes, devendo em 2020, estar na faixa de 18 a 20 milhões de habitantes.

A vazão total dos mananciais disponíveis é de $40,4 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ e a necessidade a curto prazo(ano 2000) é de $53 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$, e a longo prazo será de $68 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ (ano 2020), considerando o alto índice de perdas, que totaliza 40% da produção atual. Através desse estudo, verificaram a premência da definição urgente de um novo manancial, para aumentar a capacidade de produção existente, tarefa que não é simples, pela grande diversidade de fatores de ordem técnica, econômica e ambiental envolvidos na escolha.

2.4. Saneamento básico: Panorama da saúde pública no Brasil.

VIOL & CASSETARI(1992), dissertando sobre o tema "Desenvolvimento e Qualidade de Vida", mencionaram que a qualidade de vida em nosso país ainda passa pela conquista efetiva do direito à vida e à saúde e que estes, mesmo sendo princípios constitucionais, não se realizam extensivamente devido às determinações do desenvolvimento dependente, sobretudo em conjunturas de crise econômica, como as que sucessivamente vem ocorrendo desde o final da década de 70.

A saúde é um fator humano essencial e, portanto, deve ser considerada de responsabilidade do Estado. A saúde pública no Brasil atravessa, como demais setores, profunda crise institucional, política, social e econômica, principalmente pela falta de saneamento básico. Este é o elemento fundamental à qualidade de vida. É tão importante que as condições sanitárias e ambientais de um país ou região são usadas como parâmetros internacionais para averiguar o estágio de seu desenvolvimento sócio-econômico. O mais sensível indicador da qualidade de vida é a taxa de mortalidade infantil, que está intimamente associada aos níveis de atendimento dos serviços de saneamento, pois as principais causas de morte entre as crianças com pelo menos um ano de idade, são as doenças diarreicas, provocadas pela contaminação da água (COMANDO NACIONAL DOS TRABALHADORES EM SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE, 1993).

VIOL & CASSETARI(1992), apontaram que apesar dos importantes avanços alcançados, convivemos ainda no Brasil com taxas de mortalidade infantil da ordem de 60%. Mesmo no centro urbano mais desenvolvido do país, a cidade de São Paulo, essas taxas ainda superam o patamar de 30%, e que dentre os inúmeros fatores determinantes dessa situação, as condições sanitárias têm relevante participação, uma vez que na composição das causas desses óbitos, doenças infecciosas e parasitárias ocupam 15% das ocorrências.

2.5. Um breve histórico dos recursos para saneamento básico no Brasil: De 1964 a 1995.

Segundo MAZZOLENIS(1993), até 1964 o saneamento básico no Brasil era basicamente implantado com recursos orçamentários federais, estaduais e municipais. A partir de então, foi criado o SFS - Sistema Financeiro do Saneamento, com as verbas provenientes do FGTS - Fundo de Garantia por Tempo de Serviço, geridos pelo BNH - Banco Nacional da Habitação. Do montante do FGTS arrecadado, 60% era destinado a construção de moradias, 30% para sistemas de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos sanitários e 10% para obras de infra-estrutura urbana, como pavimentação, drenagem urbana, iluminação pública, coleta e disposição final do lixo. Para a implantação do modelo, cada Unidade de Federação constituiu seu FAE - Fundo de Água e Esgotos.

A distribuição dos recursos ficou da seguinte forma: 37,5% provenientes do BNH, 37,5% providos pelo FAE e 25% providos pelos municípios. Para implantação do modelo, foi necessário regulamentar e normatizar os agentes econômicos que captariam esses recursos, observando que, somente uma companhia por Unidade de Federação poderia receber financiamento do SFS e com isso, os municípios que não concederam seus serviços a essas empresas ficaram excluídos do SFS.

Com as companhias estaduais já instaladas surgiu o PLANASA (Plano Nacional de Saneamento) em 1971, alterando a distribuição dos recursos para 50% de responsabilidade do BNH e 50% do FAE. Os 25% que cabiam aos municípios, passaram em alguns casos, a fazer parte dos contratos de concessão, em outros não, dependendo de como se deu a concessão ou adesão ao sistema centralizado. Em 1986 o BNH foi extinto e a partir de 1987 os estados não colocaram mais recursos nos FAE's. A seguir a CEF (Caixa Econômica Federal), que incorporou algumas funções do BNH, passou a liberar os financiamentos já em andamento, e a composição passou a ser totalmente financiado pela CEF. No governo Collor, a inadimplência das companhias, aliadas ao desmonte, pela sonegação e mau uso do FGTS, simplesmente acabaram com o SFS (MAZZOLENIS, 1993).

MAZZOLENIS (1993) acrescentou ainda que na era Collor, imaginava-se chegar ao fim do governo com praticamente toda população urbana do país servida por água

potável e aproximadamente 60% dessa população ligada às redes de esgotos. Parte da população rural deveria também ser atingida por redes de abastecimento de água e coletas de esgoto. Infelizmente isso não aconteceu, e o novo governo atendendo aos reclamos do setor criou uma nova estrutura institucional responsável pelo saneamento: a Secretaria Nacional de Saneamento. No panorama atual do saneamento básico no Brasil, encontramos o governo federal, estados e municípios sufocados por grandes endividamentos do passado, que consomem boa parte de suas receitas tributárias com juros de dívidas que continuam a ser roladas e dificultam a contratação de novos financiamentos.

Segundo HALLACK(1995), a crise do setor público, responsável pela quase totalidade da oferta de água potável para abastecimento público, fez com que fosse reduzido drasticamente o capital disponível para investimentos no setor, postergando ampliações da capacidade produtiva. Sendo que, em muitos casos essa conduta levou a insuficiência de abastecimento, comprometendo até mesmo o objetivo principal do setor de saneamento, que é a melhoria da qualidade de vida da população, através de serviços que proporcionem saúde pública e a universalização da oferta desses serviços.

2.6. O valor econômico do recurso hídrico

O estudo do recurso hídrico do ponto de vista da ciência econômica é recente.

Os usos potável, industrial e agrícola da água são geralmente consumptivos. A água restituída aos rios, às vezes em localidade diversa, é geralmente apenas uma parte daquela que foi retirada, e muito freqüentemente, está poluída (PANDOLFI,1977).

Segundo GIANSANTE(1995), na história da Economia, a água sempre foi entendida como um bem público e livre. Mas, devido à crescente utilização e competição, a água tornou-se escassa mesmo ainda permanecendo como pública.

BREGA FILHO & BOMBONATTO JR(1993), fizeram a seguinte colocação: "... uma vez que os mananciais são geradores de insumos e produtos para o setor produtivo, devem ser diferenciados como recurso econômico, não obstante a capacidade natural de renovação...". Em vista disso, justificaram a necessidade de se realizar investimentos no sentido de controlar as fontes de produção de água em todas as etapas de utilização, pois, caso contrário, o seu aproveitamento poderá ser comprometido tanto para o abastecimento público como para outras aplicações pela sociedade.

O conhecimento acumulado e organizado referente aos fenômenos da produção e distribuição de bens, ou seja, da riqueza da sociedade, é tratado pela teoria econômica. A Economia lida com a alocação dos recursos utilizados pelo homem dentro da atividade produtiva,

visando entender como se dá a "alocação ótima dos recursos pela sociedade", quaisquer que sejam os recursos. Certamente que os métodos advindos dessa ciência, dado o seu objeto, contribuem para resolver questões postas, em busca da gestão ótima do recurso hídrico. Contudo, cabe apresentar a forma pela qual os fenômenos econômicos vêm sendo analisados e consistidos no bojo da estrutura que forma a sua respectiva teoria (GIANSANTE, 1995).

Serroa da Motta et al. apud BREGA FILHO & BOMBONATO JR(1993), advertiram que o uso da água pode implicar em perdas ambientais, afetando os demais setores dependentes desse recurso, e que essas perdas representam um custo de uso, isto é, um sacrifício de outros usos possíveis dos recursos naturais exauridos ou degradados pela ação humana, devendo portanto, ser abatidas do produto. Na dimensão intertemporal, a perda ambiental se resume no custo do uso que as gerações presentes devem pagar ou deduzir da sua renda, de forma a compensar as gerações futuras pelo esgotamento destes recursos.

Na teoria econômica o valor de um bem é estudado por duas teorias: Valor de Uso e Valor Trabalho. Esta propõe que o valor se deve ao trabalho embutido na sua elaboração, enquanto aquela afirma que o valor provém da utilidade que possui para o consumidor. Por ser mais operacional, a teoria do Valor-Utilidade é a mais aceita e empregada(GIANSANTE, 1995). Pareto apud GIANSANTE(1995), mostrou que na condição de mercado competitivo perfeito, o equilíbrio entre tais agentes garante que a alocação de

recursos seja ótima. De acordo com essa teoria, o mercado parcial de recurso hídrico, se for viável, garantiria a alocação ótima do recurso água na bacia hidrográfica. Contudo, esse mercado é imperfeito. Inicialmente há a questão da propriedade: a água é um bem público, cada um o aproveita o quanto necessitar, logo não há um proprietário definido, condição básica para a existência de troca. Mesmo se fosse definido o proprietário, o seu poder seria tal que dificilmente os usuários do recurso hídrico da bacia permitiriam. Outro ponto é que no mercado perfeito há livre movimentação entre os agentes econômicos, tanto produtores quanto consumidores entram e saem do mercado, o que é bastante difícil no caso do recurso hídrico.

DANTAS et al.(1983), em citação ao Decreto Federal nº 82587, comentaram que os benefícios dos serviços de saneamento básico deverão ser assegurados a todas as camadas sociais, devendo as tarifas adequar-se ao poder aquisitivo da população atendida, de forma a compatibilizar os aspectos econômicos com os objetivos sociais. Para viabilizar este princípio, propuseram que as tarifas deveriam ser diferenciadas segundo as categorias de usuários (residencial, comercial, industrial e público) e por faixas de consumo, assegurando-se o subsídio dos usuários de maior para o menor poder aquisitivo, assim como, dos grandes para os pequenos consumidores. Propuseram ainda, que as tarifas da categoria residencial sejam diferenciadas para as diversas faixas de consumo e que deveriam ser progressivas em relação aos volumes faturáveis.

2.7. O produto água

NUCCI(1983) observou uma mudança no conceito do produto água dentro do setor, que passou a significar não somente um bem essencial à saúde pública, mas também um recurso ligado à produção(insumo de processos industriais) e ao conforto e comodidade dos usuários. Isso significa que uma parcela de fornecimento pode e deve ser tratada como um bem privado, sujeito às leis do mercado.

O processo de produção e distribuição de água potável para abastecimento público se reveste de características que o enquadram num complexo sistema de operações industriais, com um forte setor de serviços associado ao fornecimento do produto água(HALLACK, 1995). A matéria prima que vai ser transformada é a água dos rios e represas que constituem os mananciais de abastecimento. Os insumos necessários à transformação da matéria prima em produto final são os materiais de tratamento, ou seja, os produtos químicos utilizados para o tratamento da água. Os processos industriais dessa transformação são os sistemas de tratamento, entre os quais se destacam as estações de tratamento de água, as ETAs(Estações de Tratamento de Água), verdadeiras fábricas de água potável com seus processos, instrumentos, instalações, estruturas, sistemas de controle, etc. Após a produção, o produto final é armazenado em reservatórios e a entrega ao consumidor se dá através do sistema distribuidor(redes de água), onde o usuário entra em contato com a água fornecida.

HALLACK(1995) observou mudanças no cenário do setor de abastecimento público desses serviços, induzidos pela crise do setor público que reduziu drasticamente o capital disponível para investimentos no setor. Os tradicionais conforto e estabilidade decorrentes da cômoda situação de monopólio natural, cedem lugar a preocupações com o futuro do setor, juntamente com a competitividade de outros setores(habitação, saúde, energia, etc.) pelos escassos recursos públicos disponíveis para investimento, e também, a competição interna no setor, à medida que outros prestadores de serviços passam a concorrer pela concessão da operação de sistemas de produção de água e esgotamento sanitário. A Constituição de 1988, deixou a cargo dos municípios a responsabilidade da concessão dos serviços de saneamento básico. Segundo o autor, nesse cenário, a competitividade é uma realidade que deve ser encarada de frente por todos os envolvidos na oferta de serviços de saneamento básico, lançando mão de ferramentas gerenciais e conceitos de administração que proporcionem a obtenção de vantagens competitivas para o setor.

2.8. As perdas nos sistemas de abastecimento público de água

As perdas podem ocorrer nas várias partes de um sistema de abastecimento de água, localizando-se em

conjunto ou isoladamente na adução, na reservação, no tratamento e na distribuição.

Também são consideradas perdas, as que resultam da má operação dos sistemas de abastecimento tanto a nível operacional quanto gerencial (COSTA, 1995).

Segundo MARQUES & GASPARINI(1995), os componentes das perdas são classificados em três grupos:

- Perdas fixas : São decorrentes de fatores ligados à própria natureza da atividade desenvolvida. Segundo os autores, são consideradas não gerenciáveis e de redução economicamente inviável.
- Perdas variáveis: São dependentes da maior ou menor qualificação que o sistema dispõe, em termos físicos, para atuar no controle e combate das perdas de água. Existem sistemas que por sua concepção, construção, qualidade dos materiais e equipamentos empregados, propiciam maior controle de perdas do que outros.
- Perdas administrativas: São as relacionadas com a ação das pessoas responsáveis pela administração e operação dos sistemas, desde o operador até o gerente e são consideradas gerenciáveis.

Um índice aceitável de perdas fixas nos sistemas é de 8 a 12% no Brasil; na Holanda o valor admissível em bons sistemas é de 10%. Nos Estados Unidos o valor máximo aceitável de perdas globais é de 15% e no

Brasil, o nível ótimo de perdas globais em sistemas de médio porte é de 22,5%(MARQUES & GASPARINI, 1995).

Lysa apud AJZEMBERG & AIROLDI(1995) relatou que em 1992 o índice de perdas observado para a RMSP foi de 40%, sendo que 20% deste montante são de perdas administrativas, sendo 15% recuperáveis e 5% irre recuperáveis e os outros 20% são perdas físicas, sendo 10% recuperáveis e 10% irre recuperáveis.

2.9. Consumo e demanda

RESENDE & PERSICANO(1963), em estudo realizado em um bairro da cidade de São Paulo, observaram que o dia da semana, a temperatura, o índice pluviométrico, o tipo de consumidor, são fatores que influenciam o consumo de água potável, e buscaram esclarecer como e quanto esses fatores influenciaram o consumo. Observaram que para temperaturas variando entre 8,6°C e 24,9°C, o consumo variou entre 50 l.s⁻¹ e 66,5 l.s⁻¹.

WUNSCH et al.(1965) estudaram num universo de 44 cidades, o consumo de água em função da máxima temperatura externa diária, da temperatura média diária, da altura pluviométrica e do dia da semana. Verificaram também, a influência no consumo total de água e a cota domiciliar em função do consumo dependente da temperatura. Concluíram que até uma temperatura limite (**tg**), o consumo de água permanece constante; ultrapassado este limite,

crece linearmente com a temperatura externa. Analisaram também, através de regressão linear simples, o consumo da água em função da temperatura externa, o consumo médio para cada dia da semana em função da média das temperaturas máximas e por regressão múltipla o consumo de água em função da temperatura externa e da altura pluviométrica.

CARDOSO JR(1968), definiu *consumo* como gasto, dispêndio, cota particular ou total absorvida pelos diferentes usos da água e *demanda* como a quantidade requerida a fim de assegurar um suprimento adequado a todas as categorias de consumidores. Segundo o autor o *consumo* apresenta variações sazonais, mensais, diárias, horárias, instantâneas e acidentais. A *demanda* representa a capacidade para a qual o sistema adutor foi projetado e, deve suportar as flutuações do consumo. Apontou como fatores que influem na demanda, as circunstâncias locais, como clima, oferta e facilidades de utilização, o estágio de desenvolvimento da comunidade como por exemplo, população, padrão de vida e nível cultural.

PANDOLFI(1977) observou que cada utilização de água constitui uma demanda mais ou menos perfeitamente localizada no tempo e no espaço. A localização no espaço é relativa ao local em que se situam os usuários, os terrenos a serem irrigados, os estabelecimentos industriais a serem alimentados e os saltos passíveis de utilização energética. Observou que, freqüentemente, é a disponibilidade da água que condiciona a disposição dos usos. A demanda de água localiza-se também no tempo e algumas utilizações têm

características de continuidade, enquanto outras são ligadas a desenvolvimentos estacionários, diários, ou mesmo periódicos; outras, enfim, têm variabilidade casual.

HEATON(1991), relatou que de acordo com The American Water Works Assn, a média de consumo médio "per capita" de água nos EUA é de 236,3 l.dia⁻¹ e que estatísticas de outras partes do país mostram que um consumidor típico usa de 189,3 a 283,9 l.dia⁻¹.

MAHLER & vanSTEER(1991) estudando os recursos hídricos no Estado de Idaho, EUA, relataram que este é o segundo maior consumidor de água nos EUA, consumindo um total de 84500 milhões de l.dia⁻¹, sendo que somente o Estado da Califórnia consome mais. Por outro lado, o consumo "per capita" em Idaho, considerando todos setores, inclusive a agricultura, é de 83270 l.dia⁻¹, e é o mais alto dos EUA. Idaho também é o 4^o maior usuário de águas subterrâneas da nação(22%). A média de água usada na agricultura é de 97% do total produzido no estado, e cerca de 15% do total do país. As indústrias de processamento de alimentos, papel e polpa de frutas, a mineração e o uso doméstico e comercial, utilizam 3% de toda água produzida. Idaho é um dos mais ricos estados em recursos hídricos de todo país; sua população tem uma expectativa de crescimento de 10 a 30% nos anos 90, com probabilidade de continuar nas próximas décadas, devido à migração da Costa do Pacífico e Leste dos EUA, e também pela alta taxa de natalidade do estado. O autor alertou, que, se medidas mais rígidas de controle do uso da água não forem tomadas a curto prazo, as

próximas gerações terão que conviver com problemas de falta de água potável.

WALLS(1992) estudou o consumo de água no setor doméstico no Estado de Arkansas, EUA, obtendo que, numa residência típica são utilizados em média 322 l.dia^{-1} "per capita", sendo que 39,2% é utilizada para banho, 34,5% em banheiros, 5,9% na lavagem de louças, 13,7% na lavagem de roupas, 4,7% para bebida e cozimento e 2% para outras utilidades.

AYRE & HOYT(1992) relataram que em 1990, as culturas irrigadas utilizavam cerca de 78% de toda água consumida no Estado do Arizona, EUA, e que o uso da água para abastecimento público e industrial foi calculado em 18%. Com a implementação de técnicas de gerenciamento e controle, os volumes utilizados no abastecimento à agricultura vem sendo reduzidos conforme os dados seguintes: 1960(93%), 1970(91%), 1980(87%), 1990(78%) e previsão para 2000(73%) sendo que os volumes utilizados no abastecimento público e industrial vem crescendo nas seguintes proporções: 1960(7%), 1970(9%), 1980(13%), 1990(22%) e previsão para 2000(27%). Nos volumes considerados para abastecimento público e industrial, estão inclusas as cotas utilizadas na geração de energia, mineração e outros usos.

Segundo o autor, a média de consumo residencial "per capita" diário, no Estado do Arizona, varia nas diversas regiões, menciona como exemplo as

idades de Flagstaff (303 l.dia⁻¹), Tucson(409 l.dia⁻¹), Phoenix(441 l.dia⁻¹) e Yuma(523 l.dia⁻¹).

AJZENBERG & AIROLDI(1995), partindo dos dados de consumo, estimativas de perdas e estimativas de crescimento populacional, calcularam uma faixa de valores para a demanda a curto(262 l.dia⁻¹ "per capita") e longo prazo(276 l.dia⁻¹ "per capita") para a RMSP, obtendo o consumo médio anual de 270 l.dia⁻¹ "per capita", com base no ano de 1994. Compararam esses dados com a oferta dos mananciais atualmente explorados, e concluíram através das projeções de demanda futura, a necessidade urgente de definição de um novo manancial para atendimento à demanda "per capita" em ascendência, para até o ano de 2020.

2.10. Crescimento populacional

A procura de ferramentas matemáticas que possam estimar o crescimento de uma população, é uma preocupação dos cientistas há muito tempo. Estas ferramentas são necessárias para se planejar o uso correto de um recurso público, planificar a urbanização de cidades, e ainda mais urgente, prever quantos seremos na Terra e quantos recursos teremos nas próximas décadas, em quanto tempo dobraremos a população nacional, estadual, municipal, etc. O economista Thomas Robert Malthus foi responsável pela primeira tentativa de estimar o crescimento da população em 1798, quando criou a conhecida Lei de Malthus: "A população cresce geometricamente e a produção de

alimentos aritmeticamente". Malthus considerava número de nascimentos e mortes proporcionais ao tamanho da população e ao tamanho do intervalo de tempo. Em outras palavras: "A taxa de variação de uma população é proporcional à população em cada instante", ou seja:

$$P(t) = P_0 e^{(\alpha - \beta)t}, \quad P(0) = P_{(0)}.$$

Segundo BASSANEZI & FERREIRA JR.(1988), o modelo malthusiano não se revelou eficiente para estimativas populacionais em países desenvolvidos, mas serve no entanto para estimativas populacionais a curto prazo em países do terceiro mundo.

Verhulst apud BASSANEZI & FERREIRA JR.(1988) propôs em 1837, uma modificação no modelo de Malthus, onde supôs que a população de uma certa espécie, vivendo num determinado meio, atingiria um limite máximo sustentável, dado por $P_{\infty} = \lim_{(t \rightarrow \infty)} P(t)$; considerou ainda que a variação da população estaria sujeita a um fator de proporcionalidade inibidor, isto é, é preciso que a equação incorpore a queda de crescimento à medida que a população cresce.

Em 1920, Pearl & Reed apud BASSANEZI & FERREIRA JR.(1988), estudando a população americana, utilizaram a equação logística, que leva em conta a superpopulação. Este modelo foi empregado por AJZENBERG & AIROLDI(1995), para estimar a população da RMSP.

Outros modelos também levam em conta a superpopulação, como o de Gompertz(1825); Smith(1963); Goel et al.(1971); Ayala et al.(1973) apud (WEBER,1986).

Thomas R. Camp apud CASTRO(1962) afirmou que a previsão de populações futuras é no melhor dos casos, uma adivinhação. É reconhecido que qualquer estimativa de população futura pode com o tempo tornar-se consideravelmente errada uma vez que, fatores imprevisíveis podem subitamente exercer influências excepcionais no crescimento da população. Naturalmente, a probabilidade desta ocorrência cresce com o período de previsão.

As populações das cidades são aumentadas por nascimentos e movimentos migratórios e decrescidas por mortalidade e também por movimentos migratórios evasivos. O crescimento é *aritmético* se o aumento de população, num intervalo de tempo dado, é uma constante independente do número que exprime a população, e é *geométrico* se este aumento é proporcional a esse número(CASTRO, 1962).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área de estudo compreendeu o município de Botucatu-SP, localizado nas coordenadas geográficas: latitude 22°51'S e longitude 48°26'W (Fig. 1), com altitude de 786 m, classificação climática segundo o sistema Köppen como Cfa ou temperado chuvoso, constantemente úmido e com verões quentes. A precipitação média anual é de 1.444 mm (FRANCISCO, 1991) e a temperatura média anual de 19,9°C, conforme informações do Departamento de Ciências Ambientais. A população de Botucatu-SP, conforme dados do

Censo de 1991 foi de 90.761 habitantes(ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1994).

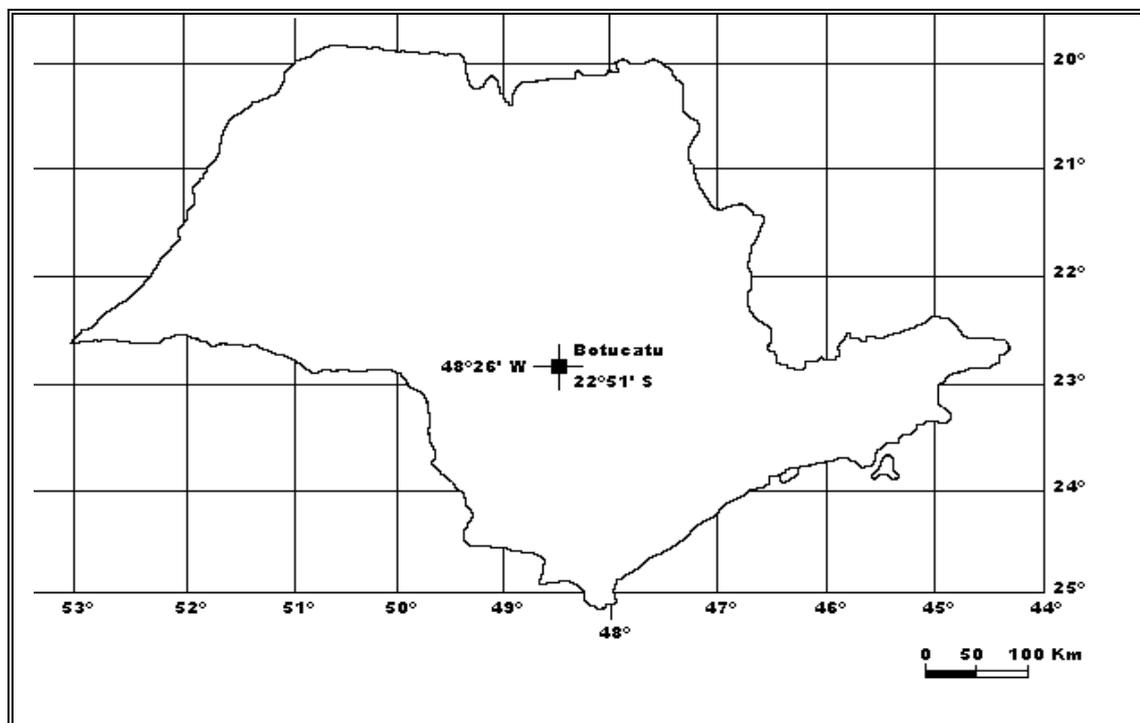


Figura 1 - Localização do município no mapa do Estado de São Paulo.

3.2. Captação, distribuição e consumo

A captação da água para fins de abastecimento é realizada no Rio Pardo, o qual é provido por uma bacia que se estende numa área de 142 Km² e é parte integrante da bacia hidrográfica do Paranapanema. A água

captada é aduzida para a ETA (Estação de Tratamento de Água), onde passa pelos processos de coagulação, floculação, decantação, filtração e tratamento químico e em seguida é distribuída aos 16 reservatórios do município, com capacidade total de reservação de 12500 m³, até chegar ao consumidor final, a água é distribuída por uma rede de 400,7 Km de extensão (Fig. 2).

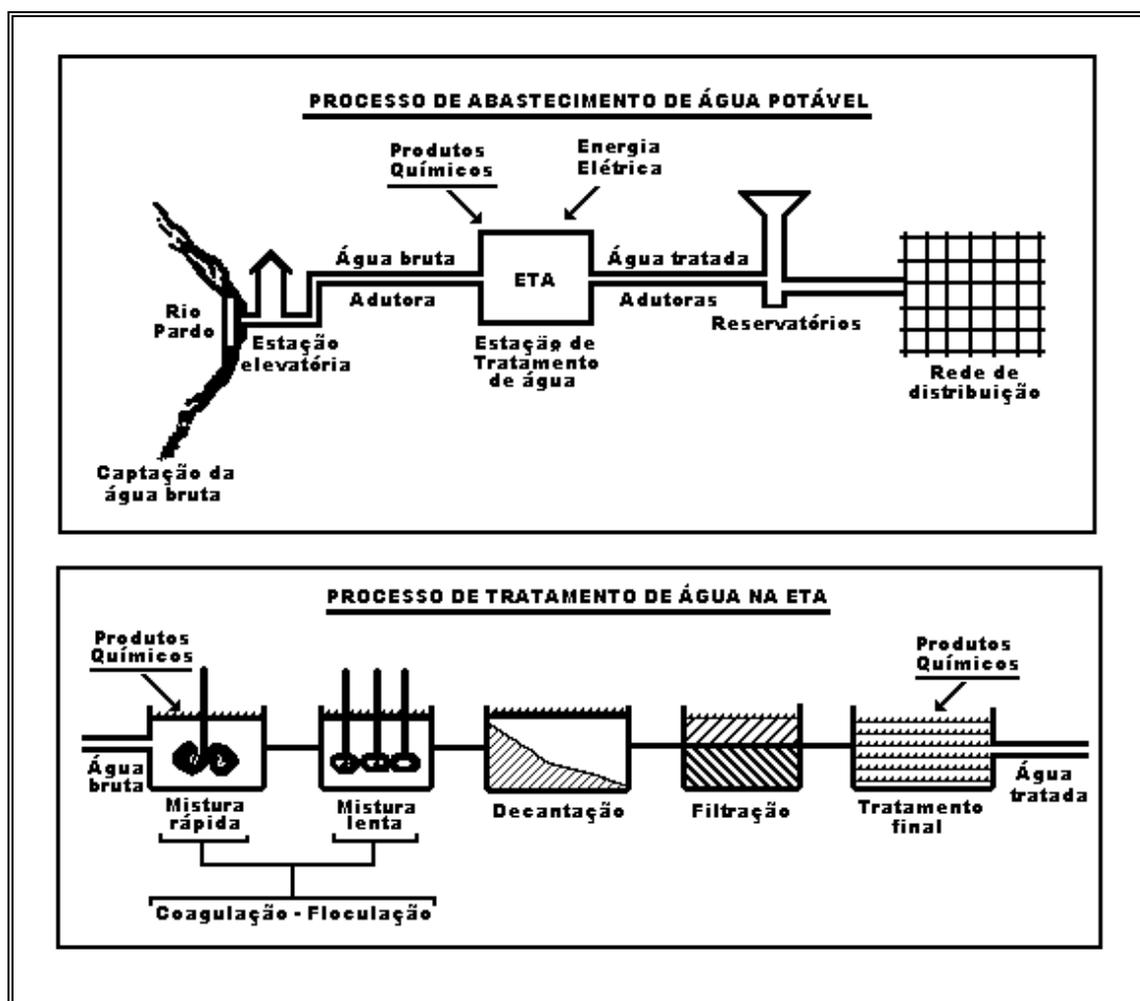


Figura 2 - Processos de abastecimento e tratamento de água em Botucatu - SP.

3.3. Coleta dos dados

O levantamento dos dados e informações pertinentes ao sistema de abastecimento de água foram obtidos junto à SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, concessionária que opera no município desde 1978.

Os dados coletados para a elaboração deste estudo, foram os seguintes:

- **Volumes de água bruta diários captados para tratamento(ABC):** Representam toda água bruta tomada do rio Pardo no período de março de 1980 a dezembro de 1995, coletados nos registros da ETA(Estação de Tratamento de Águas da SABESP), Botucatu-SP
- **Volumes diários da água tratada produzida(ATP):** Representam toda água tratada produzida, distribuída aos reservatórios do município, no período de março de 1980 a dezembro de 1995, coletados nos registros da ETA(Estação de Tratamento de Águas da SABESP), Botucatu-SP
- **Volumes mensais do consumo de água (C):** Representam os consumos medidos e contabilizados pela concessionária através da leitura dos hidrômetros instalados nos setores: residencial, industrial,

comercial e público, no período de julho a dezembro de 1990 e junho de 1991 a dezembro de 1995, coletados nos registros do Departamento Comercial da SABESP, Botucatu-SP.

- **Número de ligações de água(NLA) e de esgotamento sanitário(NLE):** Representam o número de instalações de hidrômetros e número de ligações à rede de esgotamento sanitário, no período de 1982 a 1995, coletados nos registros do Departamento Comercial da SABESP(1990 a 1995) e nos Anuários Estatísticos do Estado de São Paulo(1982 a 1989)(ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1980-1992).

- **Temperaturas diárias (máximas, mínimas e médias),** fornecidas pela Estação Meteorológica do Departamento de Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu-SP, no período de 1980 a 1995.

- **Estádio de desenvolvimento da comunidade:**
 - **População(P):** obtida através dos Censos de 1980 e 1991, estimativas e previsões dos períodos que intercalam os Censos e taxa anual de crescimento populacional do período 1980 a 1991, obtidos no IBGE(Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Agência de Botucatu-SP, através das publicações do Censos e

informações da chefia da Agência(VIEIRA,1996; ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1991; ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL AEB91, 1991; ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1994).

- Número de estabelecimentos comerciais, industriais, de prestação de serviços, construção civil e domicílios particulares com atividade econômica existentes no município em 1995, informados pela chefia do IBGE, Agência de Botucatu-SP(VIEIRA, 1996).
- Índice de atendimento de água: Representa o nível de atendimento à demanda por instalação dos hidrômetros requeridos no município em 1995, informado pelo Departamento de Engenharia e Departamento Comercial da SABESP, Botucatu-SP.

3.4. Tabulação e tratamento estatístico dos dados

Para tratamento e tabulação dos dados, utilizou-se a planilha eletrônica Microsoft Excel versão 7.0 e o sistema estatístico SAS - Statistical Analysis System, do SAS Institute Inc. Para digitação, produção de gráficos e quadros, utilizou-se o Microsoft - Word versão 7.0.

3.5. Previsão retrospectiva dos dados prejudicados

3.5.1. Água bruta captada(ABC) e água tratada produzida(ATP)

Os dados referentes aos registros diários da água bruta captada(ABC) para tratamento e água tratada produzida(ATP), relativos aos meses de fevereiro e novembro de 1980; dezembro de 1987; janeiro, fevereiro, março e dezembro de 1988; novembro e dezembro de 1989 e setembro de 1992 não constavam dos registros da SABESP, portanto, foram estimados por regressão linear(SPIEGEL, 1977; WONNACOTT & WONNACOTT, 1977), para formação de uma série completa, com dados de 16 anos de estudo. Optou-se pelo ajuste mensal dos dados para manutenção da sazonalidade e melhor representabilidade dos mesmos. As equações utilizadas e os resultados dos ajustes podem ser apreciados no Capítulo 4 (Resultados e Discussão).

3.5.2. Consumo

Os valores dos consumos nos setores residencial, comercial, industrial e outros, referentes aos períodos de janeiro a julho de 1990 e de janeiro a maio de 1991, não puderam ser coletados porque a SABESP não possui estes registros. Sendo esses dados de importância vital para o presente estudo, os mesmos foram estimados por análise de regressão e os resultados obtidos podem ser observados no Capítulo 4(Resultados e Discussão) e Apêndice 1.

3.6. Análise dos dados

3.6.1. Água bruta captada(ABC) e água tratada produzida(ATP)

Dos valores diários obtidos de ABC e ATP, produziu-se quadros e figuras mostrando a série estudada mensal e anualmente, através de totais, médias, desvios médios e diferenças. Agrupou-se a série em dois períodos hidrológicos: período seco(abril a setembro) e chuvoso (outubro a março).

3.6.2. Consumo nos setores

Através dos dados do consumo verificados para cada setor, elaborou-se quadros e figuras através de totais, percentuais, médias, desvios médios e diferenças, analisados mensal e anualmente. Relacionou-se estes dados com as temperaturas máximas, mínimas e médias observadas. Agrupou-se os mesmos por períodos hidrológicos: seco(abril a setembro) e chuvoso(outubro a março).

3.6.2.1. Consumo "per capita" nos setores (CPC_s)

O consumo "per capita" diário de Botucatu-SP, foi calculado para o período de 1990 a 1995, utilizando-se os dados anuais das previsões da população, resultados dos

Censos e os valores dos consumos de cada setor, conforme a equação a seguir:

$$CPC_s = \frac{(C_t \times l)/d}{P_t} \quad (1.\text{dia}^{-1} \text{ "per capita"}) \quad (1)$$

Onde:

CPC_s = Consumo em $l.\text{dia}^{-1}$ "per capita", sendo: s=setor

C_t = Consumo total anual do setor (em m^3)

l = 1000 (Transformação de m^3 para litro)

d = 365 (Transformação de anos para dias)

P_t = População obtida em cada ano(t).

3.6.2.2. Consumo "per capita" diário total (CPC_t)

O consumo "per capita" diário total de Botucatu-SP, foi calculado para o período de 1990 a 1995, utilizando-se os dados anuais das previsões da população, resultados dos Censos e os valores dos consumos de cada setor, conforme a equação a seguir:

$$CPC_t = \sum_{i=1} CPC_s \quad (1.\text{dia}^{-1} \text{ "per capita"}) \quad (2)$$

Onde:

CPC_s = Consumo em $l.\text{dia}^{-1}$ "per capita" de cada setor

3.6.3. Demanda atual(D)

A demanda(D) foi calculada tomando-se por base o volume total de água tratada produzida(ATP) e a estimativa da população, relativos ao ano de 1995(último ano averiguado), aplicando-se a seguinte equação:

$$D = \frac{(V_p \times l) / d}{P_t} \quad (1.\text{dia}^{-1} \text{ "per capita"}) \quad (3)$$

onde:

D = Demanda em (l.dia⁻¹ "per capita")

V_p = Volume de água tratada produzido

P_t = População obtida no ano, sendo t=1995.

l = 1000 (transformação de m³ para litro)

d = 365 (transformação de anos para dias)

Não se considerou para o cálculo da demanda o índice de atendimento de água no município, pois segundo informações da SABESP, não existe demanda reprimida em Botucatu-SP, uma vez que o nível de atendimento atinge praticamente 100% dos pedidos de ligação de água.

3.6.4. Perdas no sistema

As perdas no sistema foram calculadas, tomando-se os volumes de água tratada produzida(ATP) e subtraindo-se os volumes dos consumos obtidos em cada setor. Dessa diferença obteve-se os índices de perdas anuais, para o período de 1990 a 1995. Elaborou-se quadros e figuras,

através dos totais, percentuais, médias e diferenças obtidas.

3.6.5. Previsão das populações futuras

As previsões das populações futuras foram realizadas utilizando-se os dados da população, estimados e observados, fornecidos pelo IBGE, referentes ao período de 1980 a 1991, conforme o modelo de regressão a seguir:

$$Y = \alpha + \beta t + \beta t^2 + e \quad (4)$$

Para obtenção das previsões, ajustou-se este modelo em função dos anos(t), para o período de 1996 a 2020. Os parâmetros α e β , obtidos para equação constam dos resultados apresentados no Capítulo 4 (Resultados e Discussão).

3.6.6. Previsão da evolução das redes de água e esgotamento sanitário

As previsões da rede de água e esgotamento sanitário foram realizadas utilizando-se a série de dados relativos ao número de ligações de hidrômetros e número de ligações à rede de esgotamento sanitário, ajustados conforme a equação 4.

Os parâmetros α , β e t (anos) obtidos para equação constam dos resultados apresentados no Capítulo 4 (Resultados e Discussão).

3.6.7. Previsão das demandas futuras (D_f)

Tomando-se por base o valor da demanda atual(1995) e as previsões anuais da população futura, estimou-se as demandas para o período de 1996 a 2020, através da equação:

$$D_f = P_t \times D \quad (5)$$

Onde:

D_f = Demanda futura

P_t = População, sendo t=ano

D = Demanda obtida.

3.6.8. Previsão dos consumos futuros (C_f)

Tomando-se os valores do consumo atual(1995) verificados para cada setor e multiplicando-os pela população prevista para cada ano do período de 1996 a 2000, obteve-se as previsões dos consumos futuros.

$$C_f = C_{1995} \times P_t \quad (6)$$

Onde:

C_f = Previsão do consumo futuro

C_{1995} = Consumo "per capita" atual em cada setor

P_t = População prevista, sendo t=ano

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 Água bruta captada para tratamento(ABC)

Os valores referentes aos dados prejudicados por perda de informações foram estimados pelo modelo da regressão linear simples, resultando nas seguintes equações e coeficientes de determinação (r^2):

Janeiro (88) =	$-1422583+23547*\text{ano}$, $r^2 = 91,40\%$	
	(7)	
Fevereiro (80 e 88) =	$-1226913+20908*\text{ano}$, $r^2 = 78,94\%$	
	(8)	
Março (88) =	$-1359251+22694*\text{ano}$, $r^2 = 90,27\%$	
	(9)	
Setembro (92) =	$-1502335+24487*\text{ano}$, $r^2 = 89,83\%$	
	(10)	
Novembro (80 e 89) =	$-1328809+22708*\text{ano}$, $r^2 = 92,14\%$	
	(11)	
Dezembro (87, 88 e 89) =	$-1613258+25941*\text{ano}$, $r^2 = 96,00\%$	
	(12)	

No Quadro 1 são apresentados os valores obtidos através de leitura nos registros históricos da

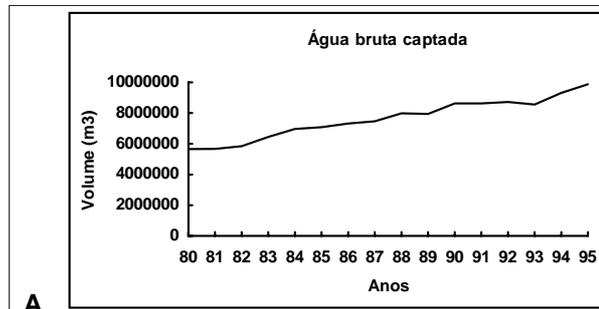
SABESP e os valores obtidos através dos ajustes das equações de regressão.

Quadro 1 - Volume mensal de água bruta captada (ABC), no período de 1980 a 1995, em Botucatu-SP. Dados observados e ajustados.

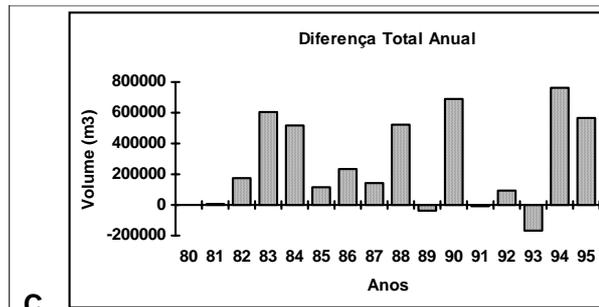
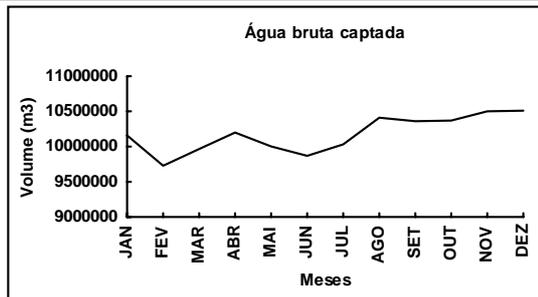
MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
TOTAL													
ANO	m ³												
80	461177	445727	467560	447947	469080	454438	484440	492660	475110	503460	487831	474750	
	5664180												
81	478530	441152	494370	474300	496800	479520	507960	513690	459432	425112	471528	428328	
	5670722												
82	442421	405126	473055	481217	487106	461690	476568	491724	515224	537957	526431	546287	
	5844806												
83	548221	506737	565372	559179	548049	520980	543798	528942	502447	546219	533193	546449	
	6449586												
84	585805	559265	604623	568044	576438	552047	593914	576330	556794	609477	591914	591864	
	6966515												
85	597507	595666	530204	599945	557725	560570	550501	601846	611697	607888	647651	620934	
	7082134												
86	622982	595508	555385	630149	594732	630123	642502	624762	601687	599869	629898	588398	
	7315995												
87	626794	621316	584306	649783	582161	573789	571221	632355	660394	637681	675375	643609	
	7458784												
88	649553	612991	637821	688071	664013	651711	656763	706816	715456	688152	640878	669550	
	7981775												
89	622792	670797	613230	695947	656728	650400	601854	662978	679922	702233	692203	695491	
	7944575												
90	713623	750279	675843	736959	694298	724492	685261	723870	739119	703263	758869	728681	
	8634557												
91	736405	718658	664322	736482	679167	723058	670144	710016	769412	700314	771128	747963	
	8627069												
92	747316	718675	739335	668562	687549	708284	751117	739022	750469	713892	730679	765680	
	8720580												
93	747211	639119	733102	703934	700581	686084	707802	711891	669023	743020	725415	785972	
	8553154												
94	723131	690767	774547	744727	768652	710541	792285	817989	826584	822760	813273	829839	
	9315095												
95	855261	756687	854676	815269	838644	781911	796114	874523	828521	829325	804192	846221	
	9881344												
Total	10158729	9728470	9967751	10200515	10001723	9869638	10032244	10409414	10361291	10370622	10500458	10510016	
	122110871												

O volume total de água bruta captada(ABC) no período de 1980 a 1995 foi de 122.110.871 m³. Quando os volumes da ABC foram distribuídos anualmente, observou-se que a captação não aconteceu de maneira uniforme por todo período, onde obteve-se volumes totais decrescentes para os anos de 1989, 1991 e 1993 e crescentes para os demais anos. Estas diferenças são mostradas na Fig. 3A. Na Fig. 3C, essas diferenças também

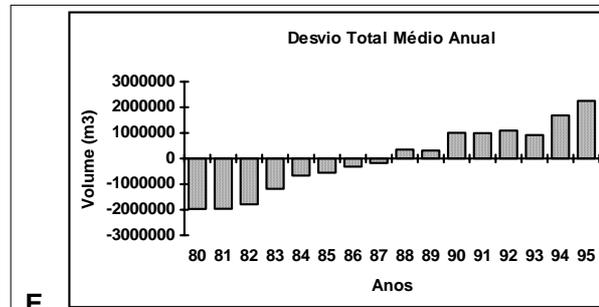
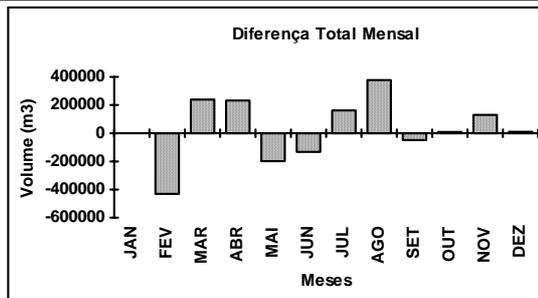
podem ser observadas, quando se subtrai o total obtido para 1980 dos totais dos demais anos.



B



D



F

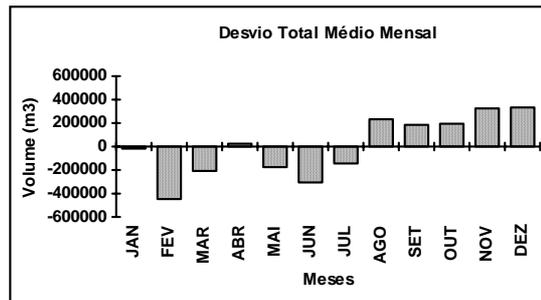


Figura 3 - Volume total anual(A) e mensal(B), diferença total anual(C) e mensal(D), desvio total médio anual(E) e mensal(F) da água bruta captada(ABC), no período de 1980 a 1995, em Botucatu-SP.

O valor médio total anual obtido foi de 7.631.929 m³ e na Fig. 3E verifica-se os desvios dos volumes anuais de ABC com relação ao volume médio total obtido.

Quando o volume da ABC foi analisado mensalmente, observou-se a sazonalidade, onde, nos meses do período hidrológico chuvoso, estes volumes aumentaram e nos meses mais do período seco diminuíram, conforme mostra a Fig. 3B. Estas reduções ou acréscimos devem ocorrer devido à influência dos fatores climáticos, tais como temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação e outros que se relacionam com a dinâmica produtiva do manancial e com os acréscimos ou decréscimos na demanda.

No Quadro 1, observa-se que no mês de fevereiro de 1982, ocorreu uma queda acentuada nos volumes captados quando comparados com os volumes dos meses e anos antecedentes e posteriores. Esta ocorrência pode ser explicada com fato do sistema ter estado parcialmente inoperante neste período, devido a problemas de ordem técnica e por conta disso, os registros também foram prejudicados.

O volume médio da ABC obtido para o período

de 1980 a 1995 foi de 20.896 m³.dia⁻¹ e os valores médios diários do volume de ABC, distribuídos mensal e anualmente, são apresentados no Quadro 2.

Em 1980 obteve-se o total médio de ABC de 15.476 m³.dia⁻¹ e ao comparar-se este resultado com o obtido em 1995(27.072 m³.dia⁻¹), observou-se um crescimento de 75% para o período de 16 anos, que corresponde a um acréscimo anual da ordem de 4,70% ao ano.

Quadro 2 - Volume médio diário da água bruta captada(ABC) em Botucatu-SP, distribuídos mensal e anualmente, no período de 1980 a 1995.

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
Média													
ANO	m ³												
m ³													
80	14877	15370	15083	14932	15132	15148	15627	15892	15837	16241	16261	15315	
15476													
81	15436	15755	15947	15810	16026	15984	16386	16571	15314	13713	15718	13817	
15536													
82	14272	14469	15260	16041	15713	15390	15373	15862	17174	17353	17548	17622	
16013													
83	17685	18098	18238	18639	17679	17366	17542	17063	16748	17620	17773	17627	
17670													
84	18897	19285	19504	18935	18595	18402	19159	18591	18560	19661	19730	19092	
19034													
85	19274	21274	17103	19998	17991	18686	17758	19414	20390	19609	21588	20030	
19403													
86	20096	21268	17916	21005	19185	21004	20726	20154	20056	19351	20997	18981	
20044													
87	20219	22190	18849	21659	18779	19126	18426	20399	22013	20570	22513	20762	
20435													
88	20953	21138	20575	22936	21420	21724	21186	22801	23849	22198	21363	21598	
21808													
89	20090	23957	19782	23198	21185	21680	19415	21386	22664	22653	23073	22435	
21766													
90	23020	26796	21801	24565	22397	24150	22105	23351	24637	22686	25296	23506	
23656													
91	23755	25666	21430	24549	21909	24102	21618	22904	25647	22591	25704	24128	
23636													
92	24107	24782	23850	22285	22179	23609	24230	23839	25016	23029	24356	24699	
23827													
93	24104	22826	23648	23464	22599	22869	22832	22964	22301	23968	24181	25354	
23433													
94	23327	24670	24985	24824	24795	23685	25558	26387	27553	26541	27109	26769	
25521													
95	27589	27025	27570	27176	27053	26064	25681	28210	27617	26752	26806	27297	
27072													
Média	20481	21535	20096	21251	20165	20562	20226	20987	21586	20909	21876	21190	
20896													

Averiguando a hipótese de que os volumes médios mensais de ABC obedeceriam a uma tendência sazonal, verificou-se que, quando esses volumes são analisados mensalmente, esta tendência não é confirmada em decorrência da influência de variáveis exógenas, tais como demanda, problemas técnicos na captação, clima, etc.

A Fig. 4 apresenta os volumes médios diários da ABC nos períodos hidrológicos seco (de temperaturas mais frias) e chuvosos (temperaturas mais quentes) onde obteve-se um acréscimo de 1,04% nos volumes deste último período, sendo esta diferença considerada praticamente irrisória, podendo ser explicada pelo fato do período mais seco ser também o mais frio onde a demanda por água é acrescida em alguns usos e decrescida em outros, ocasionando assim, uma espécie de equilíbrio no montante dos volumes captados.

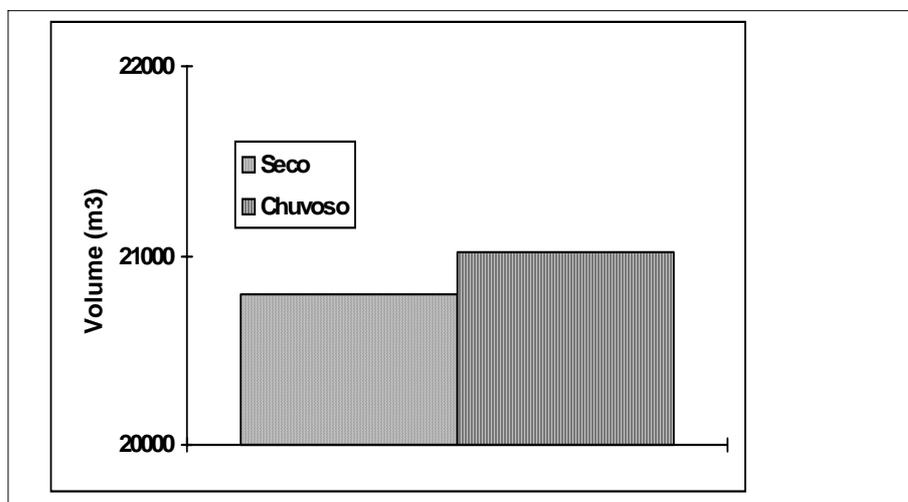


Figura 4 - Volume médio diário da água bruta captada (ABC) nos períodos hidrológicos das chuvas(outubro a março) e das secas(abril a setembro).

4.2. Água tratada produzida(ATP)

Os registros prejudicados devido a não existência de informações foram completados através de

estimativas realizadas por regressão linear simples, conforme as equações e coeficientes de determinação(r^2) a seguir:

Janeiro (88) =	$-1461337+23849*\text{ano}$, $r^2 = 90,35\%$	
(13)		
Fevereiro (80 e 88) =	$-1233502+20848*\text{ano}$, $r^2 = 80,37\%$	
(14)		
Março (88) =	$-1326376+22270*\text{ano}$, $r^2 = 90,98\%$	
(15)		
Setembro (92) =	$-1512019+24465*\text{ano}$, $r^2 = 90,12\%$	
(16)		
Novembro (80 e 89) =	$-1348545+22794*\text{ano}$, $r^2 = 92,01\%$	
(17)		
Dezembro(87, 88 e 89) =	$-1597164+25627*\text{ano}$, $r^2 = 96,81\%$	
(18)		

O Quadro 3 mostra o volume total, mensal e anual da água tratada produzida(ATP) e distribuída aos reservatórios do município, composto pelos valores registrados pela SABESP e valores estimados pelas equações(13 a 18).

O volume total de ATP obtido foi de 119.860.541 m³, sendo que sua distribuição através dos meses e anos ocorreu nos mesmos moldes da água bruta captada(ABC). A diferença entre o volume total da ABC e volume total da ATP foi de 2.250.329 m³ e equivale a 1,84%, sendo que esta diferença representa o volume de água utilizado nos processos de produção da água potável, como por exemplo, lavagem dos filtros e decantadores.

Estes volumes, mesmo sendo contabilizados no montante da ABC, não podem ser considerados como perdas, pois estas quotas, após o uso na produção, retornam ao sistema. A ETA-SABESP de Botucatu-SP possui tanques de tratamento para onde esta parcela é bombeada após o uso e reciclada, passando pelos processos de

decantação, filtração e aeração e em seguida reaproveitada, entrando novamente no sistema, como ABC.

Quadro 3 - Volume total da água tratada produzida(ATP), mensal e anualmente em Botucatu-SP, no período de 1980 a 1995. Dados observados e ajustados.

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
TOTAL													
ANO	m ³												
80	446583	434338	455582	440585	459576	445510	475174	482408	464846	494506	474975	468720	
	5542803												
81	471066	435662	486552	466978	487680	472650	500076	505104	451740	416370	456406	430145	
	5580429												
82	415074	398740	466689	472841	477386	454514	466840	483552	502696	525425	516339	536203	
	5716299												
83	537969	497037	553528	548079	536957	509700	532006	517682	490663	532343	522081	536533	
	6314578												
84	574629	549333	591935	555684	562570	539771	581142	563642	544518	595505	579974	568844	
	6807547												
85	584735	563078	574608	567953	545785	547342	538597	590334	600353	595452	635299	609750	
	6953286												
86	610718	583916	545193	618542	582048	617527	627170	605202	586327	585269	614238	575398	
	7151548												
87	613234	607856	572026	634823	568461	559629	555121	616095	644234	621681	657015	632385	
	7282560												
88	637375	601122	633384	671111	648713	635051	640163	688556	699096	670552	627518	658012	
	7810653												
89	597832	657037	599150	682187	643628	639289	594154	653528	669722	693733	680121	683639	
	7794020												
90	703523	738679	666343	726759	684498	713592	675961	712770	727019	692863	746269	718281	
	8506557												
91	724905	708958	653822	725982	667667	712658	660044	697716	758112	689714	760128	735363	
	8495069												
92	736616	698675	728430	658962	676749	697684	739717	725717	738761	702392	719847	752780	
	8576330												
93	735711	629019	721812	693134	689381	674384	695102	701291	659623	732620	714915	775772	
	8422764												
94	712631	681267	768147	735677	756322	699857	780853	801488	815134	814260	806226	817147	
	9189009												
95	844961	743203	849246	804747	832947	770811	783889	835961	816053	815335	787912	832024	
	9717089												
Total	9947562	9527920	9866447	10004044	9820368	9689969	9846009	10181046	10168897	10178020	10299263	10330996	
	119860541												

Na Fig. 5A, os volumes totais anuais da ABC foram comparados com os volumes totais da ATP, onde verificou-se que ao longo do período estudado esta diferença permaneceu constante.

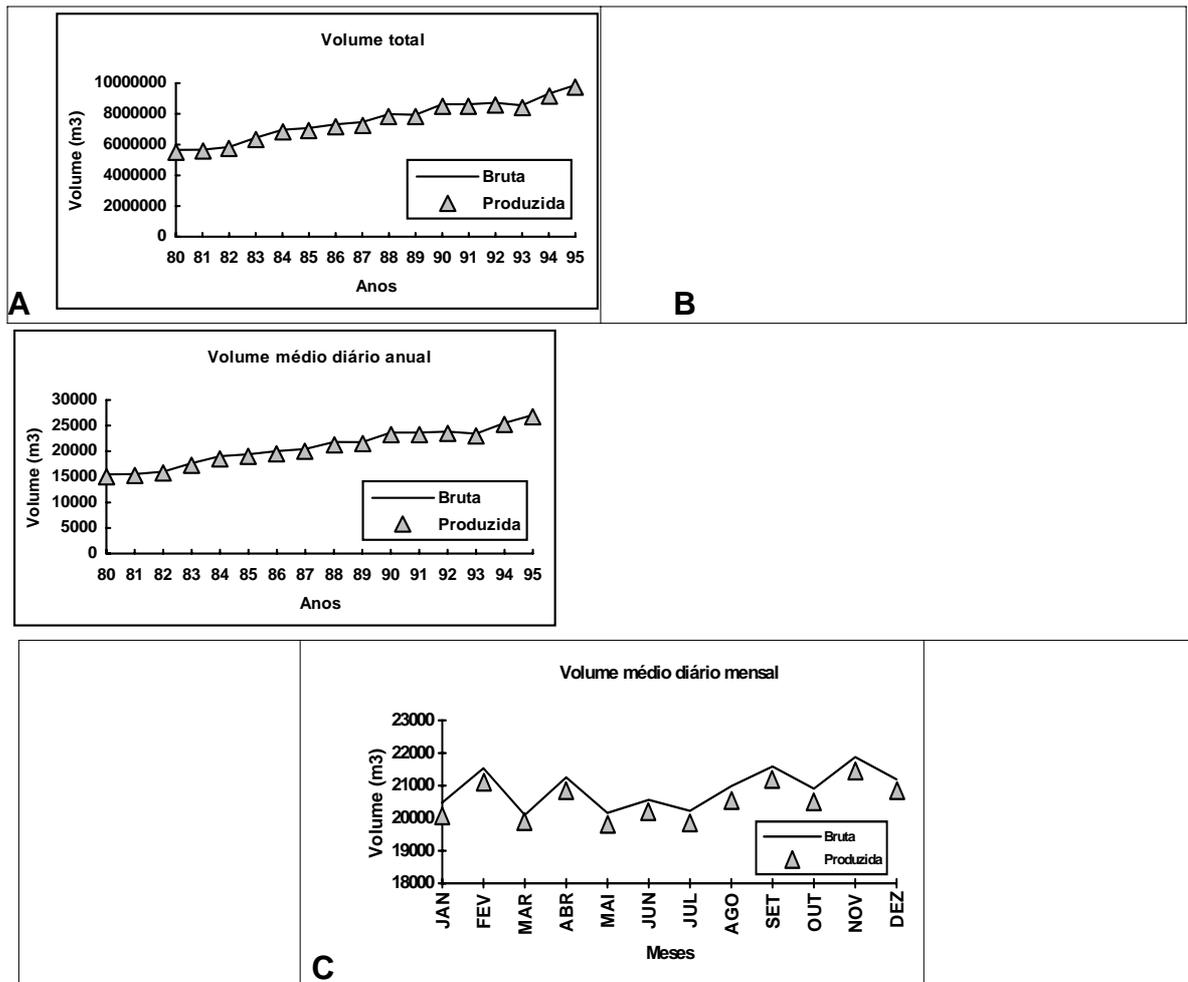


Figura 5 - Volumes totais anuais(A), volumes médios diários anuais(B) e volumes médios diários mensais(C) da ABC comparados com os volumes da ATP, no período de 1980-1995, em Botucatu-SP.

A Fig. 5B apresenta a comparação dos volumes médios diários anuais da ABC com os volumes da ATP, obtendo-se a diferença média de $376 \text{ m}^3 \cdot \text{dia}^{-1}$. No ano de 1995, atingiu-se o volume médio de $452 \text{ m}^3 \cdot \text{dia}^{-1}$, para um total anual de ATP de $9.717.089 \text{ m}^3$, estabelecendo-se com esses dados a seguinte relação: utiliza-se 1 m^3 de ABC nos processos de tratamento para se obter $58,90 \text{ m}^3$ de ATP.

Na Fig. 5C compara-se mensalmente os volumes médios diários da ABC com os volumes já processados(ATP) verificando-se que a diferença entre os

volumes da ABC e da ATP, mantiveram-se constantes também ao longo dos meses.

O volume médio diário total de ATP no período de 1980 a 1995 foi de 20.520 m³ e estes resultados são apresentados no Quadro 4, onde observou-se um crescimento médio de 3,79% ao ano e um crescimento total de 56,89% no período.

É importante destacar a coerência existente entre os volumes de ATP e população: O índice de crescimento anual da população no período de 1980 a 1991, foi de 3,1336%(VIEIRA, 1996) e o crescimento médio dos volumes de ATP no período de 1980 a 1995 foi de 3,79% ao ano.

A população estimada pelo IBGE para o ano de 1995, no município de Botucatu-SP, foi de 102.395 habitantes(VIEIRA, 1996) e o volume médio diário de ATP no mesmo ano, atingiu 26.620 m³.dia⁻¹. Através destes resultados estabeleceu-se a demanda atual de ATP em 260 l.dia⁻¹ "per capita", devendo-se esta cota servir de base para eventuais ampliações do sistema ou mesmo para novos projetos.

A razão entre os volumes médios diários de ATP e a população representa a demanda bruta requerida e quando estes volumes são analisados em função do tempo refletem também o crescimento do município no período estudado.

Quadro 4 - Volume médio diário da água tratada produzida

(ATP), em Botucatu-SP, distribuídos mensal e anualmente, no período de 1980 a 1995.

MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
TOTAL													
ANO	m ³												
80	14406	14977	14696	14686	14825	14850	15328	15562	15495	15952	15833	15120	
	15144												
81	15196	15559	15695	15566	15732	15755	16131	16294	15058	13431	15214	13876	
	15292												
82	13389	14241	15054	15761	15400	15150	15059	15598	16757	16949	17211	17297	
	15656												
83	17354	17751	17856	18269	17321	16990	17161	16699	16355	17172	17403	17308	
	17303												
84	18536	18943	19095	18523	18147	17992	18747	18182	18151	19210	19332	18350	
	18601												
85	18862	20110	18536	18932	17606	18245	17374	19043	20012	19208	21177	19669	
	19064												
86	19701	20854	17587	20618	18776	20584	20231	19523	19544	18880	20475	18561	
	19611												
87	19782	21709	18452	21161	18337	18654	17907	19874	21474	20054	21901	20400	
	19975												
88	20560	20728	20432	22370	20926	21168	20650	22211	23303	21631	20917	21226	
	21344												
89	19285	23466	19327	22740	20762	21310	19166	21082	22324	22378	22671	22053	
	21380												
90	22694	26381	21495	24225	22081	23786	21805	22993	24234	22350	24876	23170	
	23341												
91	23384	25320	21091	24199	21538	23755	21292	22507	25270	22249	25338	23721	
	23305												
92	23762	24092	23498	21965	21831	23256	23862	23410	24625	22658	23995	24283	
	23436												
93	23733	22465	23284	23104	22238	22479	22423	22622	21987	23633	23831	25025	
	23069												
94	22988	24331	24779	24523	24397	23329	25189	25854	27171	26266	26874	26360	
	25172												
95	27257	26543	27395	26825	26869	25694	25287	26966	27202	26301	26264	26839	
	26620												
Média	20056	21092	19892	20842	19799	20187	19851	20526	21185	20520	21457	20829	
	20520												

4.3. Consumo medido

Os valores do consumo de cada setor, relativos aos períodos de janeiro a julho de 1990 e de janeiro a maio de 1991 foram prejudicados pelo fato da SABESP não possuir estes registros. Sendo os dados de consumo de relevante importância para o presente estudo, os mesmos foram estimados por regressão linear simples, obtendo-se as seguintes equações e respectivos coeficientes de determinação (r^2):

Setor Residencial:			
---------------------------	--	--	--

Janeiro(90 e 91)=	18230*ano-1E+06,	$r^2=0,31$	(19)
Fevereiro(90 e 91)=	28,3*ano+387906,	$r^2=7E-05$	(20)
Março(90 e 91)=	11204*ano-673722,	$r^2=0,37$	(21)
Abril(90 e 91)=	13249*ano-894482,	$r^2=0,16$	(22)
Mai(90 e 91)=	24973*ano-2E+06,	$r^2=0,97$	(23)
Junho(90)=	12749*ano-849979,	$r^2=0,72$	(24)
Julho(90)=	10629*ano-648691,	$r^2=0,81$	(25)

Setor Comercial:

Janeiro(90 e 91)=	-3294*ano+359207,	$r^2=0,19$	(26)
Fevereiro(90 e 91)=	-3860*ano+411505,	$r^2=0,59$	(27)
Março(90 e 91)=	-1949*ano+232712,	$r^2=0,21$	(28)
Abril(90 e 91)=	-2596*ano+289774,	$r^2=0,17$	(29)
Mai(90 e 91)=	187*ano+ 31337,	$r^2=0,00$	(30)
Junho(90)=	-2005*ano-234156,	$r^2=0,64$	(31)
Julho(90)=	-1513*ano+188866,	$r^2=0,35$	(32)

Setor Industrial

Janeiro(90 e 91)=	-321*ano+44253,	$r^2=0,01$	(33)
Fevereiro(90 e 91)=	-643*ano+71887,	$r^2=0,59$	(34)
Março(90 e 91)=	1553*ano-131261,	$r^2=0,15$	(35)
Abril(90 e 91)=	1581*ano-136208,	$r^2=0,40$	(36)
Mai(90 e 91)=	2008*ano-175651,	$r^2=0,44$	(37)
Junho(90)=	-223*ano+36162,	$r^2=0,00$	(38)
Julho(90)=	1009*ano-80259,	$r^2=0,05$	(39)

Outros Setores

Janeiro(90 e 91)=	3063*ano-234006,	$r^2=0,15$	(40)
-------------------	------------------	------------	-------------

Fevereiro(90 e 91)=	-582*ano+102719,	$r^2=0,09$	(41)
Março(90 e 91)=	-1422*ano+178196,	$r^2=0,02$	(42)
Abril(90 e 91)=	12156*ano-1085232,	$r^2=0,86$	(43)
Mai(90 e 91)=	12657*ano-1128729,	$r^2=0,75$	(44)
Junho(90)=	7180*ano-615837,	$r^2=0,42$	(45)
Julho(90)=	10884*ano-963887,	$r^2=0,75$	(46)

Com a finalidade de se obter a previsão retrospectiva dos valores consumidos para os anos cujos registros se encontravam falhos, ajustou-se as equações (19 a 46) observando-se somente sua tendência sem se considerar os coeficientes de determinação(r^2) obtidos, os quais, em muitos casos, apresentaram valores baixos. As figuras e as retas de regressão, bem como os quadros com os valores ajustados para cada setor constam no Apêndice 1.

Os volumes consumidos anualmente nos setores residencial, comercial, industrial, outros setores e total, são apresentados no Quadro 5, onde observa-se que o total consumido no período de 1990 a 1995, atingiu o volume de 33.248.661 m³ de água.

Quadro 5 - Volumes consumidos anualmente nos setores (residencial, comercial, industrial e outros) e percentuais, no período de 1990 a 1995, em Botucatu-SP.

Ano	Residencial		Comercial		Industrial		Outros		Total	
	m ³	(%)	m ³	(%)	m ³	(%)	m ³	(%)	m ³	(%)
90	3710779	74,72	656885	13,23	169532	3,41	428952	8,64	4966148	100,00
91	3959426	74,24	673791	12,63	182406	3,42	517639	9,71	5333262	100,00
92	4188055	75,95	653313	11,85	185172	3,36	487855	8,85	5514395	100,00
93	4068464	76,48	523847	9,85	108218	2,03	619028	11,64	5319557	100,00
94	4540964	76,28	563316	9,46	151410	2,54	697706	11,72	5953396	100,00

					100,00					
95	4758158	77,22	613386	9,95	188014	3,05	602345	9,78	6161903	
					100,00					
Total	25225847	75,87	3684538	11,08	984752	2,96	3353525	10,09	33248661	
					100,00					

O setor residencial consumiu o maior volume (25.225.847 m³) representando 75,87% do consumo total. O setor comercial consumiu 3.684.538 m³(11,08%), seguido por outros setores, que consumiram 3.353.525 m³, eqüivalente a 10,09% do total.

A categoria denominada "outros setores" compreende os hospitais, as escolas, os clubes e as instituições públicas em geral, destacando-se o câmpus da UNESP(Rubião Jr. e Lageado) que é considerado o maior consumidor desta categoria.

Em 1995, encontravam-se instalados no município 899 estabelecimentos comerciais, 905 empresas de prestação de serviços e 6 empresas de construção civil (VIEIRA, 1996), que consumiram 613386 m³ de água, correspondendo a 9,95% do total verificado neste ano.

O setor industrial foi a categoria que registrou o menor consumo(984.752 m³), representando 2,96% do total. Esta ocorrência pode ser atribuída ao fato de que as indústrias localizadas no município, em sua maioria, não utilizam água nos processos de produção e, as que utilizam, captam este recurso diretamente dos mananciais ou possuem instalações próprias. Em 1995, encontravam-se instaladas no município 145 indústrias, que consumiram 188.014 m³, representando 3,05% do total consumido no ano.

A distribuição percentual do consumo total em Botucatu-SP, através dos setores, são apresentados na Fig. 6A e o consumo total anual de cada setor obtidos

para o período de 1990 a 1995, constam na Fig. 6B.

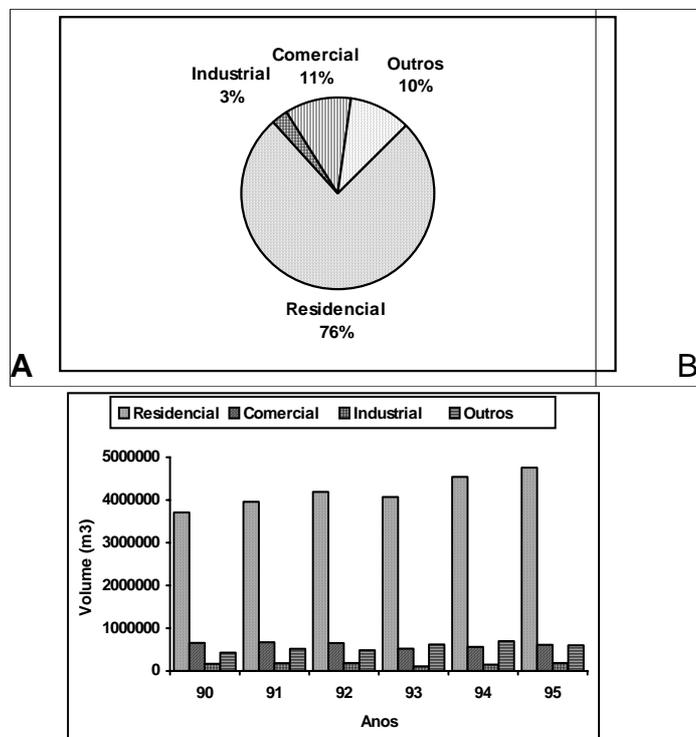


Figura 6 - Distribuição percentual do consumo total por setor (A) e dos volumes anuais consumidos nos setores(B), no período de 1990-1995, em Botucatu-SP

No Quadro 6 são apresentados os volumes totais consumidos mensalmente nos setores e percentuais, onde verificou-se que o comportamento do consumo total nos meses de abril(7,56%), maio(7,97%), junho(7,97%), julho(7,93%) e agosto(8,00%) apresentaram uma redução quando foram comparados com os valores obtidos para os meses de setembro(8,14%), outubro(8,98%), novembro (8,82%), dezembro(8,81%), janeiro(8,39%), fevereiro (8,68%) e março(8,56%), considerados meses tipicamente de temperaturas quentes e classificados hidrológicamente como chuvosos.

Os meses de outubro apresentaram o maior consumo (8,98% do consumo total), seguido pelos meses de novembro(8,82%) e dezembro(8,81%). Por outro lado, os meses que apresentaram menor consumo foram abril(7,76%) e julho(7,93%).

Quadro 6 - Consumo anual de água nos setores e meses, obtidos através da leitura dos hidrômetros instalados pela SABESP, em Botucatu-SP, no período de 1990-1995.

SETOR	RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		OUTROS		Total	
	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%	m ³	%
JAN	2079817	8,24	326685	8,87	86921	9,67	296261	8,83	2789684	8,39
FEV	2191491	8,69	326727	8,87	74347	8,27	293301	8,75	2885867	8,68
MAR	2176108	8,63	314464	8,53	74514	8,29	279524	8,34	2844609	8,56
ABR	1986190	7,87	297861	8,08	60210	6,70	235466	7,02	2579727	7,76
MAI	2046562	8,11	291807	7,92	60644	6,74	252096	7,52	2651109	7,97
JUN	1975989	7,83	292050	7,93	92876	10,33	290044	8,65	2650960	7,97
JUL	2006729	7,96	293423	7,96	78829	8,77	257407	7,68	2636387	7,93
AGO	1961609	7,78	287555	7,80	96708	10,76	313764	9,36	2659636	8,00
SET	2048213	8,12	296562	8,05	92639	10,30	267476	7,98	2704890	8,14
OUT	2288164	9,07	324172	8,80	89573	9,96	282837	8,43	2984746	8,98
NOV	2236725	8,87	316580	8,59	91847	10,22	287776	8,58	2932928	8,82
DEZ	2228249	8,83	316653	8,59	85644	9,53	297573	8,87	2928119	8,81
Total	25225847	100,00	3684538	100,00	984752	100,00	3353525	100,00	33248661	100,00

Observando-se os volumes consumidos mensalmente nos setores, verificou-se que na distribuição desses volumes, as categorias residencial(Fig. 7A) e comercial(Fig. 7B), foram bastante semelhantes, mantendo-se as devidas proporções. No setor industrial(Fig. 7C) e outros setores (Fig. 7D) este fenômeno não se repetiu e atribuiu-se esta ocorrência, à inconstância do consumo industrial e à dificuldade em computá-lo, pois são inúmeras as variáveis com as quais o mesmo está relacionado. Uma conclusão mais sólida e precisa acerca do consumo desta categoria implica em um estudo mais detalhado, abrangendo todos fatores relacionados com esse tipo de consumo.

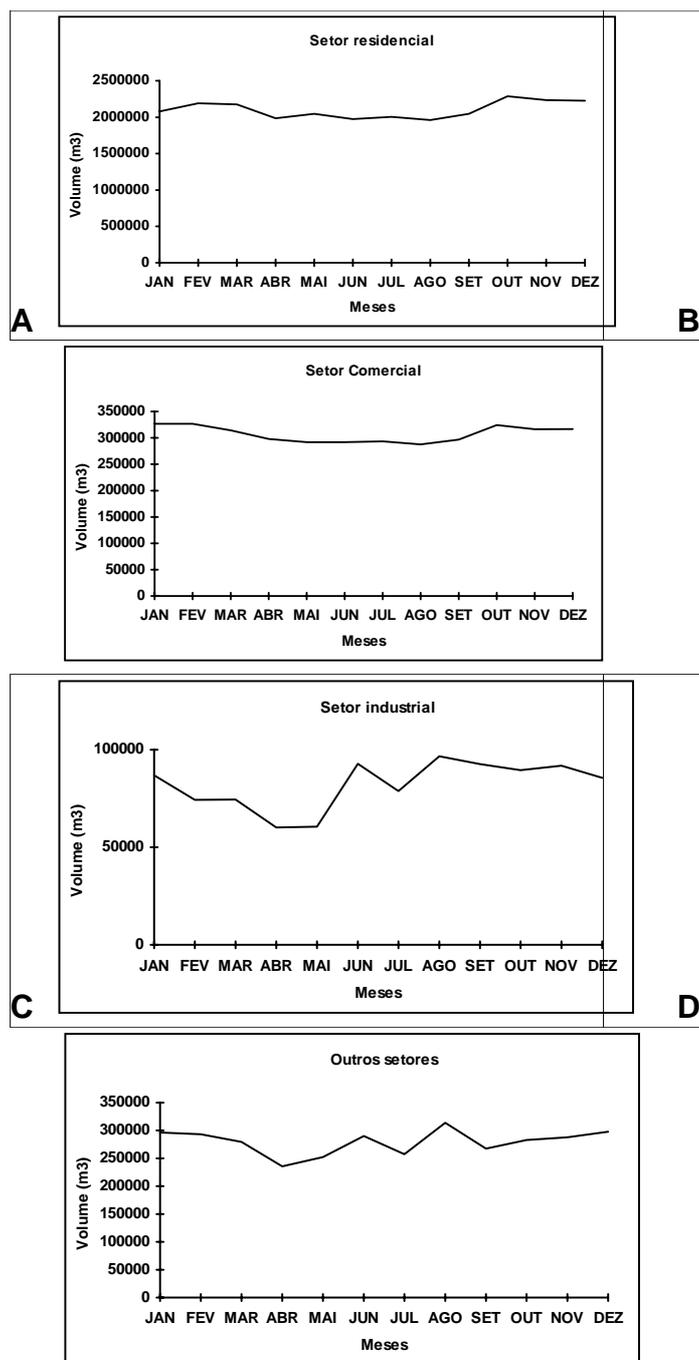
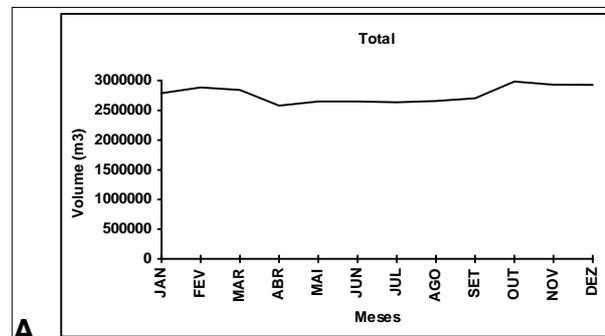


Figura 7 - Volume total mensal de água consumida nos setores residencial(A), comercial(B), industrial(C) e outros setores (D), no período de 1990-1995, em Botucatu-SP.

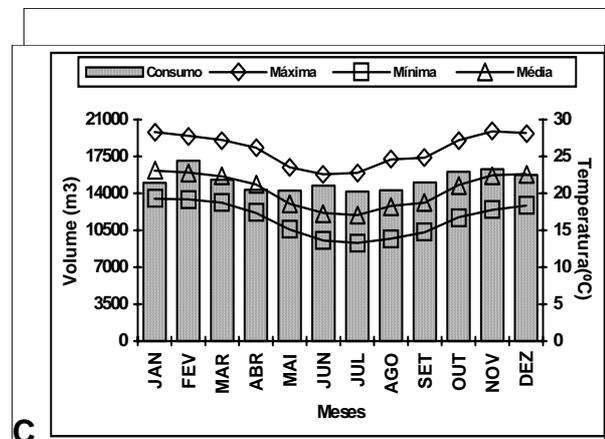
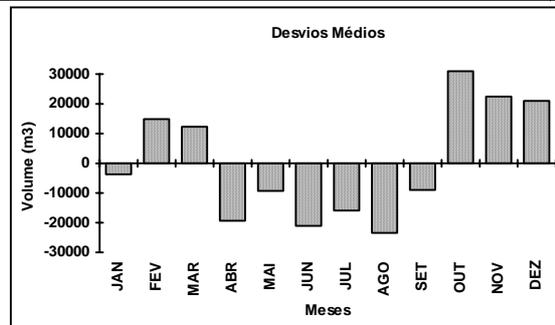
Avaliar e interpretar os resultados do consumo em outros setores é uma tarefa difícil, pois nesta categoria estão incluídos os grandes consumidores do município, cujo consumo, quando observado no aspecto

global, como é o caso do presente estudo, sofre interferências praticamente impossíveis de se avaliar, envolvendo um estudo mais profundo e detalhado.

A Fig. 8A apresenta mensalmente o consumo total, onde verificou-se a tendência sazonal e observou-se que nos meses de abril a setembro, consumiu-se menos água que nos meses de outubro a março. A Fig. 8B confirma isso através dos desvios médios mensais, com exceção ao resultado obtido para os meses de janeiro que se apresentaram inferiores à média.



B



D

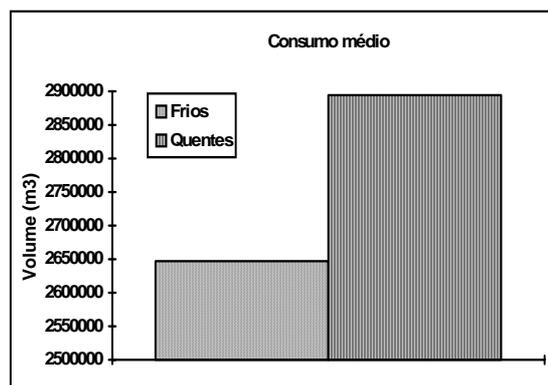


Figura 8 - Volumes totais mensais consumidos(A), desvios médios mensais(B), comparação dos volumes totais médios e temperaturas do ar(máxima, mínima e média)(C) e volume médio consumido em períodos frios e quentes(D), em Botucatu-SP, de 1990 a 1995.

Averiguando-se a hipótese de que o consumo em Botucatu-SP ocorre em função da temperatura do ar, elaborou-se a Fig. 8C, onde verificou-se que os valores médios do consumo acompanharam satisfatoriamente a temperatura média do ar, apresentando desvios mais significativos nos meses de junho e julho. Explica-se isto, com o fato dos meses mais frios corresponderem também aos meses mais secos. Um exemplo disso ocorre no setor residencial onde o uso da água em higiene pessoal e limpeza doméstica diminuem nestes períodos e em contrapartida seus usos são intensificados nas regas de jardins, hortas e pomares. Observou-se também, na Fig. 8C, a relação de $3.500 \text{ m}^3 \cdot \text{dia}^{-1}$ de água consumida, para cada 5°C acrescentados na temperatura média do ar.

A Fig. 8D, apresenta graficamente os valores médios obtidos para os períodos considerados mais frios e mais quentes, que foram de $2.647.118 \text{ m}^3$ e $2.894.325 \text{ m}^3$, respectivamente.

4.4. Perdas no sistema

Os volumes anuais das perdas e seus respectivos índices são apresentados no Quadro 7, onde verificou-se para o período de 1990 a 1995, um índice médio de perdas de 36,77%. Comparando-se este índice com o da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), que em 1992 atingiu 40% (AJZEMBERG & AIROLDI, 1995), consideradas as proporções dos sistemas, concluiu-se que o índice obtido para Botucatu-SP foi bastante alto, uma vez que o sistema de abastecimento do município de Botucatu-SP, é considerado de médio porte, enquanto o sistema da RMSP é tido como de grande porte.

Quadro 7 - Volumes totais anuais de ATP, consumo, perdas e percentuais de perdas e consumo, em Botucatu-SP, no período de 1990 a 1995.

Ano	Volumes totais de água				
	Produzida m ³	Consumida m ³	Perdida m ³		Consumida %
90	8506557	4966148	3540409	41,62	58,38
91	8495069	5333262	3161807	37,22	62,78
92	8576330	5514395	3061935	35,70	64,30
93	8422764	5319557	3103207	36,84	63,16
94	9189009	5953396	3235613	35,21	64,79
95	9717089	6161903	3555186	36,59	63,41
Total	52906818	33248661	19658157	37,16	62,84
Média	16217847	10255196	5962651	36,77	63,23

Em 1990, o índice de perdas correspondeu a 41,62% do volume total da água tratada produzida (ATP). Verificou-se, que em 1995, estes índices decresceram atingindo 36,59% do volume total da ATP, apresentando uma redução de 5,03% no período de 5 anos. Considerando-se a expansão da rede e o crescimento do volume ATP, verificou-se que a concessionária tem buscado formas de controle para atenuar os volumes perdidos. Ao avaliar-se as perdas num sistema é necessário avaliar também o estado físico do mesmo, em termos de concepção e qualificação. O desempenho operacional e as instalações

da SABESP em Botucatu-SP, são qualificadas como excelentes.

Na Fig. 9A, são apresentados os volumes totais da ATP, do consumo e das perdas e a Fig. 9B mostra os percentuais de perdas e aproveitamento dos volumes totais da ATP no município de 1990 à 1995.

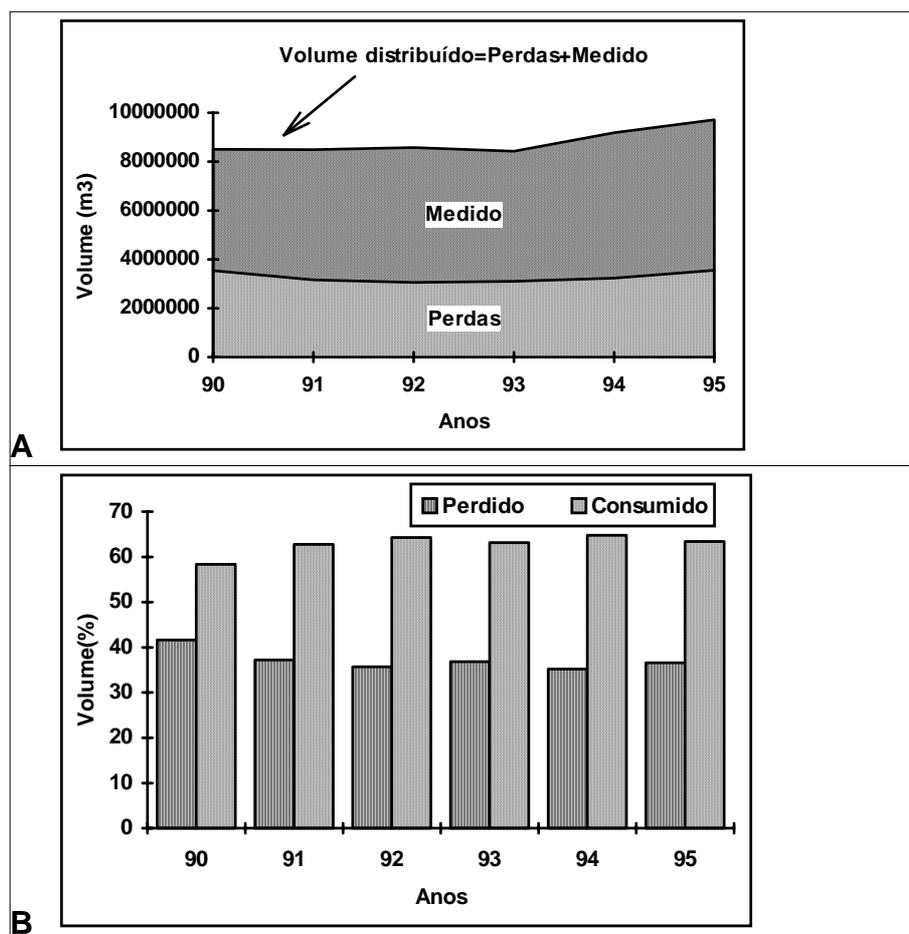


Figura 9 - Volumes anuais de ATP, consumo e perdas(A); percentuais anuais de perdas e consumo de água(B), em Botucatu-SP, no período de 1990-1995.

Sendo a água um produto natural industrializado e seu custo significativamente alto, considerando-se que na sua produção são utilizados produtos químicos, mão de obra, energia elétrica, gastos

com manutenção do sistema e muitos outros custos que são agregados ao preço final e repassados à sociedade, as empresas que gerenciam o abastecimento público de água devem estar conscientes do quanto se perde e implantar um estado de controle rígido em seus sistemas, com vistas a minimizar estas perdas. Sem se considerar os prejuízos ambientais, o volume de água perdido em 1995 em Botucatu-SP equivale, em termos monetários, a perder a quantia de U\$ 6.328.231,00, considerando-se para cálculo, as tarifas mínimas vigentes.

4.5. População

Os dados da população, utilizados na realização do presente estudo, constam do Quadro 8.

Quadro 8 - População informada pelo IBGE*, e tipo de informação.

Anos	População (em hab.)	Tipo de informação
80	64545	Censo Estatístico Oficial
85	71054	Estimativa realizada em 1-7-85, pelo IBGE
89	75409	Estimativa realizada em 1-7-89, pelo IBGE
90	81505	Estimativa realizada em 1-7-90, pelo IBGE
91	90761	Censo Estatístico Oficial
92	93580	Estimativa realizada em 1-7-92, pelo IBGE
93	96401	Estimativa realizada em 1-7-93, pelo IBGE
95	102395	Estimativa realizada em 1-7-95, pelo IBGE

*Fonte: IBGE, Censos demográficos(1980 e 1991) e estimativas (VIEIRA, 1996).

Aplicou-se a estes dados, análise de regressão(SPIEGEL, 1977; WONNACOTT & WONNACOTT, 1977), obtendo-se a equação(47), coeficiente de determinação(r^2) e respectiva curva de tendência, que podem ser observados na Fig. 10. O r^2 obtido foi de 96% e o coeficiente de correlação(r) correspondeu a 0,98, demonstrando uma quase perfeita aderência dos pontos observados à curva estimada.

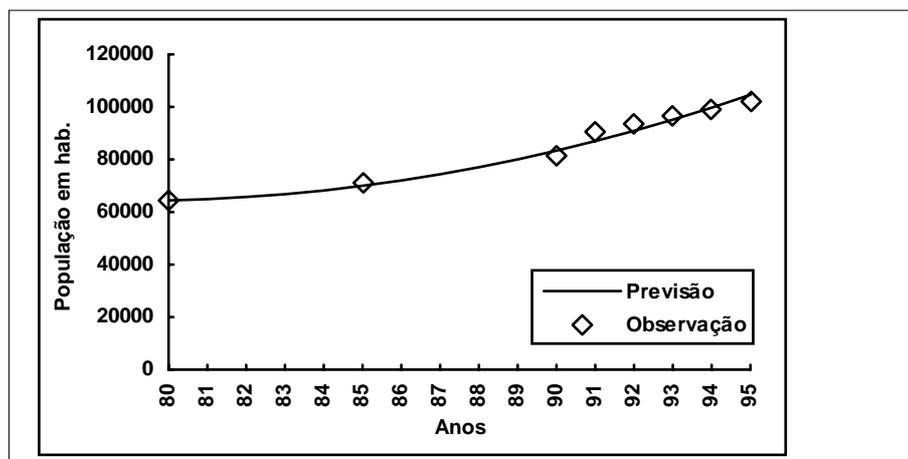


Figura 10 - Curva de regressão obtida no ajuste dos dados de população, informados pelo IBGE para Botucatu-SP, de 1980 a 1995.

O modelo que geralmente é utilizado para ajustar curvas de crescimento populacional é o da curva logística. Ao eliminar-se os pontos que representam a população de 1980 e 1985, obteve-se uma curva que se mostra semelhante à assíntota superior das curvas desse tipo. Como apenas os dois pontos relativos aos Censos (1980 e 1991) são informações comprovadas e os demais são previsões do IBGE, optou-se por não se utilizar o modelo logístico. A taxa de crescimento da população de Botucatu-SP, no período de 1980 a 1991, foi de 3,1336% ao ano (VIEIRA, 1996) e como os Censos demográficos se realizam a cada 10 anos, considerou-se que esta taxa não representaria o crescimento anual da população do município, em termos de previsões populacionais.

Observando-se na Fig. 10 os pontos que compreendem o período de 1990 a 1995, verificou-se que estes, empiricamente, condizem com o crescimento do município. Esta afirmativa justifica-se com as seguintes observações: neste período, em decorrência da construção

de rodovias que facilitaram o acesso entre a capital e o interior, observou-se um significativo afluxo migratório. Somado à crescente expansão imobiliária, destacando-se a construção de 3 grandes conjuntos habitacionais e a proliferação de novos loteamentos.

4.6. Rede de água e esgotamento sanitário

A evolução da rede de água e de esgotamento sanitário, verificados através do número de ligações no período de 1982 a 1995 são apresentados no Quadro 9, onde verificou-se que estes acompanharam apropriadamente o crescimento da população e sua tendência ao longo do tempo, proporcionando maior segurança nas previsões da população futura.

Quadro 9 - Número de ligações à rede de água, esgotamento sanitário e percentuais, no período de 1982 a 1995, em Botucatu-SP.

Ano	Número de ligações			
	Rede de água	%	Rede de esgotos	%
82	15289	51,69	11702	45,64
83	15956	53,94	12415	48,42
84	18255	61,71	14986	58,45
85	18945	64,04	15449	60,25
86	19813	66,98	16264	63,43
87	20649	69,80	17621	68,72
88	21926	74,12	18356	71,59
89	22952	77,59	19155	74,70
90	23721	80,19	20003	78,01
91	24736	83,62	21225	82,78
92	26399	89,24	22754	88,74
93	27281	92,22	23705	92,45
94	28461	96,21	24826	96,82
95	29581	100,00	25641	100,00

Observou-se, no Quadro 9, o crescimento de 48,61% da rede de água e 54,36% da rede de esgotamento sanitário, no período de 1982 a 1995. Quando foram comparados: população, número de ligações de água(NLA) e esgotamento sanitário(NLE), obteve-se em 1995, a relação

de 3,5 habitantes por ligação à rede de água e 4,0 habitantes por ligação à rede de esgotamento sanitário. Estas proporções são consideradas ótimas quando comparadas com as condições existentes no Brasil. Verificou-se, através dos resultados do Censo de 1991, que somente 68,04% do total dos domicílios particulares permanentes encontravam-se ligados à rede geral de água e apenas 32,11% desses domicílios estavam ligados à rede geral de esgotamento sanitário(ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1994).

Os índices de atendimento de água e esgotamento sanitário são indicadores da qualidade de vida da comunidade. Obteve-se para Botucatu-SP a razão de 3,5 habitantes por ligação de água, 4,0 habitantes por ligação de esgotos e um índice de atendimento próximo a 100%. Através dos resultados obtidos, verificou-se que as condições de atendimento de água e esgotamento sanitário neste município, são excelentes tanto a nível quantitativo quanto qualitativo, uma vez que taxas semelhantes as obtidas, são observadas apenas em países desenvolvidos do primeiro mundo.

Ajustou-se por regressão os dados do NLA e NLE, obtendo-se como melhor ajuste o modelo polinomial de segundo grau(equações 48 e 49), apresentados nas Figs. 11A e 11B, respectivamente, onde obteve-se para as duas curvas excelentes coeficientes de determinação($r^2=99\%$). Observou-se também, que este modelo é idêntico ao obtido no ajuste da população.

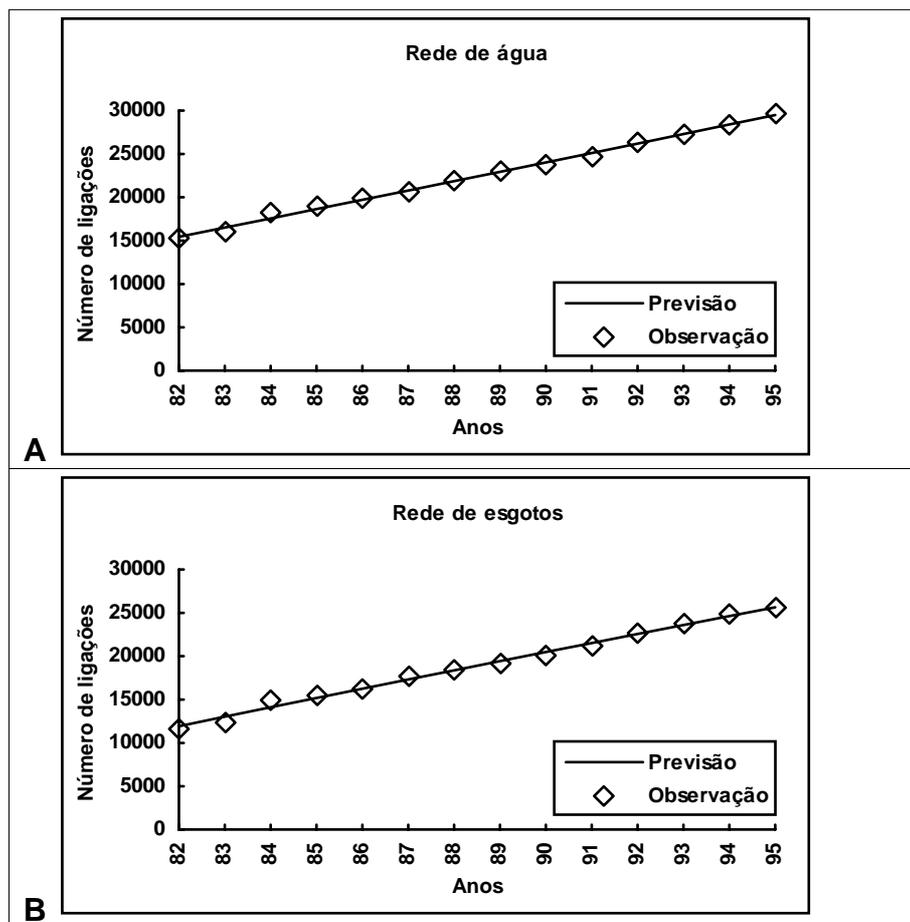


Figura 11 - Retas de regressão obtidas nos ajustes do número de ligações à rede de água(A) e número de ligações à rede de esgotamento sanitário(B), em Botucatu-SP, no período de 1982 a 1995.

4.7. Consumo "per capita".

O consumo "per capita" médio anual de água obtido para Botucatu-SP no período de 1990 a 1995, foi de

161,70 l.dia⁻¹ "per capita". O Quadro 10 apresenta os valores do consumo "per capita" obtidos anualmente em cada setor de consumo averiguado.

Quadro 10 - Consumo "per capita" de água nos setores: residencial, comercial, industrial, outros e total, em Botucatu-SP, observados no período de 1990 a 1995

	Ano	População		Consumo "per capita"		
		em habitantes	Residencial l.dia ⁻¹	Comercial l.dia ⁻¹	Industrial	Outros l.dia ⁻¹
1990	81505	124,73	22,08	5,70	14,42	166,93
1991	90761	119,52	20,34	5,51	15,63	160,99
1992	93580	122,61	19,13	5,42	14,28	161,44
1993	96401	115,63	14,89	3,08	17,59	151,18
1994	98994	125,67	15,59	4,19	19,31	164,76
1995	102395	127,31	16,41	5,03	16,12	164,87
	Média	122,58	18,07	4,82	16,22	161,70

O consumo é função da população, do estágio de desenvolvimento da comunidade (padrão de vida da população, nível cultural, grau de industrialização, nível de atendimento de água e outros fatores). O consumo "per capita" médio anual na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), em 1994 foi de 270 l.hab.dia⁻¹, considerando-se as 4 categorias: residencial, industrial, comercial e pública (AJZENBERG & AIROLDI, 1995). Comparando-se este consumo com o obtido para Botucatu-SP, em 1995 (164,87 l.dia⁻¹ "per capita"), observou-se a diferença de 105,13 l.hab.dia⁻¹. Levando-se em conta as diferenças regionais e o estágio de desenvolvimento da comunidade, concluiu-se que o consumo "per capita" em Botucatu-SP é bastante satisfatório. Quando foram comparados, o consumo "per capita" obtido em 1995 (164,87 l.dia⁻¹) e o consumo "per capita" médio nos EUA (236,3 l.dia⁻¹), verificou-se a diferença de 71,73 l.dia⁻¹, justificada pelos diferentes estágios de desenvolvimento das comunidades, padrão de vida, costumes e diferenças climáticas (HEATON, 1991).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) indica que para sustentar razoavelmente a qualidade de vida de

um indivíduo, são necessários em média 80 l.dia⁻¹ de água, variando este consumo com a disponibilidade, acesso, aspectos culturais e outros (COMANDO NACIONAL DOS TRABALHADORES EM SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE, 1993). Comparando-se esta recomendação com a cota do consumo residencial verificado no município em 1995 (127,31 l.dia⁻¹ "per capita"), observou-se que este consumo excede em 47,31 l.dia⁻¹, cabendo esta diferença aos costumes, à disponibilidade e ao clima.

Do consumo "per capita" total, observado em 1995, 77,22% são utilizados pelo setor residencial, 9,96% pelo setor comercial, 9,78% por outros setores e 3,05% pelo setor industrial. Verificou-se que a proporção utilizada no consumo residencial foi majoritária no município de Botucatu-SP e que, para cada l.dia⁻¹ "per capita" utilizado nos demais setores, foram utilizados 3,4 l.dia⁻¹ "per capita" no setor residencial.

Em outras comunidades, o consumo comercial está relacionado com o consumo residencial em virtude da identidade existente entre ambos. Nos EUA, são atribuídos a esta categoria, a cota de 40% do consumo domiciliar (CARDOSO JUNIOR, 1967). Para Botucatu-SP em 1995, esta categoria consumiu 12,89% do total consumido no setor residencial.

No ano de 1995 encontravam-se instaladas no município de Botucatu-SP, 145 indústrias de diversos ramos de atividade econômica, como por exemplo, indústria de chapas de madeira, indústria do vestuário, indústria de chapas de fibra de vidro, indústrias de curtimento de couro, montadoras de veículos, etc., (VIEIRA, 1996).

Verificou-se na literatura especializada, que atribuir cotas ao consumo industrial em uma co-

munidade é uma tarefa difícil e a incidência futura da demanda nesta categoria é quase imprevisível, uma vez que as grandes indústrias geralmente, têm instalações próprias para atendimento da maior parte do suprimento de água que necessitam(CARDOSO JUNIOR, 1967). Em Botucatu-SP destacam-se as indústrias: Duratex S/A, que utiliza água nos processos de industrialização de chapas de madeira, cuja captação é realizada diretamente no manancial(Rio Pardo) e a indústria Staroup S/A que utiliza água para tingimento de tecidos e possui instalações próprias(poço) para o suprimento necessário ao processo produtivo. As indústrias que consomem grandes volumes de água, utilizam-se de recursos técnicos para reduzir o consumo industrial, tais como a recirculação e o reuso da água. Nestes casos a água é um insumo, sendo computado seu uso no custo final do produto industrializado e via de regra, as indústrias são fiscalizadas por órgãos competentes como por exemplo a CETESB e estão conscientes de que a falta de água pode gerar um colapso na produção.

4.8. Previsões das demandas, consumos e população

Com a demanda(260 l.dia^{-1} "per capita"), valores do consumo nos setores(Quadro 10) e do ajustamento da equação da população(46) em função dos anos no período de 1996 a 2020, produziu-se o Quadro 11 onde observou-se as previsões das demandas e dos consumos futuros.

É necessário enfatizar que os valores das previsões são apenas estimativas e que se realizou a determinação dos mesmos com base em condições que podem mudar no decorrer do tempo, principalmente porque este é bastante longo(25 anos).

A ETA-SABESP de Botucatu-SP, comporta

atualmente para tratamento o volume máximo de 390 l.s^{-1} que corresponde a $12.299.040 \text{ m}^3.\text{ano}^{-1}$. Se a população mantiver os índices de crescimento previstos, a curto prazo, em meados do ano 2000, será atingido o máximo da capacidade instalada para produção de água potável em Botucatu-SP.

A capacidade atual de reservação de água potável em Botucatu-SP é de 12.500 m^3 e garante uma reserva média de $122,08 \text{ l.dia}^{-1}$ "per capita", tendo em vista a proporção de $1/3$ da demanda total diária estimada (MARTINS et al, 1982). Baseando-se neste conceito e na população de 1995, a reservação de 8.874 m^3 supriria e atenderia satisfatoriamente ao município.

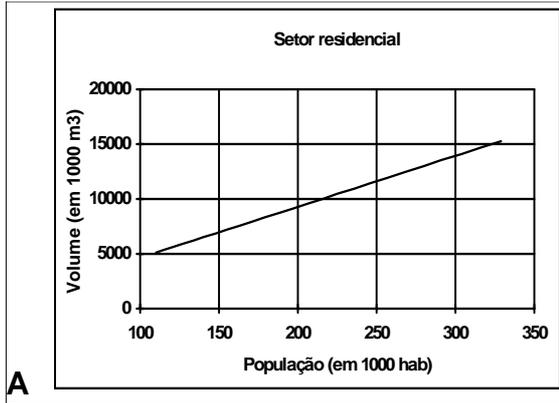
Quadro 11 - Previsões das demandas e consumos por setor em função da previsão populacional, para o município de Botucatu-SP, no período de 1996 a 2020.

POPULAÇÃO		CONSUMO					DEMANDA
ANO	em nº de habitantes	Residencial m^3	Comercial m^3	Industrial m^3	Outros m^3	Total m^3	Total m^3
1996	109817	6410967	826454	253323	811577	8302321	10421617
1997	115324	6732488	867902	266028	852279	8718697	10944280
1998	121146	7072364	911716	279458	895305	9158842	11496779
1999	127283	7430594	957896	293613	940654	9622757	12079115
2000	133733	7807178	1006443	308493	988327	10110440	12691287
2001	140498	8202116	1057355	324099	1038323	10621893	13333296
2002	147578	8615409	1110634	340430	1090642	11157115	14005142
2003	154972	9047056	1166279	357486	1145285	11716106	14706824
2004	162680	9497057	1224289	375267	1202252	12298866	15438342
2005	170703	9965413	1284666	393774	1261542	12905395	16199698
2006	179040	10452123	1347409	413006	1323156	13535693	16990889
2007	187691	10957187	1412518	432963	1387093	14189761	17811918
2008	196657	11480605	1479993	453645	1453353	14867597	18662783
2009	205938	12022378	1549835	475053	1521938	15569203	19543484
2010	215532	12582505	1622042	497185	1592845	16294578	20454022
2011	225441	13160986	1696616	520044	1666076	17043722	21394396
2012	235665	13757822	1773555	543627	1741631	17816635	22364608
2013	246203	14373011	1852861	567936	1819509	18613317	23364655
2014	257055	15006555	1934532	592969	1899711	19433768	24394539
2015	268222	15658454	2018570	618729	1982236	20277989	25454260
2016	279703	16328706	2104974	645213	2067084	21145978	26543818
2017	291499	17017313	2193744	672423	2154257	22037737	27663211
2018	303608	17724274	2284880	700358	2243752	22953264	28812442
2019	316033	18449590	2378383	729018	2335571	23892561	29991509
2020	328771	19193259	2474251	758403	2429714	24855627	31200413

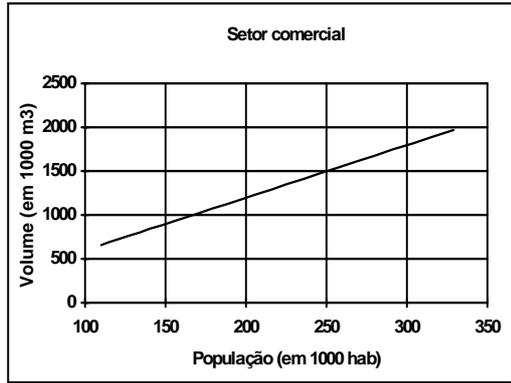
Em termos percentuais, observou-se que o potencial de reservas de água ultrapassou em 40,86% do volume médio necessário, sendo que excedentes de portes diferenciados também são observados em outros sistemas, visto que em termos de projeto, os reservatórios são acrescidos ao sistema ao longo do tempo acompanhando o crescimento dos núcleos urbanos e suas demandas. Como essas tendências são de difícil previsão a curto prazo, via de regra esses reservatórios são superdimensionados com vistas ao atendimento às demandas futuras. O excedente de 40,86% na reserva demonstra que a oferta de água tratada em Botucatu-SP é excelente e pode atender plenamente às demandas a curto prazo.

Se a demanda atual (260 l.dia^{-1} "per capita") e a população mantiverem-se de acordo com as previsões, no ano 2001, a reserva no município atingirá a capacidade máxima com vistas à manutenção dos níveis mínimos recomendados de $1/3$ da demanda.

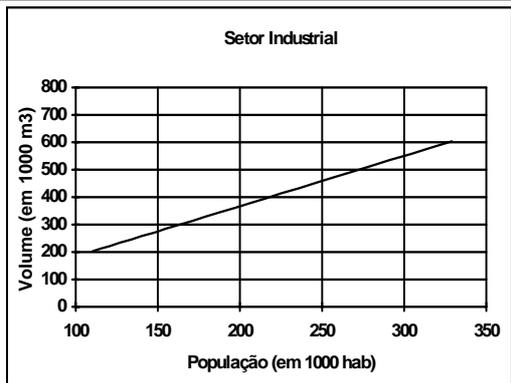
Na Fig. 12 são apresentadas as curvas de consumo em função das estimativas de crescimento da população. Através dessas curvas observou-se graficamente as relações existentes entre o crescimento da população e o consumo. Por exemplo, no setor residencial quando a população atingir 140.000 habitantes o consumo será de $6.500.000 \text{ m}^3.\text{ano}^{-1}$.



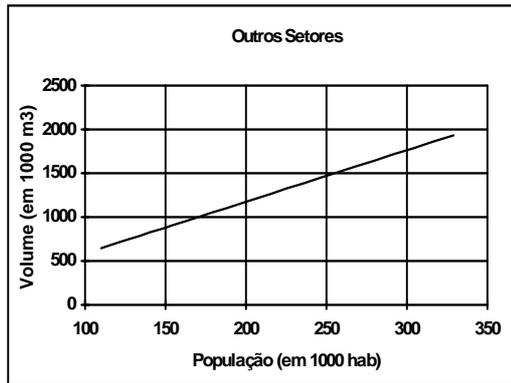
B



C



D



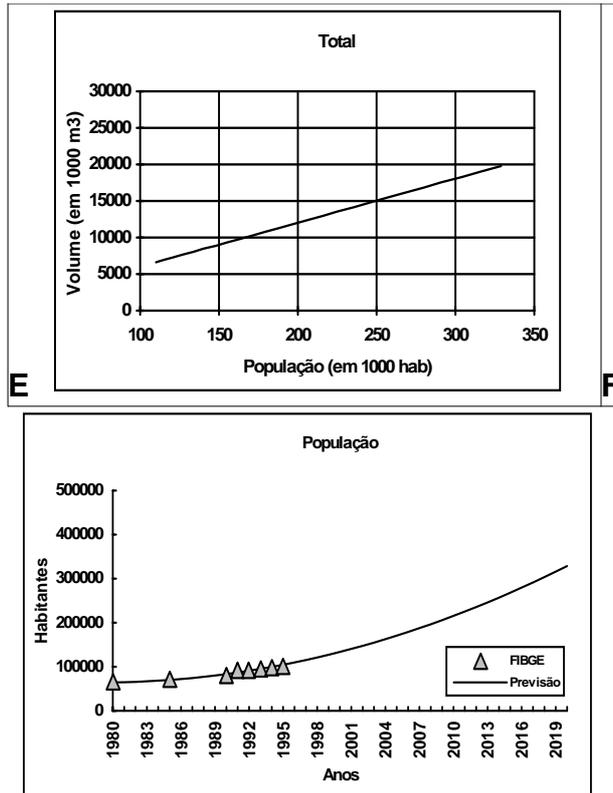


Figura 12 - Consumo previsto para os setores: residencial(A), comercial(B), industrial(C), outros(D) e total(E) em função das previsões de população(F) para o período de 1996-2020, em Botucatu-SP.

5. CONCLUSÕES

As conclusões obtidas no presente estudo foram as seguintes:

- Levando-se em consideração a população do município estimou-se para 1995, a demanda de 260 l.dia^{-1} de água tratada "per capita", o consumo de $164,87 \text{ l.dia}^{-1}$ "per capita" e um índice de perdas de 36,59% do volume total tratado.

- O setor onde mais se consumiu água tratada, foi o setor residencial que atingiu 75,87% do volume total consumido, seguido pelos setores comercial(11,08%), outros setores(10,09%) e setor industrial(2,96%).

- Os meses onde se observou o maior consumo de água potável foram os meses de outubro(8,98% do total consumido anualmente), seguido pelos meses de novembro(8,82%) e dezembro(8,81%). Observou-se contudo, que o consumo mensal se mostrou praticamente uniforme no decorrer do ano.

- Obteve-se para o período de 1996 a 2020, com base nas previsões realizadas, um crescimento populacional médio da ordem de 4,47% ao ano. Para 1996, está prevista uma população de 109.817 habitantes, para o ano 2000, 133.733 habitantes e para 2020 uma população de 328.771 habitantes. Salienta-se que no período de 1980 a 1991 e de acordo com os Censos da FIBGE, a taxa de crescimento, em valores médios, foi de 2,6% ao ano.

- O modelo utilizado, aplicado ao crescimento populacional indica que a população de Botucatu-SP atingirá o dobro da atual em meados do ano 2008.

- A rede de água foi acrescida de 14.292 ligações no período de 1982 a 1995, representando uma evolução de 48,31%. O número de ligações de esgotamento sanitário aumentou em 13.939 ligações que equivale a um aumento de 54,36%, no mesmo período.

- Em 1995, verificou-se a razão de 3,5 habitantes por ligação de água e de 4,0 habitantes por

ligação de esgotamento sanitário. Comparando esta relação com as existente em outras localidades, bem como com as existentes no país, como um todo, concluiu-se que Botucatu-SP, possui um excelente atendimento em saneamento básico.

- A ETA-SABESP de Botucatu-SP, comporta para tratamento, o volume máximo de 390 l.s^{-1} . Se a população mantiver os índices de crescimento previstos e o consumo nos setores não se ampliarem, segundo as previsões realizadas, a capacidade máxima de utilização das instalações da ETA para produção de água potável será atingida no ano 2000.

- Outra consideração a ser feita é com relação à produção do manancial. Não foi possível obter-se dados precisos do montante que o Rio Pardo produz. Sugere-se um estudo futuro que avalie sua vazão ao longo do tempo, em diferentes períodos, para complementação da caracterização do sistema de abastecimento de água potável em Botucatu-SP.

6. SUMMARY

Knowing the water supplying system in a community is very useful for planing the use of these resources in the different areas in which they are required.

The purpose of this work was characterizing the public water supplying system in Botucatu-SP city. The time series data of the collected, produced and consumed volumes in residential, comercial, industrial areas and others, were obtained from SABESP(Basic Sanitation Company of São Paulo State) and the city population data were obtained from IBGE(Geography and Statistics Brazilian Ins-

titute Foundation), agency from Botucatu-SP, corresponding to the period from 1980 to 1995.

By evaluating the population, the production and the consumption, the demand of 260 l.day^{-1} "per capita", the consumption of $164,87 \text{ l.day}^{-1}$ "per capita" and the rate of treated water wastage, that is 36,59% of the total produced volume, were obtained.

The population growth equation was determined through regression analysis and a preview of the populational growth was obtained by fitting that equation in time function. The future consumption and demand were calculated in function of the population previewed for the period from 1996 to 2020. Through these results were concluded that the installed capacity for water treatment and the present capacity of treated water reservation will reach their maximum utilization limits between the years 2000 and 2001 if the population, the production, the demand, the wastage and the consumption are kept according to the obtained previews.

7. BIBLIOGRAFIA^{1,2,3}

AJZENBERG, M.G., AIROLDI, E. Perspectivas do abastecimento de água na RMSP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 18, 1995. *Trabalhos publicados...* São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1995. (Disquetes)

AYRE, H., HOYT, P. Arizona Water Use. University of Arizona, College of Agriculture, Tucson, Arizona, 1992. In: Purdue University, Agricultural Computer Network, Coope-

¹BIOSIS. Serial sources for the BIOSIS previews database. Philadelphia, 1990, 413p.

²UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Coordenadoria Geral de Bibliotecas. Editora UNESP. Normas para publicações da UNESP. São Paulo: Editora UNESP, 1994. 4v. v.2. Referências Bibliográficas, 60p.

³ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 6023: Referências bibliográficas. Rio de Janeiro, 1989, 19p.

native Extension Reference File System.
(Telnet:hermes.ecn.purdue.edu).

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL 1990. Rio de Janeiro: IBGE,
v.50, 1991, p.794.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL AEB91. Rio de Janeiro: IBGE,
v.51, 1991, p.1024.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL 1994. Rio de Janeiro: IBGE,
v.54, 1994, 8-32p.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1980. São
Paulo: SEADE, 1981, p.797.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1981. São
Paulo: SEADE, 1982, p.1020.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1982. São
Paulo: SEADE, 1982, p.977.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1983. São
Paulo: SEADE, 1984, p.785.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1984. São
Paulo: SEADE, parte II, 1985, p.561.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1985. São
Paulo: SEADE, 1986, p.565.

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1986. São Paulo: SEADE, 1987, p.583.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1987. São Paulo: SEADE, 1988, p.537.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1988. São Paulo: SEADE, 1989, p.656.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1989. São Paulo: SEADE, 1991, p.431.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1990. São Paulo: SEADE, 1992, p.510.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1991. São Paulo: SEADE, 1993, p.815.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1992. São Paulo: SEADE, v.1, 1993, p.680.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO DE 1992. São Paulo: SEADE, v.2, 1993, p.570.
- ARAÚJO, R.A.B. Como preservar nossos mananciais de superfície. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 18, 1995. *Trabalhos publicados...*, São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1995. (Disquetes)

- BASSANEZI, R.C., FERREIRA JR. W.C. *Equações diferenciais com aplicações*. São Paulo: Harbra, 1988, 572p.
- BREGA FILHO, D., BOMBONATTO JR., C. Do saneamento básico ao saneamento ambiental. *Rev. DAE-SABESP* (São Paulo), v.53, p.4-14, 1993.
- BREGA FILHO, D., BOMBONATTO JR., C. Ambiente institucional e política ambiental. *Rev. DAE-SABESP* (São Paulo), v.53, p.3-14, 1993.
- BRUCE, J.P. *Meteorology and Hydrology for Sustainable Development*. *ONU - World Meteorological Organization Reports*, Geneva, Switzerland, n.769, 1992.
- CARDOSO JUNIOR, J.F. Perdas em sistemas distribuidores de água. *Rev. DAE* (São Paulo), v.27, 1967, p. 34-8.
- CARDOSO JUNIOR, J.F. Estudo da demanda em sistemas de abastecimento público de água. *Rev. DAE* (São Paulo), v.28, 1968, p. 41-7.
- CASTRO, P.P. Plano de abastecimento de água para a área metropolitana de São Paulo. *Rev. DAE* (São Paulo), v.24, 1963, p. 9-27.
- CENTURION, R.E.B. A guerra pela água. *Rev. DAE-SABESP*, (São Paulo), n.173, 1993.

COMANDO NACIONAL DOS TRABALHADORES EM SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE E FEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRABALHADORES NAS INDÚSTRIAS URBANAS. *Caderno de Saneamento, nº 2: Saneamento: Saúde e Cidadania*, São Paulo, 1993, 26 p. In: Encontro Nacional de Trabalhadores em Saneamento e Meio Ambiente, São Paulo, 1993.

COSTA, A.J.M. Combate as perdas de água como ação gerencial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 18, 1995. *Trabalhos publicados...*, São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1995. (Disquetes)

DANTAS, E.F., MAIERÁ, F.O., LEVY, L. Sistema tarifário de saneamento Básico no Brasil. *Rev. DAE (São Paulo)*, n.134, 1983, p. 60-4.

FRANCISCO, J. D. Parâmetros pluviométricos auxiliares no planejamento de empreendimentos na Região de Botucatu, SP. Botucatu, 1991, 119p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

GIANSANTE, A.E. O valor econômico do recurso hídrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 18, 1995. *Trabalhos publicados...*, São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1995. (Disquetes)

HALLACK, P.L.I. Desenvolvimento de estratégia de operação para sistemas de produção de água potável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 18, 1995. *Trabalhos Publicados...* São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1995. (Disquetes)

HEATON, L. Conserving water at home: Water Quality in Georgia. The University of Georgia, College of Agricultural and Environmental Sciences Athens, 1991. In: Purdue University, Agricultural Computer Network, Cooperative Extension Reference File System.
(Telnet:hermes.ecn.purdue.edu)

MAHLER, R., VanSTEER, M. Idaho's water resource. University of Idaho, College of Agriculture, Cooperative Extension System, Agricultural Experiment Station, 1991. In: Purdue University, Agricultural Computer Network, Cooperative Extension Reference File System.
(Telnet:hermes.ecn.purdue.edu)

MANCUSO, P.C.S., SANTOS, H.F., MORITA, D.M. et al. Reuso da água. *Rev. DAE-SABESP*, n.167, 1992.

MARQUES, F.C.V., GASPARINI, V.A. Índice de perdas aceitável (Ipa). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 18, 1995. *Trabalhos publicados...*, São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1995. (Disquetes)

- MARTINS, A., ANDREATTA, Z.W., FUJIMURA, F. et al. Reservatórios subterrâneos de água potável escavados em rocha. *Rev. DAE*, n.130, 1982, p.35-43.
- MAZZOLENIS, E. Financiamentos para o setor. In: ENCONTRO NACIONAL DE TRABALHADORES EM SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE, 3, 1993. *Trabalhos publicados*, São Paulo: FNTIU, 1993, p.12-6.
- MIGLIACCIO, I. A lei paulista dos recursos hídricos. *Rev. SABESP*, n.166, 1992, p.13-20.
- NUCCI, N.R.L. Avaliação da demanda urbana de água. Aspectos econômicos e urbanísticos. A área edificada como possível variável explicativa e prospectiva. *Rev. DAE*, n.135, 1983.
- PANDOLFI, C. Análise de Sistemas aplicada ao planejamento de recursos hídricos. *Rev. DAE*, v.37, 1977, p.89-110.
- RESENDE, T.C. de, PERSICANO, A.J. Determinação de uma equação ligando Consumo e Temperatura. *Rev. DAE*, v.24, 1963, p.36-8.
- SPIEGEL, M.R. *Estatística: resumo da teoria. 875 problemas resolvidos, 619 problemas propostos*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977, 571p.
- VIEIRA, J.P. Informação pessoal, Agência IBGE, Botucatu, 1996.

- VIOL, J.A., CASSETARI, O. Um exemplo na prática. Rev. SABESP, n.166, 1992, p.21-32.
- WALLS, E. Home water use and management. Purdue University, College of Agriculture, Cooperative Extension System, 1992. In: Purdue University, Agricultural Computer Network, Cooperative Extension Reference File System. (Telnet: hermes.ecn.purdue.edu)
- WEBER, J.E. *Matemática para Economia e Administração*. 2^a ed. São Paulo: Harper & Row do Brasil Ltda, 1986, 640p.
- WONNACOTT, T.H., WONNACOTT, R.J. *Introductory Statistics for Business and Economics*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons Inc, 1977, 753p.
- WUNSCH, W., TUPPECK, F., PLETT, H. Pesquisa sobre a influência da temperatura externa no consumo de água. Rev. DAE, v.26, 1965, p.86-92.

APÊNDICE 1

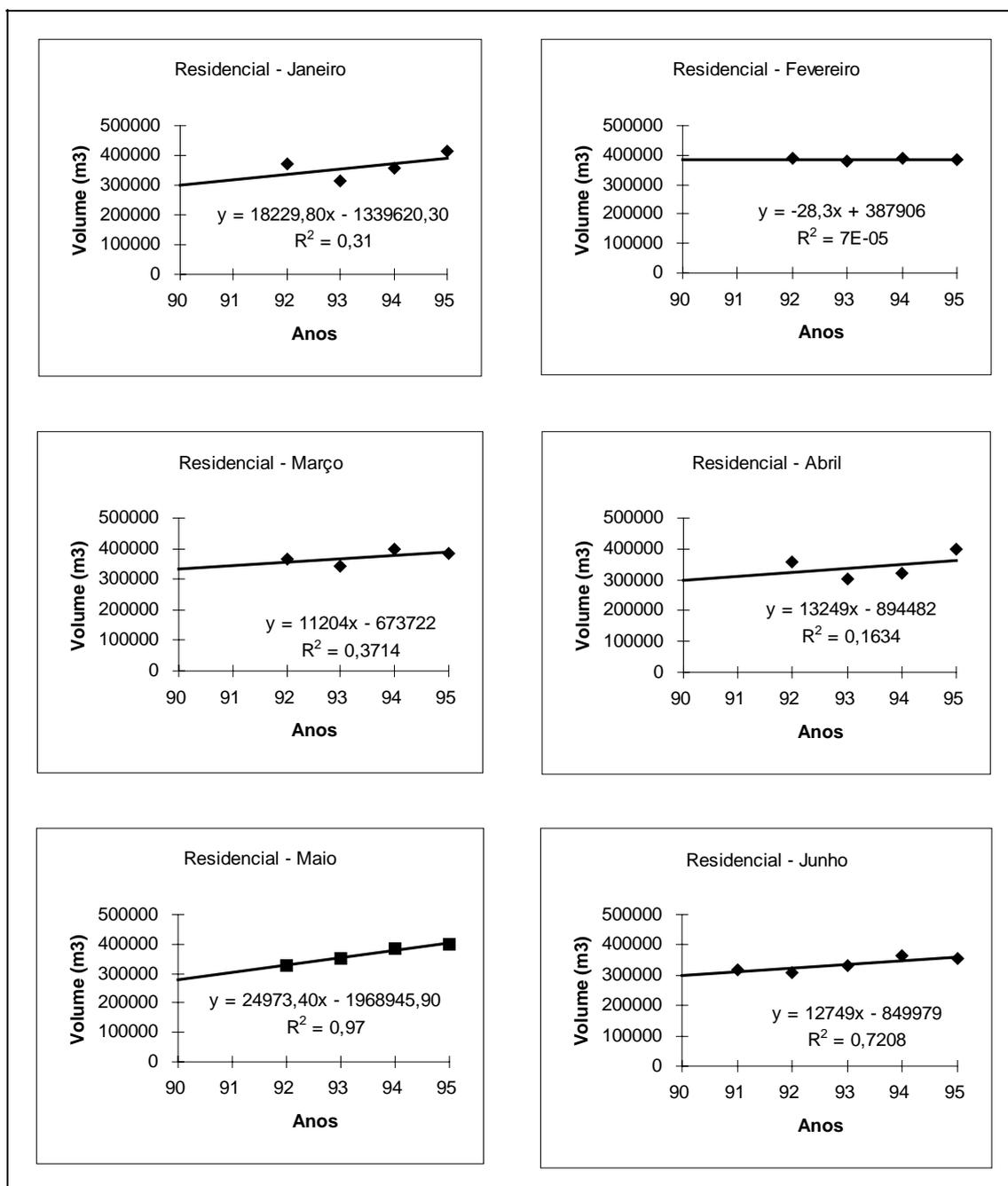


Figura 13 - Equações e retas de regressão obtidas para o consumo residencial, nos meses de janeiro a junho.

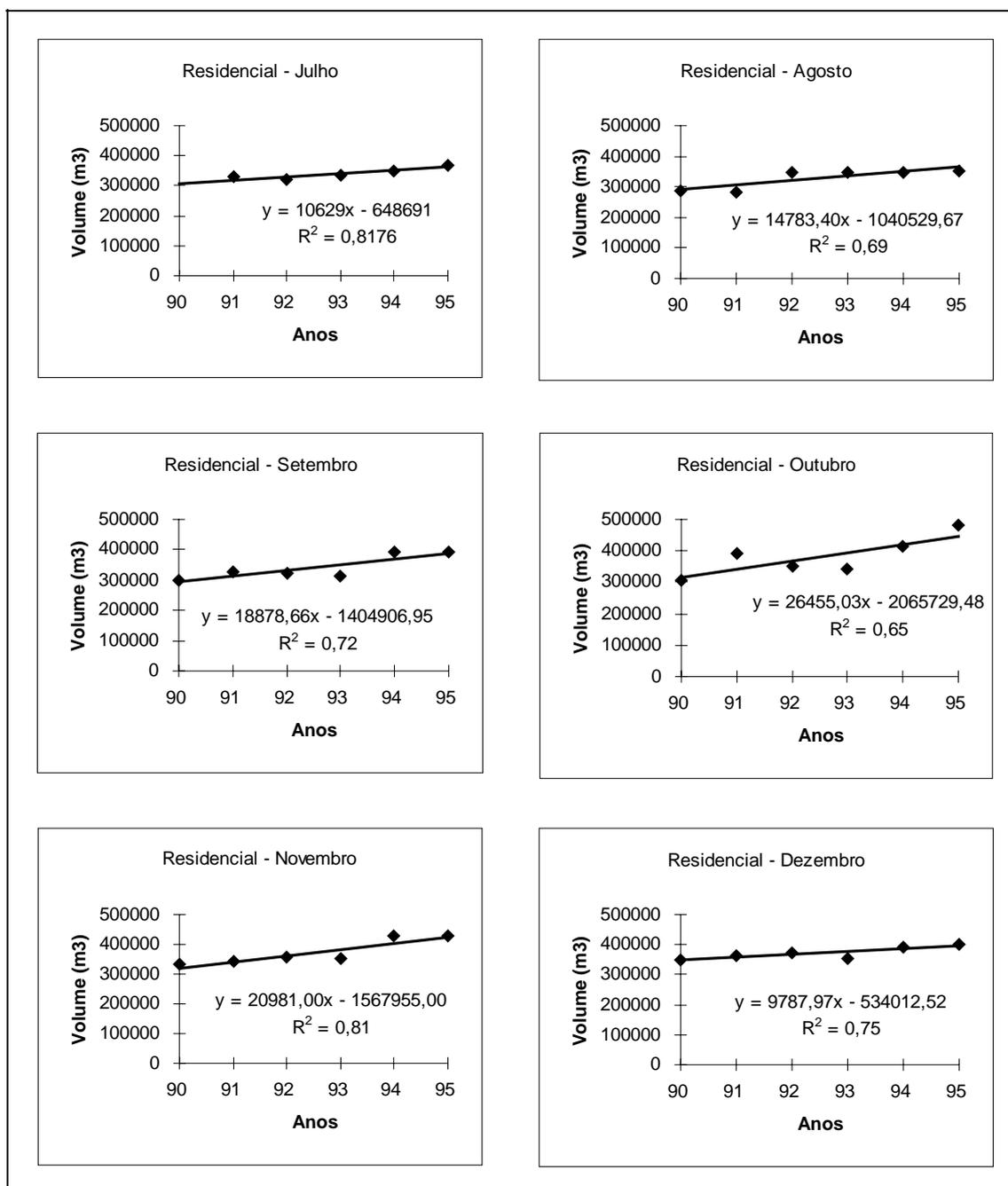


Figura 14 - Equações e retas de regressão obtidas para o consumo residencial, nos meses de julho a dezembro.

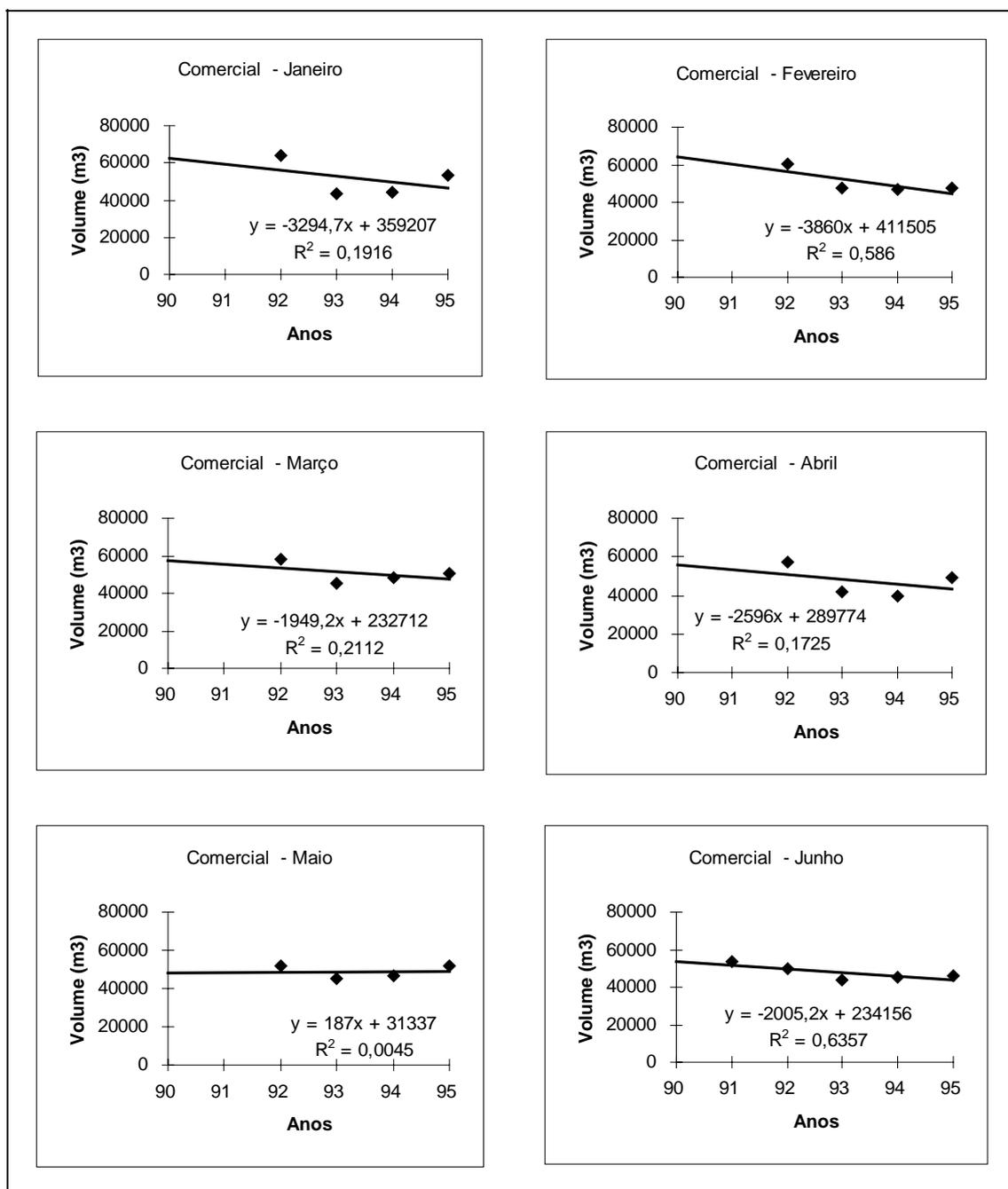


Figura 15 - Equações e retas de regressão obtidas para o consumo comercial, nos meses de janeiro a junho.

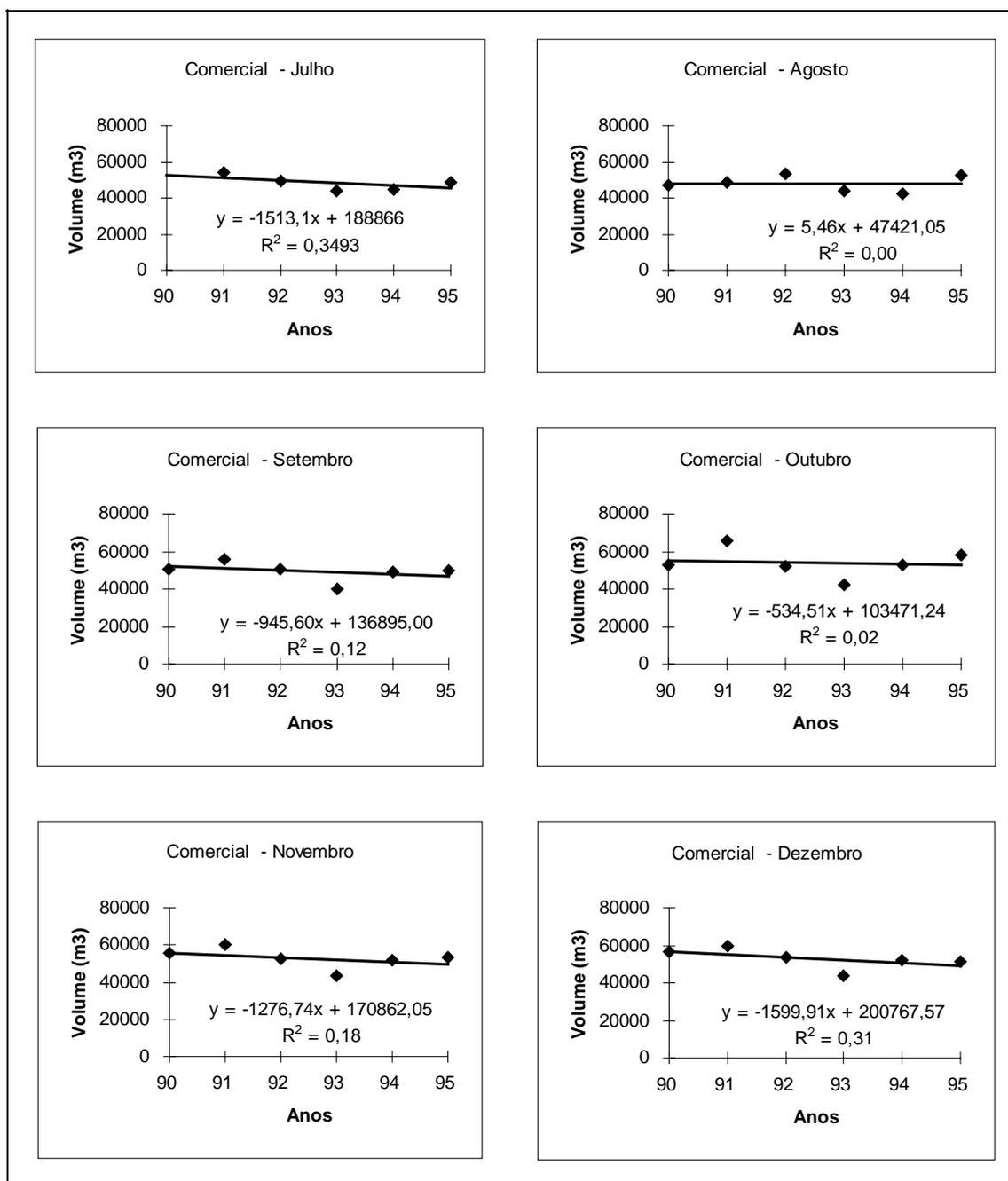


Figura 16 - Equações e retas de regressão obtidas para o consumo comercial, nos meses de julho a dezembro.

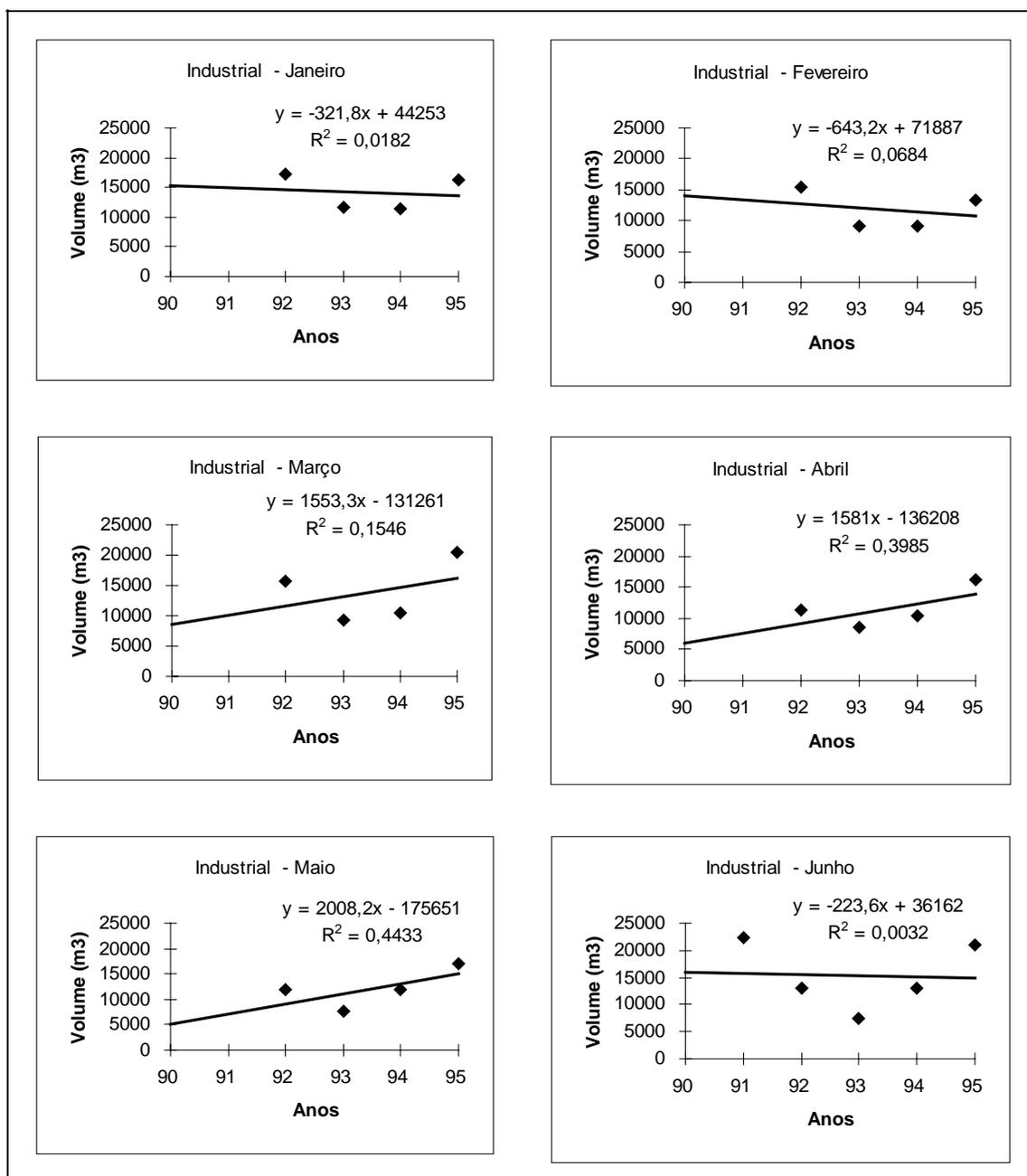


Figura 17 - Equações e retas de regressão obtidas para o consumo industrial, nos meses de janeiro a junho.

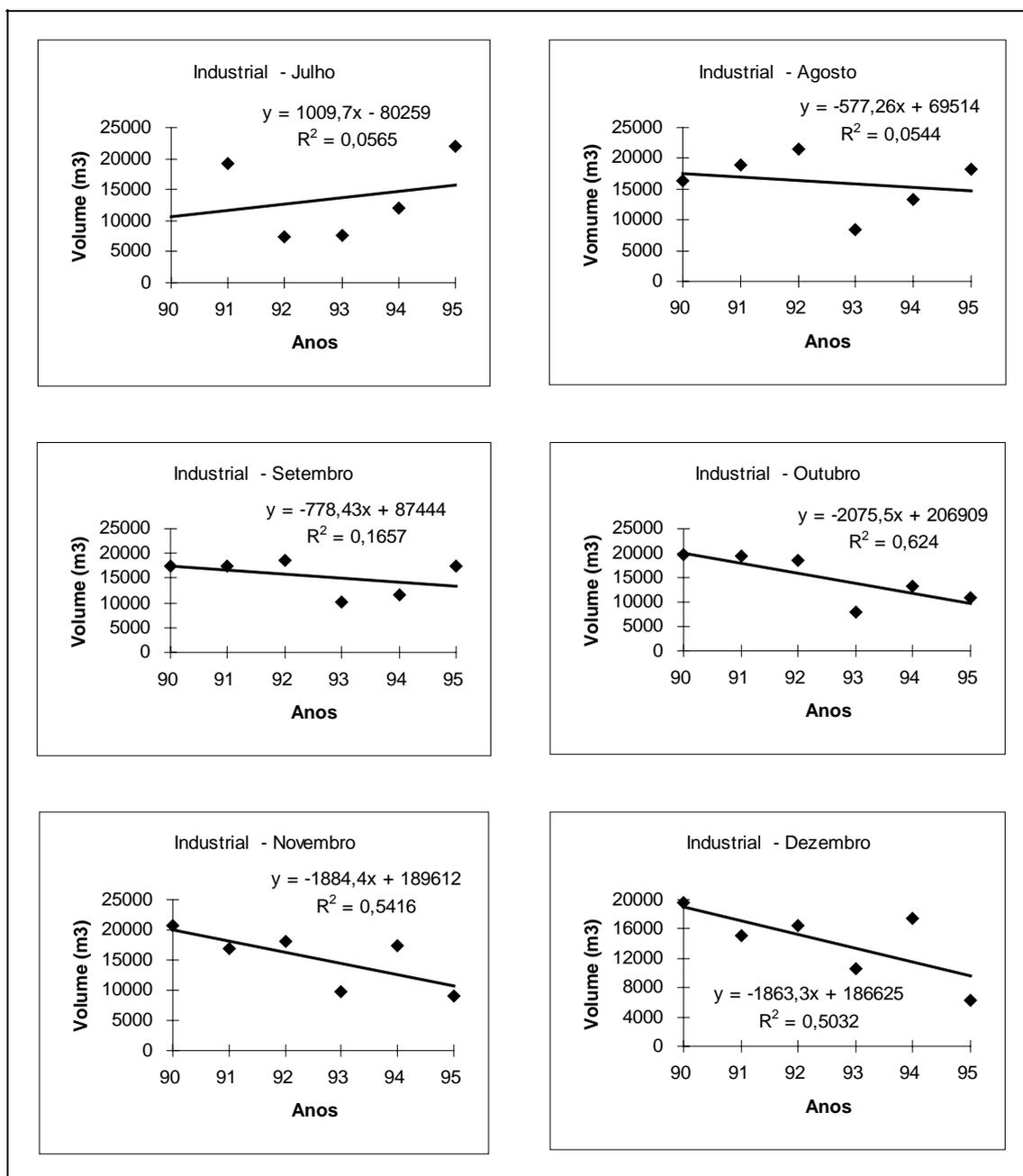


Figura 18 - Equações e retas de regressão obtidas para o consumo industrial, nos meses de julho a dezembro.

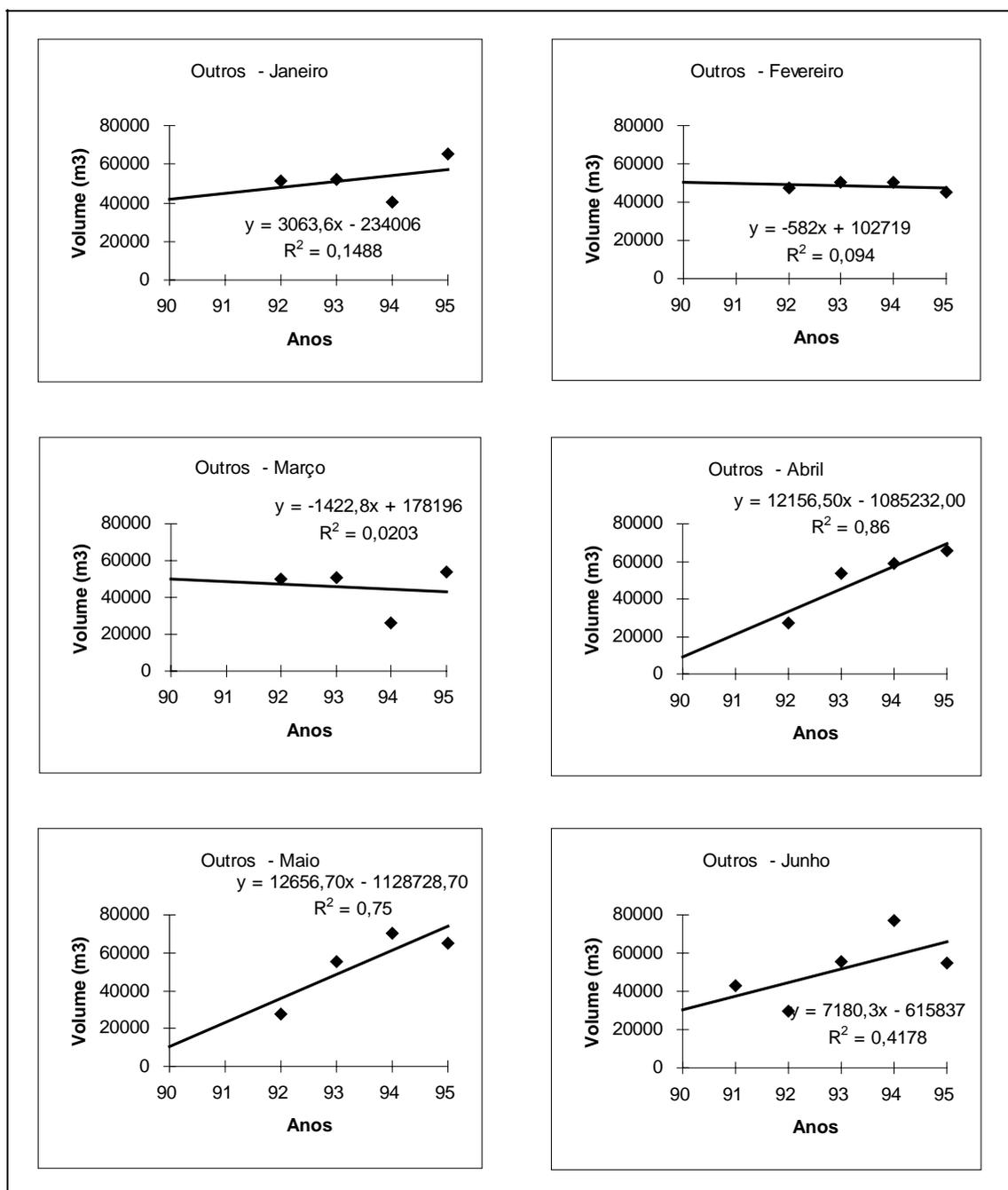


Figura 19 - Equações e retas de regressão obtidas para o consumo em outros setores, nos meses de janeiro a junho.

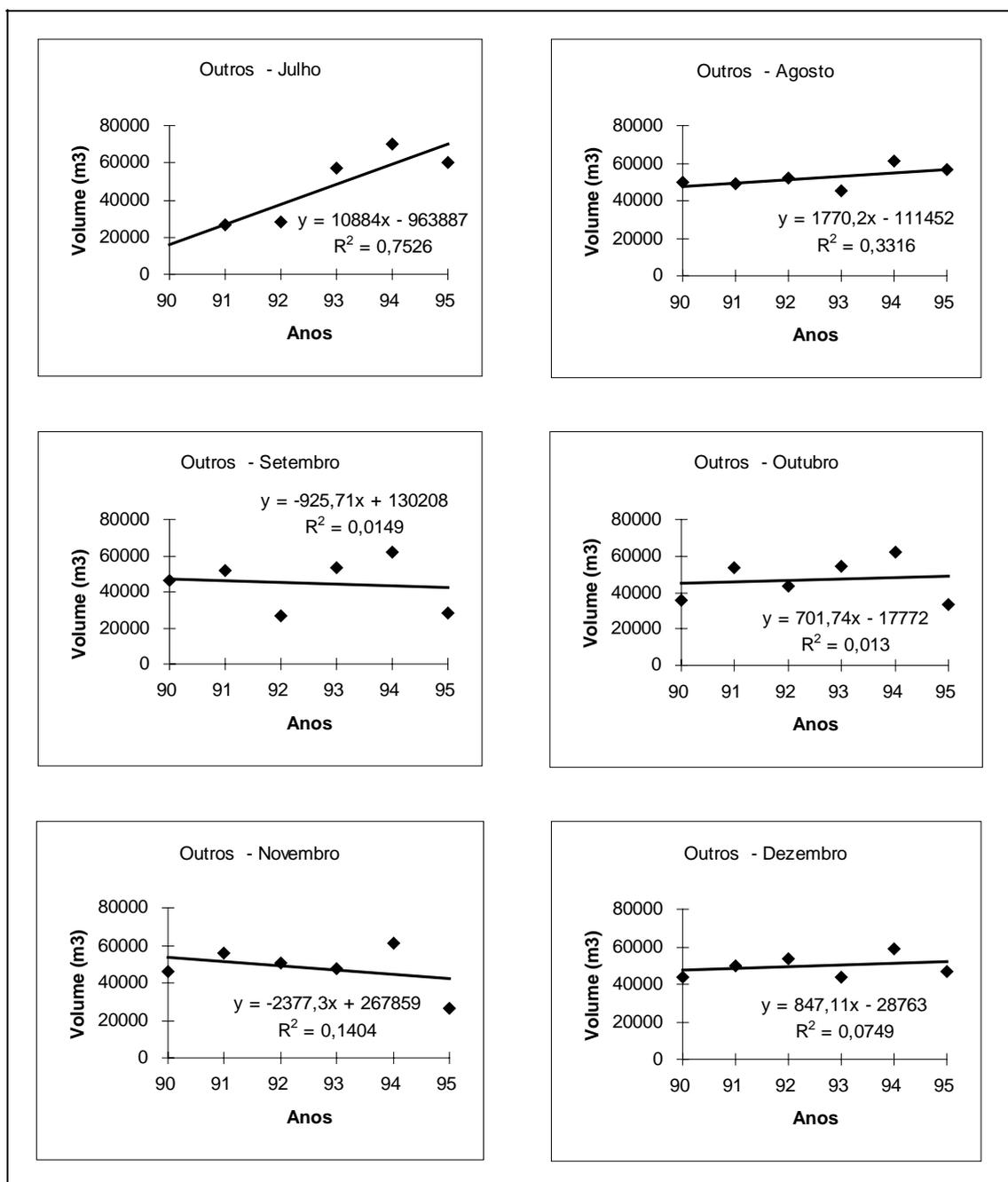


Figura 20 - Equações e retas de regressão obtidas para o consumo em outros setores, nos meses de julho a dezembro.

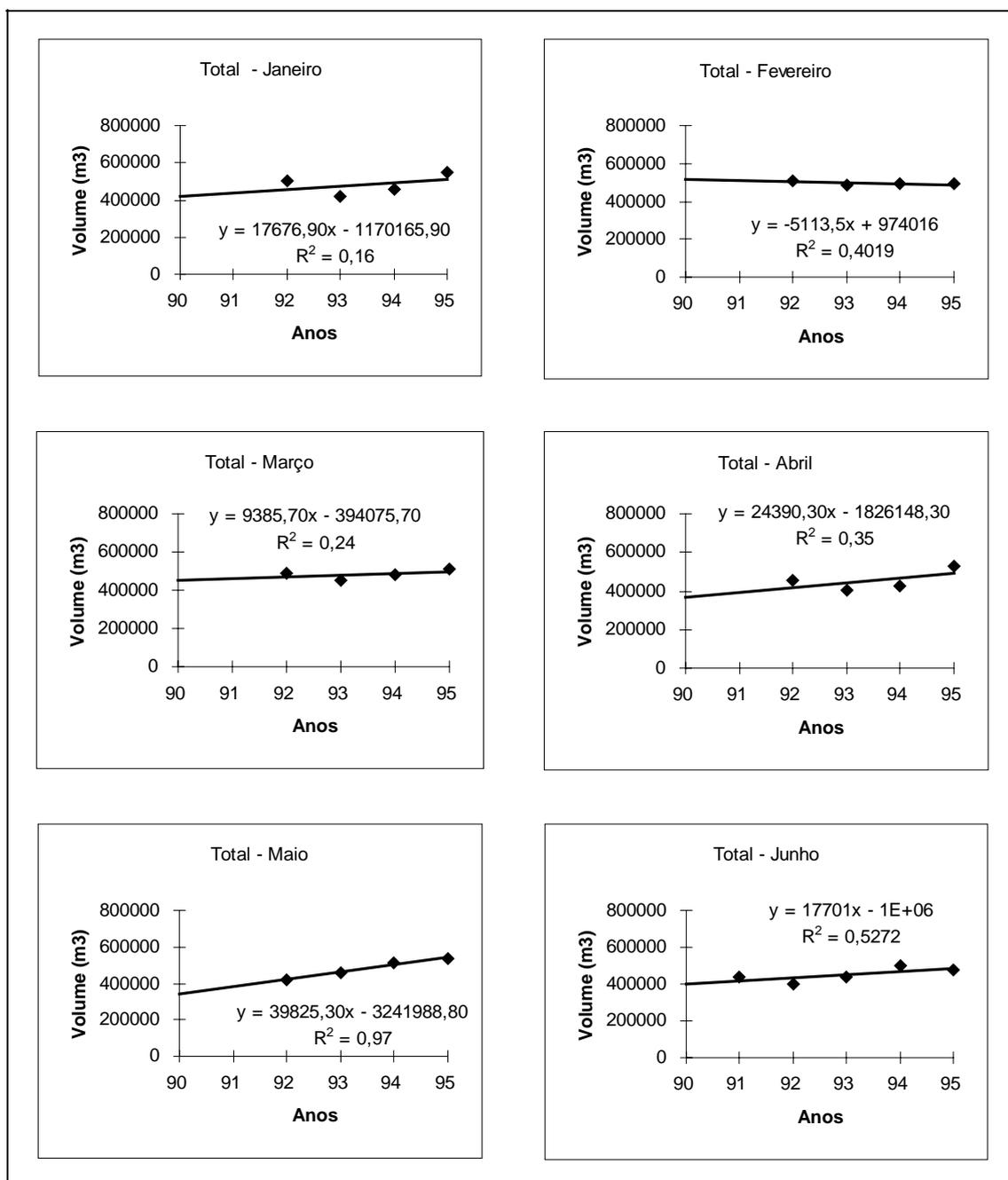


Figura 21 - Equações e retas de regressão obtidas para o consumo total, nos meses de janeiro a junho.

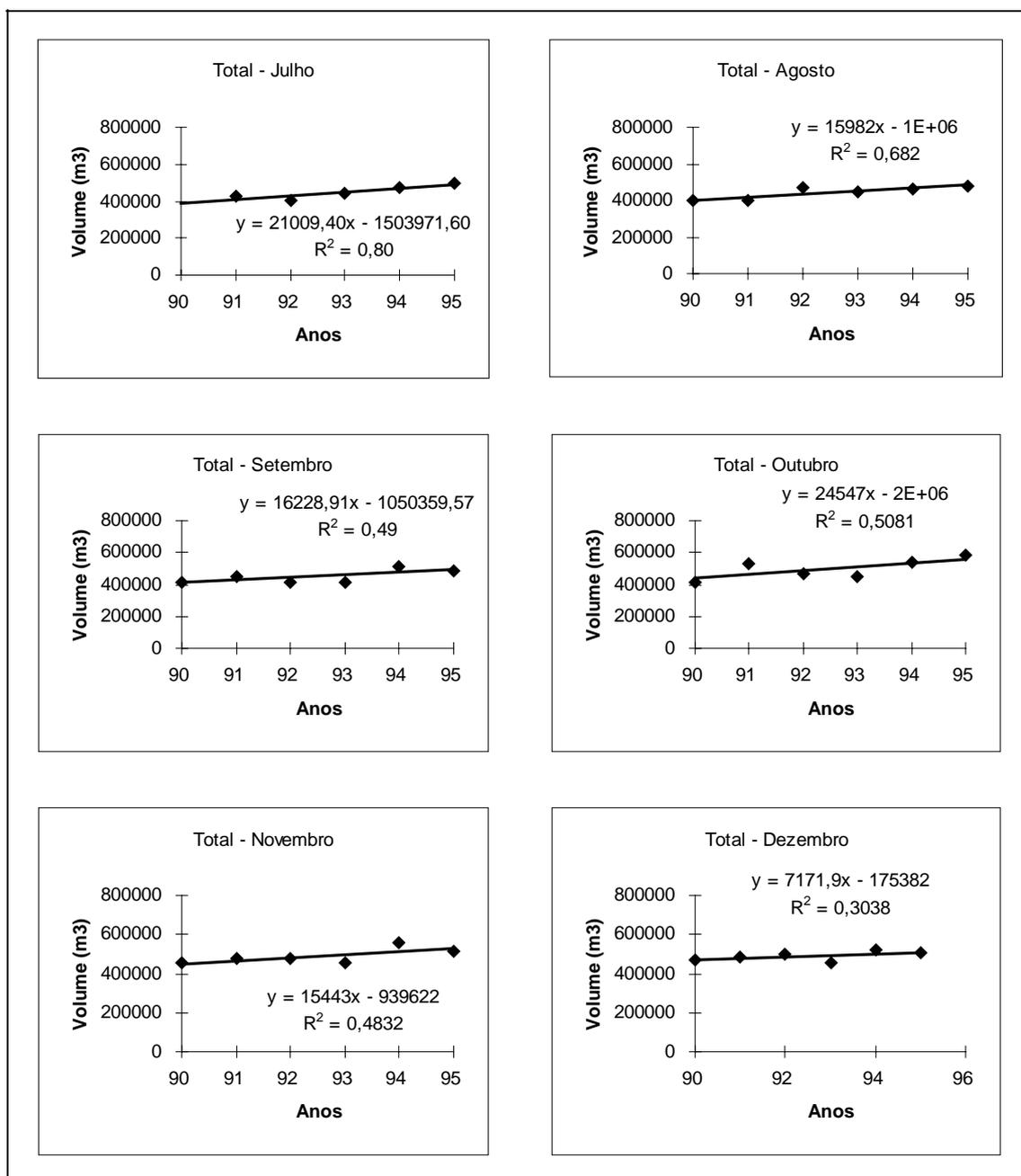


Figura 22 - Equações e retas de regressão obtidas para o consumo total, nos meses de julho a dezembro.

**Quadro 12 - Volumes consumidos no setor residencial.
Valores observados e estimados.**

Mês	Ano						
	90	91	92	93	94	95	TOTAL
	m ³						
JAN	301062	319292	370360	313816	359335	415953	2079817
FEV	317868	332585	387558	379778	389470	384233	2191491
MAR	334674	345878	366015	344857	399553	385131	2176108
ABR	297910	311159	358614	302001	319595	396912	1986190
MAI	278660	303634	327336	351611	386305	399016	2046562
JUN	297458	317803	309364	332102	366061	353201	1975989
JUL	307883	328442	319607	335182	348453	367162	2006729
AGO	288147	280359	347815	346749	346199	352340	1961609
SET	301313	325527	320709	312629	394098	393937	2048213
OUT	306831	391600	352730	343183	412336	481484	2288164
NOV	331429	342003	356029	351259	428883	427122	2236725
DEZ	347545	361146	371918	355297	390676	401667	2228249
TOTAL	3710779	3959426	4188055	4068464	4540964	4758158	25225847

**Quadro 13 - Volumes consumidos no setor comercial.
Valores observados e estimados.**

Mês	Ano						
	90	91	92	93	94	95	TOTAL
	m ³						
JAN	62684	59390	64134	43583	43822	53072	326685
FEV	64105	60245	60330	47613	46651	47784	326727
MAR	57284	55335	57998	45244	48033	50571	314464
ABR	56134	53538	57442	41539	39861	49348	297861
MAI	48167	48354	51823	45046	46433	51984	291807
JUN	53688	53524	49897	43743	45503	45695	292050
JUL	52687	53767	49680	44082	44331	48876	293423
AGO	47036	48432	53045	44117	42515	52410	287555
SET	50695	55691	50916	39826	49314	50120	296562
OUT	52478	66006	51808	42444	53058	58378	324172
NOV	55452	60169	52624	43133	51719	53483	316580
DEZ	56477	59342	53616	43477	52076	51665	316653
TOTAL	656885	673791	653313	523847	563316	613386	3684538

**Quadro 14 - Volumes consumidos no setor industrial.
Valores observados e estimados.**

Mês	Ano						TOTAL
	90	91	92	93	94	95	
	m ³						
JAN	15291	14970	17336	11545	11501	16278	86921
FEV	13999	13356	15461	9111	9099	13321	74347
MAR	8536	10089	15667	9242	10582	20398	74514
ABR	6083	7664	11438	8587	10303	16136	60210
MAI	5087	7095	11852	7596	11904	17110	60644
JUN	16038	22261	12979	7386	13159	21053	92876
JUL	10614	19264	7369	7613	11944	22025	78829
AGO	16349	18886	21449	8404	13428	18192	96708
SET	17526	17509	18515	10244	11521	17324	92639
OUT	19591	19401	18450	8065	13214	10852	89573
NOV	20770	16873	18125	9783	17311	8985	91847
DEZ	19648	15039	16531	10642	17444	6340	85644
TOTAL	149884	167367	168641	97576	133966	181674	899108

**Quadro 15 - Volumes consumidos em outros setores.
Valores observados e estimados.**

Mês	Ano						TOTAL
	90	91	92	93	94	95	
	m ³						
JAN	41718	44782	51440	52245	40515	65562	296261
FEV	50339	49757	47247	50352	50274	45333	293301
MAR	50144	48722	50179	50811	25942	53726	279524
ABR	8853	21010	27215	53615	58747	66026	235466
MAI	10374	23031	28011	55286	70148	65246	252096
JUN	30390	42942	29416	55277	76935	55084	290044
JUL	15691	26680	27861	57096	70095	59984	257407
AGO	49950	49212	51730	45139	61365	56368	313764
SET	46142	51546	26731	52945	61913	28199	267476
OUT	35377	53953	43629	54639	61950	33289	282837
NOV	45857	55908	50591	47577	61198	26645	287776
DEZ	44117	50098	53805	44046	58624	46883	297573
TOTAL	428952	517639	487855	619028	697706	602345	3353525

**Quadro 16 - Volumes totais consumidos nos setores.
Valores observados e estimados.**

Mês	Ano	90	91	92	93	94	95	TOTAL
		m ³						
JAN		420755	438432	503270	421189	455173	550865	2789684
FEV		446310	455942	510596	486854	495494	490671	2885867
MAR		450637	460023	489859	450154	484110	509826	2844609
ABR		368979	393369	454709	405742	428506	528422	2579727
MAI		342288	382114	419022	459539	514790	533356	2651109
JUN		397575	436530	401656	438508	501658	475033	2650960
JUL		386874	428153	404517	443973	474823	498047	2636387
AGO		401482	396889	474039	444409	463507	479310	2659636
SET		415676	450273	416871	415644	516846	489580	2704890
OUT		414277	530960	466617	448331	540558	584003	2984746
NOV		453508	474953	477369	451752	559111	516235	2932928
DEZ		467787	485625	495870	453462	518820	506555	2928119
TOTAL		4966148	5333262	5514395	5319557	5953396	6161903	33248661