

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DOS CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO  
SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA EM  
EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS MULTIFAMILIARES**

Carlos Tadeu Dantas

**Campinas  
2003**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DOS CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO  
SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA EM  
EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS MULTIFAMILIARES**

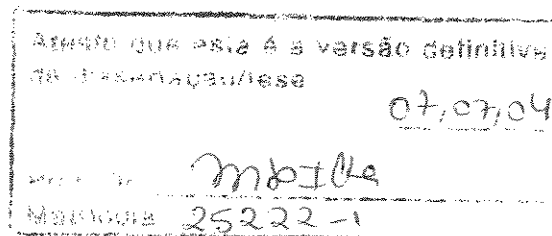
Carlos Tadeu Dantas

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Marina Sangoi de Oliveira Ilha

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Edificações.



**Campinas**  
**2003**



Nº CHAMADA	UNICAMP
	D235a
V	EX
TOMBO BC/	63935
PROC.	16-P-00086-05
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	11,00
DATA	17/09/05
Nº CPD	B1111249423

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

D235a Dantas, Carlos Tadeu  
Análise dos custos de implementação do sistema de medição individualizada em edifícios residências multifamiliares / Carlos Tadeu Dantas. --Campinas, SP: [s.n.], 2003.

Orientador: Marina Sangoi de Oliveira Ilha.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil.

1. Hidrometria. 2. Água Consumo. 3. Itajubá – Consumo de água. 4. Custo. I. Ilha, Marina Sangoi de Oliveira. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DOS CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE  
MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS  
MULTIFAMILIARES**

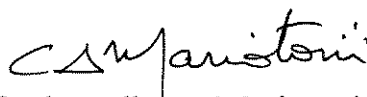


Eng. Carlos Tadeu Dantas

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha  
Presidente e Orientadora/Faculdade de Engenharia Civil- UNICAMP



Prof. Dr. Carlos Alberto Mariotoni  
Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP



Prof. Dr. Racine Araújo Prado  
Escola Politécnica – USP

Campinas, 26 de fevereiro de 2003.

## **Dedicatória**

A Rose minha querida esposa, aos meus filhos Carlos Tadeu, Carlos Eduardo, Carla Tereza, Bruno e Maria Luiza, que além de estarem sempre ao meu lado, procuram alcançar seus almeçados objetivos, tão difícil nos dias de hoje.

A minha mãe, D. Tereza, eterna protetora.

Aos meus “amigos” da FECL.

## **Agradecimentos**

À Profª. Drª. Marina Sangoi de Oliveira Ilha, sem palavras.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Mariotoni, por que sempre acreditou na minha pessoa, desde a primeira vez que cheguei a UNICAMP.

Aos amigos eternos e inseparáveis Braz, Jorge e Altabran.

A Elster Medição de Água S.A , em especial à Leonardo Azeredo pela colaboração durante a realização do estudo.

À Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais – COPASA, Distrito de Itajubá, a primeira a apoiar a iniciativa de implementar a medição individualizada numa instituição e, pelo atendimento dos funcionários no fornecimento dos dados de campo dos conjuntos habitacionais estudados.

Aos Engenheiros Antônio Mouhalem, João Batista e Arquiteto Francisco Guinné, pelo fornecimento dos projetos para o estudo do sistema de medição a serem implementados.

Aos síndicos, funcionários e proprietários dos edifícios estudados pela cooperação.

Aos Engenheiros Josué Marcos Simões Duarte e Tales Augusto de Noronha Mota, amigos de todas as horas, pelo apoio, incentivo e convivência fraterna.

-

A equipe de apoio da BCM Engenharia composta pelos estagiários Marco Aurélio, e em especial ao meu filho Carlos Tadeu Dantas Junior, pelas horas de dedicação e noites mal dormidas.

A todos os meus familiares, as secretárias da FECI Rose, Rita e Mariange, pelo apoio constante, confiança e incentivo, antes, durante e depois.

Aos amigos de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade de Campinas: Luciana, Osvaldo, Leticia, Solange e Marcone, pela amizade e cooperação.

À Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá, pela bolsa de estudo concedida durante o mestrado.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste estudo.

Em especial a *Fernando Floriano Barbosa*, que durante todo este tempo me protegeu nesses caminhos que me levam a UNICAMP.

“Bom mesmo é ir a luta com determinação,  
abraçar a vida e viver com paixão. Perder com  
classe e vencer com ousadia, pois o triunfo  
pertence a quem mais se atreve... e a vida é muito  
mais para ser insignificante.”

Charles Chaplin



## Sumário

	Página
Lista de figuras .....	ix
Lista de tabelas .....	xi
Resumo .....	xiii
Abstract .....	xiv
1 Introdução .....	1
2 Objetivos .....	5
3 Revisão Bibliográfica .....	6
3.1 Sistema de medição do consumo de água ; edifícios residenciais multifamiliares	6
3.1.1 Sistema de medição coletiva.....	6
3.1.2 Sistema de medição individualizada.....	8
3.2 Hidrômetros.....	13
3.2.1 Classe metrológica .....	15
3.2.2 Disponibilidade dos dados da medição.....	16
3.2.3 Aquisição dos dados da medição.....	17
3.3 Aspectos gerais relativos à implementação da medição individualizada.....	24
3.3.1 Legislação relativa à medição individualizada no Brasil.....	25
3.4 Estudos relacionados com a implementação de sistemas de medição individualizada em edifícios .....	26
4. Subsídios para o levantamento dos custos a implementação do sistema de medição individualizada em edifícios multifamiliares .....	29

4.1 Seleção de tipologias de edifícios residenciais multifamiliares .....	29
4.2 Levantamento documental e de campo.....	31
4.2.1 Seleção dos projetos arquitetônicos representativos.....	31
4.2.2 Análise descritiva dos edifícios estudados.....	32
4.2.3 Caracterização dos sistemas de água fria dos edifícios selecionados.....	35
4.2.4 Elaboração e aplicação de questionário .....	37
4.2.5 Monitoramento do consumo de água .....	38
4.2.5 Elaboração e orçamentação dos projetos do sistema predial de água fria com medição coletiva e individual .....	38
5 Resultados e análises .....	39
5.1 Aplicação do questionário .....	39
5.2 Consumo histórico de água .....	43
5.3 Monitoramento do consumo diário de água .....	49
5.4 Custos de implementação do sistema predial de água fria com medição coletiva e individualizada.....	51
5.5 Análise comparativa.....	59
6 Conclusões.....	64
Referências Bibliográficas .....	66
Bibliografia consultada .....	70
ANEXOS .....	71
Anexo 1 - Projetos selecionados de água fria do edifício 1 .....	72
Anexo 2 - Projetos selecionados de água fria do edifício 2 .....	80
Anexo 3 - Projetos selecionados de água fria do edifício 3 .....	89
Anexo 4 – Orçamentação do material em estabelecimentos comerciais .....	98
Anexo 5 - Característica do consumidor e do grupo familiar.....	100
Anexo 6 - Características da edificação.....	102
Anexo 7 - Aparelhos existentes no apartamento .....	104
Anexo 8 – Planilha de levantamento .....	106

## Lista de figuras

	Página
Figura 3.1 Sistema com medição coletiva.....	7
Figura 3.2 Sistema de medição individualizada c/ coluna única, e medidores no térreo	9
Figura 3.3 Sistema de medição individualizada c/ várias colunas, e medidores nos apartamentos tipo .....	10
Figura 3.4 Sistema de medição individualizada com medidores no térreo.....	11
Figura 3.5 Sistema de medição individualizada com medidores no último pavimento .....	11
Figura 3.6 Sistema de medição individualizada com medidores intermediários, abastecido por coluna exclusiva .....	12
Figura 3.7 Princípio de medição inferencial .....	14
Figura 3.8 Fluxo de água no hidrômetro multijato .....	14
Figura 3.9 Exemplo de hidrômetro eletrônico instalado .....	17
Figura 3.10 Leitura remota feita por equipamento portátil – transmissão via ondas de rádio .....	18
Figura 3.11 Leitura remota com a utilização de veículo – transmissão via onda de rádio ..	19
Figura 3.12 Terminal portátil de leitura de medidores via rádio .....	19
Figura 3.13 Rádio emissor/receptor para medidores de água .....	20
Figura 3.14 Medição eletrônica com utilização do sistema M-Bus .....	21
Figura 3.15 Componentes do sistema de fatura eletrônica do consumo de água .....	23

Figura 3.16 Sistema de leitura por cartão implantado em uma residência .....	23
Figura 4.1 Planta baixa apartamento do edifício 1 .....	33
Figura 4.2 Planta baixa apartamento do edifício 2 .....	34
Figura 4.3 Planta baixa apartamento do edifício 3 .....	35
Figura 4.4 Hidrômetro geral localizado nos edifícios 1 e 3 .....	36
Figura 4.5 Hidrômetros individuais do edifício 2, medição individualizada .....	37
Figura 5.1 Número de habitantes por apartamento do edifício 1 .....	39
Figura 5.2 Número de habitantes por apartamento do edifício 2 .....	40
Figura 5.3 Número de habitantes por apartamento do edifício 3 .....	40
Figura 5.4 Grau de instrução dos habitantes – Edifício 1 .....	41
Figura 5.5 Grau de instrução dos habitantes – Edifício 2 .....	42
Figura 5.6 Grau de instrução dos habitantes – Edifício 3 .....	43
Figura 5.7 Consumo de água do edifício 1 .....	44
Figura 5.8 Consumo de água do edifício 2 – Apartamento 1 .....	44
Figura 5.9 Consumo de água do edifício 2 – Apartamento 2 .....	45
Figura 5.10 Consumo de água do edifício 2 – Apartamento 3 .....	45
Figura 5.11 Consumo de água do edifício 2 – Apartamento 4 .....	46
Figura 5.12 Consumo de água do edifício 2 – Apartamento 5 .....	46
Figura 5.13 Consumo de água do edifício 2 – Apartamento 6 .....	47
Figura 5.14 Consumo de água do Edifício 3 .....	47
Figura 5.15 Gráfico do consumo mensal dos edifício 1 e 3 .....	49
Figura 5.16 Gráfico do consumo mensal do edifício 2 – apartamentos 1 ao 6 .....	50

## Lista de Tabelas

	Página
Tabela 3.1 Vazões características de hidrômetros segundo sua classe metrológica e vazão nominal .....	15
Tabela 4.1 Número de unidades comercializadas em função do número de dormitórios	30
Tabela 4.2 Número de domicílios/apartamentos para as regiões metropolitanas (RM) brasileiras .....	31
Tabela 4.3 caracterização dos edifícios selecionados .....	32
Tabela 5.1 Resumo do consumo médio histórico diário .....	48
Tabela 5.2 Consumo diário médio medido durante 30 dias e variação do consumo .....	50
Tabela 5.3 Orçamento para medição individualizada com utilização da medição mecânica sem saída de pulso .....	53
Tabela 5.4 Orçamento para medição individualizada com a utilização da medição mecânica com saída de pulso .....	53
Tabela 5.5 Orçamento para medição individualizada com utilização da medição eletrônica .....	54
Tabela 5.6 Custo de implementação do sistema de distribuição – Edifício 1 .....	56
Tabela 5.7 Custo de implementação do sistema de distribuição – Edifício 2 .....	57
Tabela 5.8 Custo de implementação do sistema de distribuição – Edifício 3 .....	59
Tabela 5.9 Custos de implementação por unidade, dos sistemas de medição para os edifícios 1, 2 e 3. ....	60

Tabela 5.10 Tabela escalonada tarifa residencial para consumidores acima de 10 m <sup>3</sup> .....	60
Tabela 5.11 Valores medidos da conta de água edifício 1 .....	61
Tabela 5.12 Valores medidos da conta de água edifício 2 .....	62
Tabela 5.13 Valores medidos da conta de água edifício 3 .....	62

## Resumo

Dantas, Carlos Tadeu. Análise dos custos de implementação do sistema de medição individualizada em edifícios residenciais multifamiliares. Campinas-SP, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2003. 125 páginas. Dissertação (Mestrado)

O *déficit* de água que preocupa os grandes centros urbanos, a escassez que aflige grandes nações, faz com que empresas, universidades e órgãos governamentais trabalhem intensamente em programas e alternativas de redução do consumo e de conservação da água. Dentre as medidas que vêm sendo adotadas nesse sentido, destaca-se a implementação da medição individualizada, do consumo em edifícios residenciais multifamiliares, a qual, apesar de ser uma realidade em muitos países desenvolvidos, tem sido pouco utilizada no Brasil, com exceção de algumas cidades em estados como Paraná, Pernambuco, São Paulo que criaram leis obrigando a implementação deste sistema. Para a maior disseminação desse sistema, a disponibilização de várias informações, dentre elas o custo de implementação para diferentes tipologias constitui-se em um agente facilitador. O presente trabalho insere-se neste contexto e consiste na análise dos custos de implementação de sistema de medição individualizada em três tipologias de edifícios residenciais multifamiliares, comparando-os com o sistema de medição coletiva, de modo a fornecer subsídios para o projeto desse sistema pelo meio técnico.

Palavras Chave:

- medição;
- água;
- consumo.

## **Abstract**

Dantas, Carlos Tadeu. Implanting cost analyzes of the individualize measurement system in multifamily residences buildings, Campinas S.P. , Engenharia Civil college, Campinas State University, 2003. 125 pages. Dissertation (Masters)

The Water deficit that worrs the large urban center, the shortage that worrs large nations, makes businesses universities and governmental organs intensely work on programs and alternatives to reduce the, consumption and of water's conservation. Among the measurements that have been adopted in this sense, stand out the implantation of individual measurements of consumption in residential condominium buildings, which, in spite of to be one reality in many developed countries, had been little utilized in Brazil, with exception of some cities, state as Paraná, Pernambuco and São Paulo that have created lauv's obliging the prevision in this system. For to spraed better information about this system making available much information, among one cost implantation different typological constitute in one facilitor agent. The present work introduced in this context and consist in cost analuzes of implanting the system of individual measurement in three typical multifamily residencias comparing with a colective measurement system.

In a way supply sulsidies to project in this system in a techical way.

### **Key Words**

- metering
- water
- consumption



## 1 Introdução

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura – Unesco apud DOCOL (2001), o consumo de água do planeta, de 1900 para 1995, aumentou de 6 a 7 vezes, mais que o dobro do crescimento da população no período. Em contrapartida, a água disponível caiu de 12.900 m<sup>3</sup>/pessoa/ano, em 1970, para 7.600 m<sup>3</sup>/pessoa/ano, em 1995.

Cerca de vinte e seis países já possui reservas internas renováveis de água inferiores a 1000 m<sup>3</sup> anuais *per capita*, valor freqüentemente utilizado para indicar situações de escassez hídrica. Outros vinte e oito países apresentam disponibilidade *per capita* anual inferior a 2000 m<sup>3</sup>, situação esta que tende a se agravar à medida que suas populações crescem (ABES, 2001).

Além disso, mais de 80 países já vivem algum tipo de conflito em função da água. Os continentes mais atingidos são a Ásia e a África, especialmente pela grande densidade populacional, dificuldades econômicas, falta de investimentos, além de outros fatores, como a própria natureza (FERREIRA, 2001).

Estudos feitos pela Organização das Nações Unidas - ONU, divulgados em seu último relatório, concluem que “mais pessoas estão usando mais recursos e com intensidade maior do que em qualquer outro momento da história humana” e que a população mundial dobrou nos últimos 40 anos, chegando a 6,1 bilhões de pessoas.

Segundo as projeções, em mais meio século atingirá 9,3 bilhões, não existindo garantias, assim, de uma quota diária mínima de 50 litros por pessoa, para as suas necessidades básicas, para mais de 45% da população mundial. (LOVELL, 2001).

Como tendência para os próximos anos, com um aumento ainda maior do consumo da água devido à demanda e ao crescimento populacional acentuado e desordenado, principalmente nos grandes centros, a água disponível será insuficiente. O Brasil, por exemplo, segundo dados do IBGE (2002), apresenta 81% da população em áreas urbanas. Nos estados mais desenvolvidos, esse número atinge cerca de 90%.

As condições atuais de disponibilidade e demanda mostram que, na média e na maior parte do território brasileiro, não existe *déficit* de recursos hídricos. No entanto, observam-se condições críticas em períodos de estiagem no semi-árido nordestino e em algumas regiões onde o uso da água é intenso, como na vizinhança das cidades de porte médio e principalmente nas regiões metropolitanas.

As grandes concentrações urbanas brasileiras apresentam condições críticas de sustentabilidade devido ao excesso de cargas de poluição doméstica e industrial e à ocorrência de enchentes urbanas que contaminam mananciais, associadas a uma forte demanda de água. Já se observam freqüentes racionamentos em Recife e em São Paulo. A região metropolitana de São Paulo, que compreende a maior parte da água da bacia do rio Piracicaba, devido à contaminação dos rios vizinhos, está praticamente sem opção de novos mananciais. A racionalização do uso e o reuso da água poderão permitir uma situação mais sustentável (HESPANHOL et al, 2000).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizado pelo IBGE (2002), 1709 dos 9.848 bairros legalizados nos municípios precisam racionar água. No nordeste brasileiro, o desabastecimento chega a 24 %. Em Pernambuco, 49,6 % dos distritos racionam água. Na Paraíba, 46,6 %; no Rio Grande do Norte, 40,8 %, e, no Amapá, 40 % já enfrentam problemas similares

A conscientização da população, construtores e projetistas para a conservação de água são o grande desafio de todo trabalho nesta área. Programas com este objetivo envolvem a participação de diferentes agentes que, em função das crises atuais, devem aproveitar para informar e educar a população sobre a necessidade da conservação da água. O que exige investimentos, incentivos e continuidade, sendo que seus resultados serão sentidos a médio e longo prazo. Acredita-se que uma cobrança mais efetiva do valor da água, associada a adequabilidade da forma de medição do consumo possa também contribuir para mudar atitudes e comportamentos.

Outras medidas, tais como a instalação de tecnologias economizadoras e a implementação de rotinas de manutenção devem também ser consideradas, pois são de suma importância para o uso racional da água.

Em edifícios residenciais multifamiliares, a forma de medição do consumo assume destacada importância, tanto pela indução da redução do desperdício como pela questão social envolvida, em que o pagamento pela água efetivamente consumida é o mais justo. A medição do consumo de água pode ser feita de diversas maneiras, desde a simples compilação dos volumes registrados pelos hidrômetros até a monitoração contínua, com equipamentos eletrônicos.

No Brasil, a medição do consumo nessa tipologia de edifícios é feita usualmente pelo sistema coletivo, no qual um único medidor é instalado na entrada da edificação, sendo o consumo total contabilizado por pessoal da concessionária de água e esgoto local.

A medição individualizada, através da instalação de hidrômetros individuais, pode, nesse caso, contribuir para a redução do desperdício, uma vez que cada usuário estaria pagando pelo que efetivamente consome. A sua implementação pressupõe a concepção do sistema predial de água diferenciada daquela usualmente empregada, acarretando custos adicionais e, muitas vezes, inviabilizando o seu emprego em edificações já existentes. Porém, nas edificações a serem construídas, esse sistema deverá ser, ao longo dos próximos anos, o mais comumente empregado, tendo em vista o seu caráter, conforme já comentado, de justiça social.

Nesse contexto, foi desenvolvido o presente trabalho, que consiste na análise dos custos de implementação de sistemas de medição individualizada em três tipologias de edifícios residenciais multifamiliares usualmente construídos no Brasil, de forma a fornecer subsídios para o projeto destes sistemas em edificações similares.

## 2 Objetivos

O trabalho desenvolvido parte da premissa de que a medição individualizada do consumo de água em edifícios residenciais multifamiliares apresenta-se como um fator de justiça social, com o usuário pagando pelo insumo por ele consumido e também como agente indutor da redução de desperdícios, ou, do uso racional da água.

Para uma maior disseminação de sistemas de medição individualizada em edifícios residenciais, o conhecimento dos custos de implementação, para diferentes tipologias, apresenta-se como uma das informações mais importantes para a análise de viabilidade econômica de diferentes alternativas de projeto.

Assim, objetiva-se com o desenvolvimento do presente trabalho:

- determinar os custos de implementação do sistema de medição individualizada para três tipologias de edifícios residenciais multifamiliares usualmente construídos no país;
- analisar comparativamente os custos de implementação do sistema com medição individualizada com o de medição coletiva para as referidas tipologias de edifícios;

### **3 Revisão Bibliográfica**

Neste capítulo, é apresentado um resumo da bibliografia relacionada com o assunto abordado neste trabalho. São conceituados inicialmente os principais sistemas de medição em edifícios residenciais multifamiliares, os tipos de medidores e as formas de disponibilização dos dados provenientes da medição, além dos diferentes modos de aquisição dos dados.

Por fim, são comentados alguns aspectos gerais relativos à implementação da medição individualizada em outros países e também no Brasil, com a citação das leis vigentes no país relativas a esse tema, além de alguns estudos que descrevem a redução do consumo auferida com a implementação de medição individualizada em edifícios residenciais.

#### **3.1 Sistemas de medição do consumo de água em edifícios residenciais multifamiliares**

Os sistemas de medição do consumo de água em edifícios podem ser classificados, de acordo com o posicionamento e número de medidores, em coletivos e individuais.

##### **3.1.1 Sistema de medição coletiva**

A medição coletiva de água é a mais utilizada no Brasil. Neste sistema, o volume de água medido engloba todos os tipos de consumo, sendo o medidor (hidrômetro geral) instalado na entrada do edifício. A figura 3.1 exemplifica esse sistema de medição.

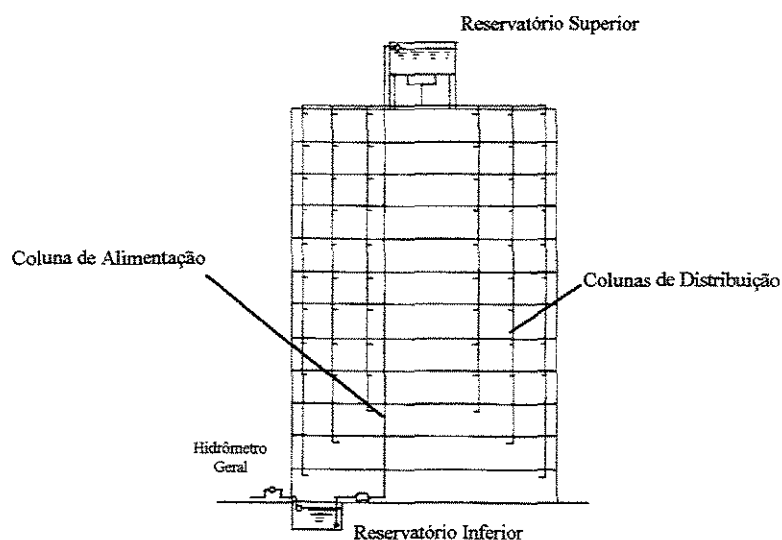


Figura 3.1 Sistema com medição coletiva.

As formas mais usuais de rateio do pagamento da água são: distribuição do consumo de água igualmente entre todos os apartamentos, independentemente do número de moradores existentes em cada um deles; distribuição proporcional à área da unidade; e, distribuição em função do número de moradores de cada apartamento.

No rateio por partes iguais, o valor da conta de água de cada apartamento deve ser cobrado progressivamente e, obtido a partir da divisão do valor da conta total do condomínio, incluindo as áreas comuns, por todos os apartamentos. Este critério é o mais utilizado na maioria dos edifícios brasileiros. No entanto, acaba sendo injusto, já que considera o consumo como sendo igual para todas as unidades.

Ao dividir a conta do condomínio entre os apartamentos em parcelas individuais proporcionais a sua área, está sendo considerada uma característica física da unidade. Esse critério parece ser mais justo que o anterior, mas, em se tratando de edificações que possuem apartamentos-tipo, os dois critérios se igualam. Deve-se observar também que a distribuição do consumo proporcional à área do apartamento não leva em conta fatores sociais e culturais, que determinam os hábitos dos usuários e, em última análise, o consumo de água.

Por último, no rateio proporcional ao número de ocupantes de cada apartamento, a conta total de água do condomínio é distribuída proporcionalmente ao número de ocupantes de cada unidade. Como este critério leva em consideração o número de ocupantes fixos no apartamento, a estimativa de consumo pode ser razoável, ou seja, quanto maior o número de pessoas, maior deve ser o consumo de água. No entanto, ele não leva em consideração o tempo de permanência de cada integrante nas unidades, os hábitos dos moradores e, a população flutuante, fatores essenciais e que estão diretamente ligados à variação do consumo de água de cada apartamento.

### **3.1.2 Sistema de medição individualizada**

Neste caso, cada apartamento possui um ou mais hidrômetros, podendo existir ou não um medidor coletivo. Este sistema de medição é mais justo, uma vez que os usuários pagam pela água consumida no interior do seu apartamento. A medição pode ser concentrada ou distribuída. Na medição concentrada, os medidores são instalados próximos uns aos outros, facilitando a instalação, manutenção e a leitura dos mesmos, caso a mesma seja manual.

Por sua vez, a medição distribuída contempla medidores instalados ao longo do edifício, de modo a ficarem o mais próximo dos apartamentos que deles farão uso. A distribuição dos medidores pode ser feita, no caso de edificações verticais, ao longo dos pavimentos, variando de acordo com o número de apartamentos por pavimento e/ou ao longo de um pavimento comum (térreo ou subsolo) em edificações horizontais.

O posicionamento dos hidrômetros determina a forma de distribuição da água no edifício. Caso sejam posicionados nos pavimentos-tipo, o sistema pode ser com coluna única ou com várias colunas. Os hidrômetros podem ser também posicionados no térreo, na cobertura ou em pavimentos intermediários. Para o sistema com coluna única, com os hidrômetros posicionados nos pavimentos-tipo, uma única coluna distribui a água para todos os apartamentos, e os medidores serão normalmente colocados na área comum, pois, caso seja efetuada a leitura manual, a mesma pode ser procedida por agentes estranhos ao apartamento.



A quantidade de medidores varia de acordo com o número de unidades por pavimento e ao longo de toda edificação. A partir da instalação do hidrômetro, um único ramal abastece os demais pontos de utilização.

O medidor geral, caso exista, faz a medição do consumo de todo edifício considerado, sendo cobrada, então, como despesa do condomínio, a diferença do consumo das unidades e o total. A figura 3.2 ilustra como se procede a essa distribuição.

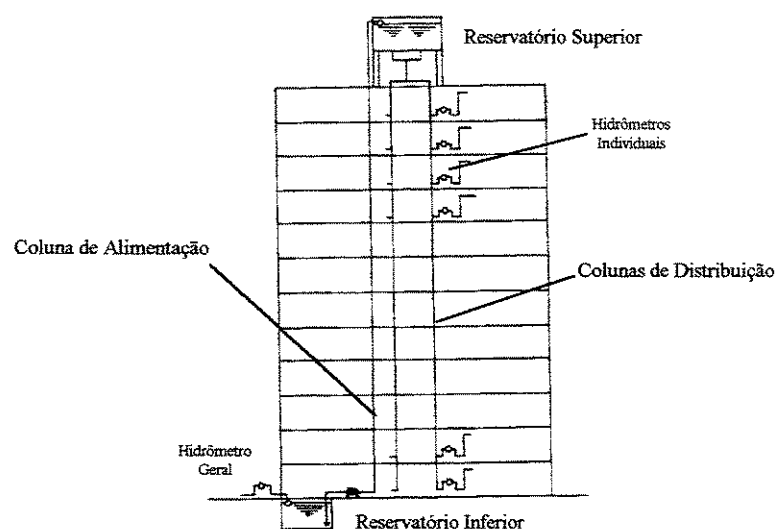


Figura 3.2 Sistema de medição individualizada com coluna única, medidores posicionados nos pavimentos-tipo.

Com os hidrômetros posicionados nos pavimentos-tipo, pode ser também prevista uma coluna específica para cada apartamento. A partir dele, o ramal abastece os demais pontos de utilização, conforme indica a figura 3.3. De maneira análoga ao sistema anterior, um hidrômetro geral pode ser colocado no edifício pela concessionária local, para efetuar a medição do consumo de todo edifício.

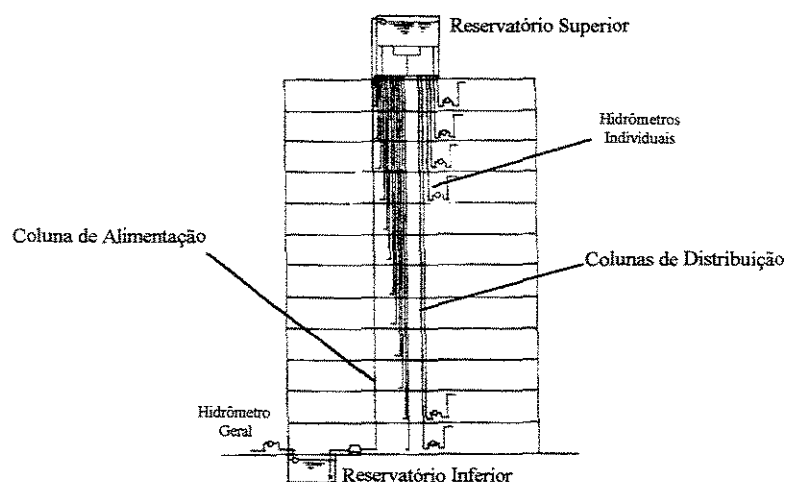


Figura 3.3 Sistema de medição individualizada, com várias colunas e com medidores nos apartamentos-tipo.

Por sua vez, o posicionamento dos hidrômetros nos pavimentos inferiores privilegia muito a leitura pelo funcionário da concessionária de água, caso não seja previsto um medidor coletivo, já que todos os medidores estão concentrados próximo à rua.

Este sistema já é utilizado pelas concessionárias de energia elétrica e de gás encanado há bastante tempo. Cada apartamento possui sua coluna de distribuição de água e, a partir dela, um único ramal abastece os demais pontos de utilização.

Assim como nos demais casos, um medidor geral pode ser colocado para contabilizar a medição do consumo de todo edifício, caso a concessionária assim o determine. A figura 3.4 mostra esta forma de distribuição.

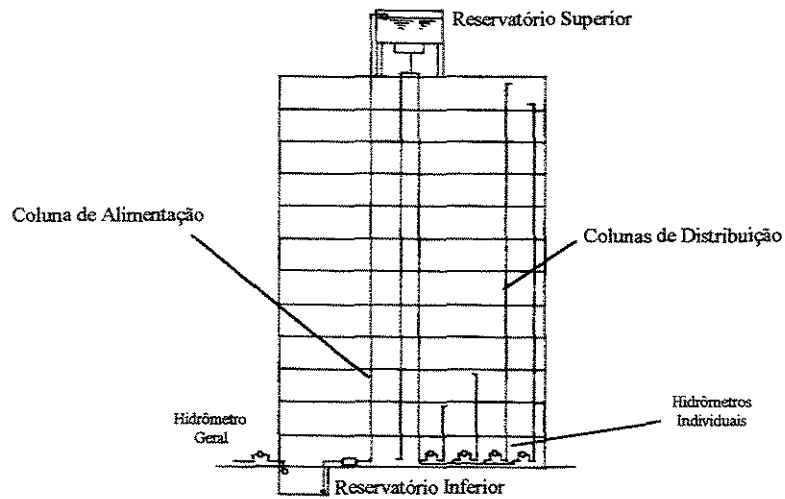


Figura 3.4 Sistema de medição individualizada com medidores no térreo.

Caso os hidrômetros sejam posicionados no pavimento superior, cada apartamento possui uma coluna de distribuição de água e, a partir dela, um único ramal abastece os demais pontos de utilização, conforme mostra a figura 3.5.

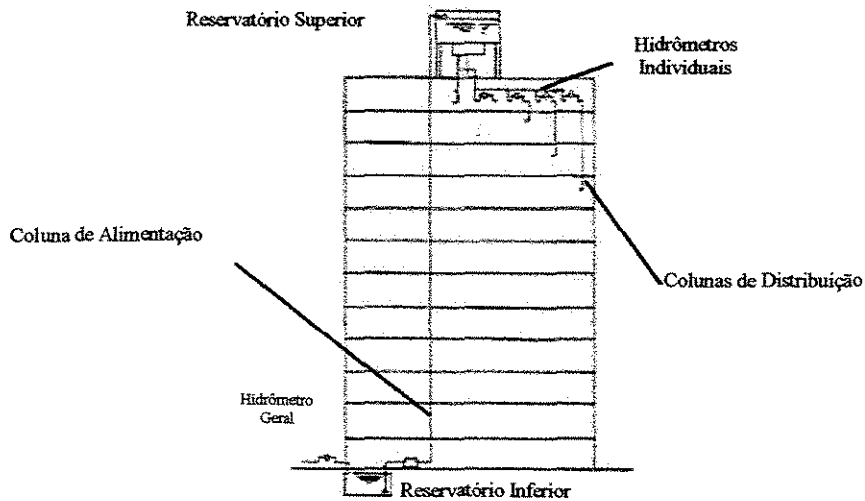


Figura 3.5 Sistema de medição individualizada com medidores no último pavimento.

Por último, os hidrômetros também podem ser posicionados em pavimentos intermediários, com várias ou com somente uma coluna de distribuição. A figura 3.6 representa um sistema com várias colunas.

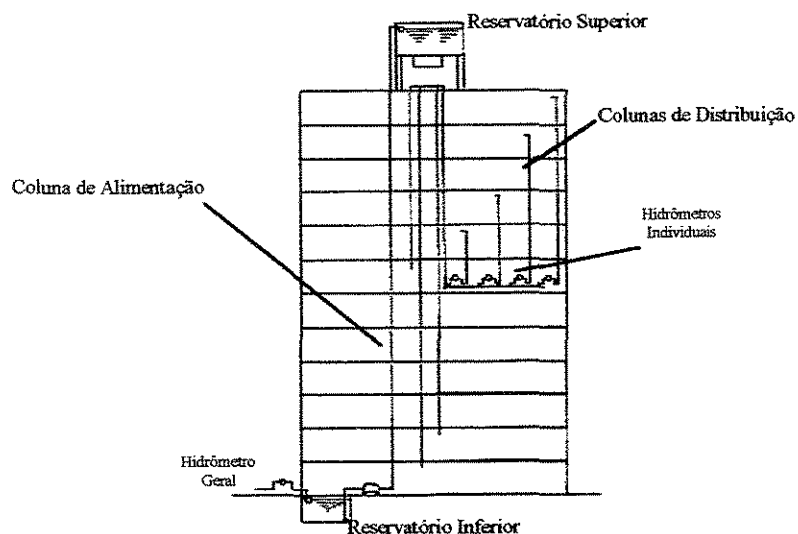


Figura 3.6 Sistema de medição individualizada com medidores intermediários, abastecidos por colunas exclusivas.

O sistema de medição individual deve atender de maneira abrangente tanto o aspecto técnico quanto o econômico. A pressão estática disponível a montante do medidor é um aspecto a ser considerado para o seu posicionamento e, conseqüentemente, número de colunas a serem previstas.

A perda de carga introduzida pelo hidrômetro pode inviabilizar, por exemplo, a sua instalação nos pavimentos superiores, dependendo da diferença de cotas entre o reservatório superior e o medidor.

A instalação dos hidrômetros nos pavimentos inferiores proporciona fácil medição, caso seja efetuada a leitura manual. Porém, os custos das colunas ascendentes são consideráveis.

A instalação de hidrômetros nos pavimentos intermediários possibilita uma melhor distribuição das pressões atuantes sobre os hidrômetros, bem como divide os custos de implementação do

sistema de distribuição. O inconveniente, neste caso, é que deve ser reservado um local para a instalação dos mesmos, o que reduziria a área útil desses pavimentos, criando um diferencial em relação aos demais andares. Se a forma de aquisição dos dados for através da leitura manual, tem-se a mesma desvantagem citada para o caso do posicionamento dos medidores em pavimentos superiores.

### **3.2 Hidrômetros**

Quanto ao componente de medição, existem basicamente dois tipos de hidrômetros:

- Taquimétrico ou velocimétrico, com turbina; e
- Volumétrico, com pistão rotativo.

Nos hidrômetros taquimétricos ou velocimétricos, o princípio de medição inferencial de líquidos consiste em deduzir o volume de água através do número de revoluções de um rotor por ela acionado.

Denominam-se também hidrômetros inferenciais porque o valor buscado é deduzido do número e velocidade de rotações da turbina e o tempo destas rotações. São conhecidos também como hidrômetros de velocidade, pois o número de revoluções produzido depende unicamente da velocidade da água ao fluir do órgão móvel (turbina, hélice, etc.).

Os hidrômetros de velocidade são constituídos fundamentalmente por um orifício para a entrada da água, de seção invariável simples ou composto, e um rotor de diâmetro fixo (MELLO, 2001).

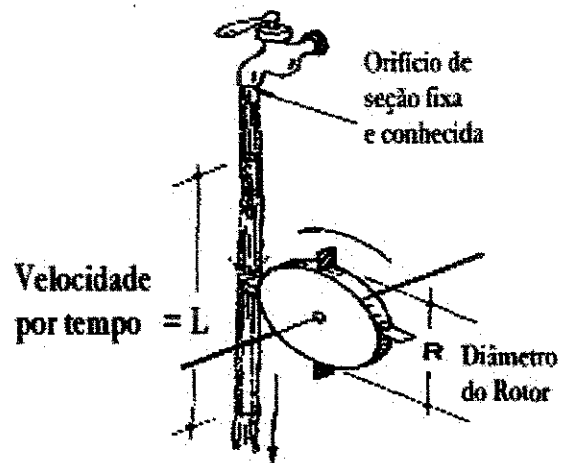


Figura 3.7 Princípio de medição inferencial.

Fonte: MELLO (2003).

De acordo com a incidência de fluxo de água nas pás da turbina, esses hidrômetros podem ser classificados em monojato e multijato.

Nos hidrômetros monojato, o fluxo de água atua somente sobre um lado da turbina, de forma excêntrica em relação ao eixo da mesma. Já nos hidrômetros multijato, o fluxo de água é direcionado a várias pás ao mesmo tempo.

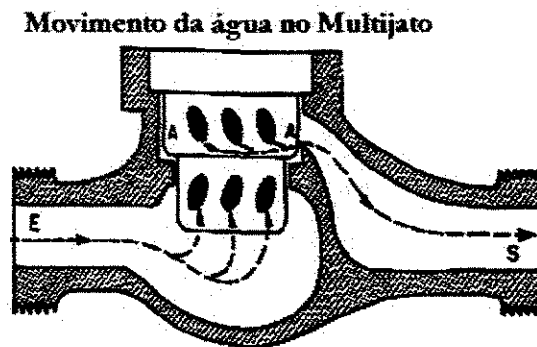


Figura 3.8 Fluxo da água no hidrômetro multijato.

Fonte: MELLO (2003).

Nos medidores volumétricos, por sua vez, a medição é direta, a partir da utilização de um componente com volume conhecido, o que garante maior precisão dos dados adquiridos, já que não existe nenhuma conversão entre rotações, velocidade e tempo, como é o caso dos medidores tipo turbina.

### 3.2.1 Classe metrológica

A designação dos hidrômetros é baseada em sua vazão nominal, que corresponde à metade de sua vazão máxima ( $Q_{max}$ ). Na operação com medidores também é necessário conhecer a vazão de transição ( $Q_t$ ) e a vazão mínima ( $Q_{min}$ ).

A NBR 8194/ABNT (1977) estabelece três classes de hidrômetros em função das vazões mínimas, nesta ordem: A, B e C. Os hidrômetros da classe C têm maior capacidade de medição de vazões baixas que os hidrômetros de classe B, e estes maiores que os da classe A. A tabela 3.1 apresenta os valores característicos para os casos apresentados, segundo sua vazão nominal.

Tabela 3.1 – Vazões características de hidrômetros segundo sua classe metrológica e vazão nominal.

Classe	Vazão (L/h)	Vazão nominal (m <sup>3</sup> /h)								
		0,60	0,75	1,0	1,5	2,5	3,5	5,0	10,0	15,0
A	$Q_{min}$	24,0	30,0	40,0	40,0	100,0	140,0	200,0	400,0	600,0
	$Q_t$	60,0	75,0	100,0	150,0	250,0	350,0	500,0	1000,0	1500,0
B	$Q_{min}$	12,0	15,0	20,0	30,0	50,0	70,0	100,0	200,0	300,0
	$Q_t$	48,0	60,0	80,0	120,0	200,0	280,0	400,0	800,0	1200,0
C	$Q_{min}$	6,0	7,5	10,0	15,0	25,0	35,0	50,0	100,0	150,0
	$Q_t$	9,0	11,0	15,0	22,5	37,5	52,5	75,0	150,0	225,0

Nota:  $Q_t$  = vazão total;  $Q_{min}$  = vazão mínima

Fonte: ALVES et al ( 1999).

A escolha correta destes aparelhos permitirá que registrem, com o grau de exatidão necessário, os volumes que realmente os atravessam.

### **3.2.2 Disponibilização dos dados da medição**

Quanto à forma de disponibilização dos dados, os medidores podem ser classificados em:

- Analógicos (com ou sem saída de pulso);e,
- eletrônicos.

Os medidores com saída de pulso são similares aos analógicos, porém possuem um dispositivo acoplado à relojoaria, cuja função é gerar um pulso a cada valor padrão de volume do hidrômetro a ser utilizado.

Os hidrômetros eletrônicos têm como identificação mais imediata e visível a substituição de elementos mecânicos (relojoaria com engrenagens) por eletrônicos (visor de cristal líquido, porta ótica de comunicação, etc.).

Os medidores eletrônicos, além dos mecanismos usuais, possuem uma tecnologia incorporada de circuitos e dispositivos elétricos e eletrônicos não existentes nos mecânicos, necessários para a realização de funções e operações de “tratamento” dos dados, como armazenagem, processamento e envio (saída) dos sinais para a aquisição das medições. A figura 3.9 ilustra um tipo de medidor eletrônico.



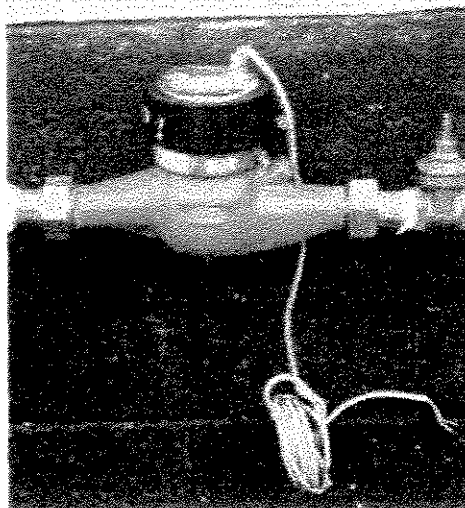


Figura 3.9 Exemplo de hidrômetro eletrônico instalado.

### **3.2.3 Aquisição dos dados da medição**

Caso o medidor seja analógico sem saída de pulso, a forma de aquisição dos dados é a leitura convencional. O registro da leitura é feito manualmente ou armazenado em equipamento portátil de aquisição de dados, normalmente por um funcionário da concessionária de água.

No caso da utilização de equipamento portátil, o leitorista digita individualmente todos os dados do hidrômetro, armazenando-os de forma rápida e eficiente. Os dados, em ambos os casos, são transferidos para o sistema computacional da concessionária, sendo posteriormente emitidas as contas para os usuários.

Com a tecnologia atual, os equipamentos possibilitam até a impressão imediata da conta do usuário imediatamente após o término da leitura, eliminando, assim, o atraso de emissão e envio das referidas contas. Porém, deve-se ressaltar que podem ocorrer erros de leitura por parte do operador, tanto na leitura como na interpretação dos dados.

OLIVEIRA Jr et al (2002) classificam a forma de transmissão dos dados da medição a partir de hidrômetros analógicos com saída de pulso, em:

- por ondas – dados transmitidos utilizando-se das ondas eletromagnéticas, como as de rádio e de celular;
- por impulsos – dados transmitidos utilizando-se de impulsos elétricos que percorrem um meio sólido, como redes de fios, cabos e conexões próprias.

No caso de transmissão por ondas de rádio, os dados adquiridos nos hidrômetros são convertidos de pulsos magnéticos em sinais de rádio e enviados até um receptor instalado num veículo ou nas mãos de um leitorista que percorre a rua, próximo ao local de leitura. A Figura 3.10 ilustra essa forma de transmissão de dados, considerando um receptor portátil.

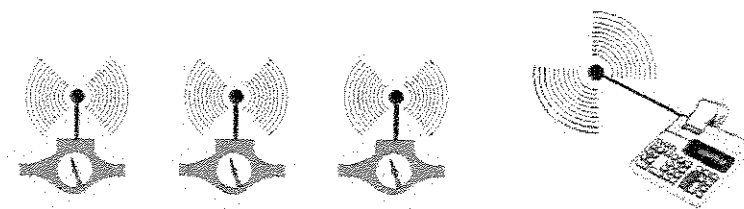


Figura 3.10 Leitura remota feita por equipamento portátil – transmissão de dados via ondas de rádio.

Fonte: COELHO; MAYNARD (1999).

Em alguns locais dos Estados Unidos e da Europa, a aquisição dos dados via rádio tem sido bastante utilizada. Na cidade de Filadélfia, USA, foram implantados aproximadamente 1000.000 hidrômetros que possuem este sistema. A leitura é feita por veículos credenciados que captam as medições conforme se locomovem, próximos às residências (AMRA,1998). Um esquema de medição por rádio é mostrado na figura 3.11.

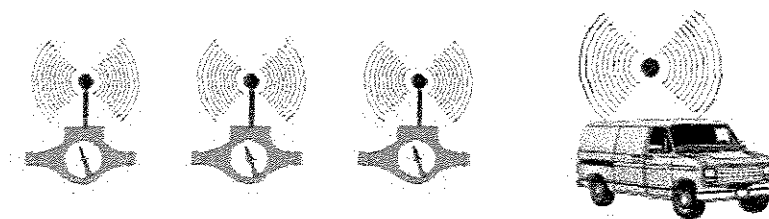


Figura 3.11 Leitura remota com a utilização de veículo - transmissão de dados via onda de rádio.

Fonte: COELHO; MAYNARD (1999).

Apesar da alta tecnologia envolvida, ainda existe a influência humana na coleta dos dados, além da necessidade de equipamentos eletrônicos móveis e portáteis, podendo ainda ocorrer erros de leitura e medição, originados por repetição de medições e perda de dados devido à pane ou mau funcionamento dos equipamentos de aquisição.

Na leitura automática remota, a aquisição dos dados das medições é feita de forma automática e os dados são enviados através de meios de transmissão remota, sendo mais utilizados os meios aéreo e terrestre, (via ondas eletromagnéticas, ondas de rádio, microondas (celular), etc). As figuras 3.12 e 3.13 representam equipamentos que possibilitam a telemedição por rádio.

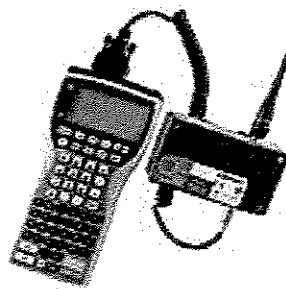


Figura 3.12 Terminal portátil de leitura de medidores via rádio.

Fonte: SAPPEL (2003).

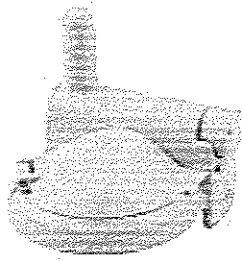


Figura 3.13 Rádio emissor/receptor para medidores de água.

Fonte: SAPPEL (2003).

Conforme ressaltam OLIVEIRA Jr. et al (2002), a tecnologia de aquisição dos dados da medição utilizando as ondas geradas por um celular, já difundida em outros países, é bastante recente no Brasil. O sistema possui um módulo com um *modem* específico para celular acoplado a um hidrômetro com emissor de pulso ou com relojoaria eletrônica.

Segundo os referidos autores, o diferencial desse sistema é justamente a possibilidade de transmissão de dados em áreas distantes, desde que exista uma torre de telefonia celular nas proximidades. No caso de emprego de telefonia via satélite, essa vantagem é ampliada, já que não se necessita de torres de transmissão próximas aos locais de aquisição dos dados.

Em qualquer situação, o monitoramento dos medidores é feito num só local, ou seja, numa central de medição (monitoramento remoto), facilitando, assim, a disposição dos hidrômetros no edifício ou condomínio, podendo ser concentrada ou distribuída, desde que a distância entre a central de medição e os medidores não ultrapasse o raio de alcance máximo especificado pelos fabricantes dos medidores.

A transmissão dos dados via sistema de telefonia convencional pode ser também empregada. O sistema utiliza um *modem* convencional para a transmissão dos dados via rede de cabos telefônicos. Os sinais adquiridos de hidrômetros com saída de pulso, são enviados primeiramente para essa interface que os recebe e converte em dados, que são armazenados em sua memória.

Após um período de tempo pré-definido, os dados são transmitidos via rede de telefonia convencional, sendo que a linha telefônica não precisa ser dedicada ao sistema, pois a interface somente irá utilizá-la quando estiver desocupada (OLIVEIRA Jr. et al, 2002).

Com os hidrômetros eletrônicos, a transmissão dos dados é efetuada através de redes específicas de cabos que utilizam um protocolo de comunicação, o *Metering Bus* (MBus) através de uma interface com saída para computador. A figura 3.14 ilustra este tipo de medição eletrônica.

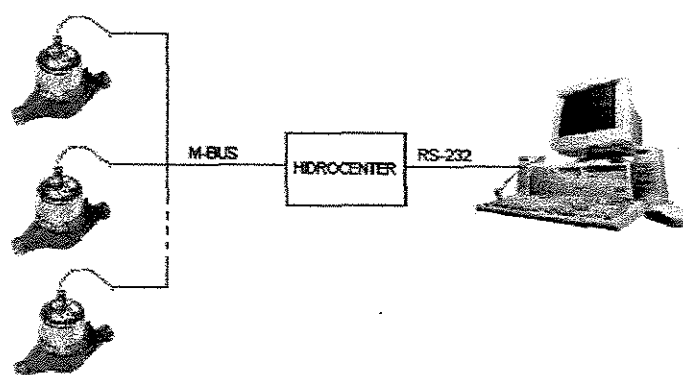


Figura 3.14 Medição eletrônica com utilização do sistema Mbus.

Fonte: ABB (2002).

A topologia do sistema é a seguinte: cada unidade tem todos os pontos de alimentação de água monitorados através de hidrômetros com saída M-Bus. Um par de fios será ligado a cada hidrômetro e interligado em um barramento único, o qual pode ser encaminhado até a administração do condomínio, onde será instalada a interface de comunicação com o microcomputador.

Desta maneira, tem-se apenas um par de fios “percorrendo” todos hidrômetros e ligado ao PC, eliminando a necessidade de encaminhamento especial para os cabos, já que o par de fios único pode ser encaminhado junto à rede telefônica, de TV a cabo, etc.

A operação do sistema é simples e pode ser feita por um administrador com conhecimentos básicos de informática. Existe também, um programa computacional de gerenciamento do consumo de água, com rotinas de rateio e emissão de contas, entre outras possibilidades.

Conforme ressaltam OLIVEIRA Jr. et al (2002), este sistema é o mais indicado para o monitoramento de vários pontos de uma região definida, sendo que a distância entre os medidores e a central não deve ser maior que alguns quilômetros.

Os referidos autores comentam que uma possibilidade interessante é a colocação de sistemas mistos, com várias das tecnologias citadas envolvidas simultaneamente.

Além das formas de aquisição de dados da medição apresentadas neste item, está começando a ser implantado no Brasil o sistema de faturamento eletrônico, que consiste na venda antecipada de água com pagamento imediato e liberação de uso através do cartão de consumo.

Dentre outras vantagens para o usuário, pode-se citar que o faturamento eletrônico elimina a leitura dos medidores, a digitação e a impressão das contas, dispensando assim a compra de formulários de todos os tipos, inclusive para a impressão das contas. Não existindo fatura a ser entregue, estarão eliminadas as emissões das segundas vias, perdas das faturas originais, parcelamentos de débitos, duplicidade de pagamentos, reduzindo consideravelmente as reclamações por cortes ou falta de água.

No faturamento eletrônico, a venda da água é feita pelo sistema de controle eletrônico via telefone, utilizando um cartão, uma turbina para a medição e permissão ou interrupção da passagem de água, e um gerenciador de consumo.

Na Figura 3.15 são apresentados os componentes do sistema de faturamento eletrônico implementado pela Companhia de Saneamento Básico de Tocantins e, na Figura 3.16, um esquema de instalação para uma residência.



Figura 3.15 Componentes do sistema de fatura eletrônica do consumo de água.

Fonte: SANEATINS (2002)

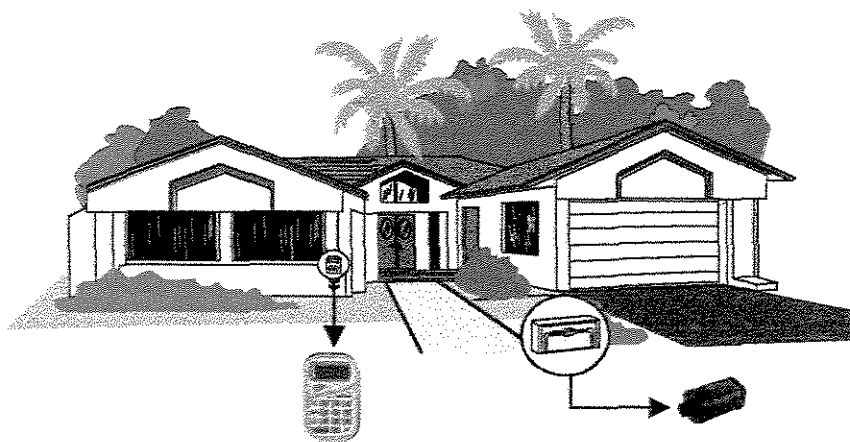


Figura 3.16 Sistema de leitura por cartão implantado em uma residência.

Fonte: SANEATINS (2002)

O mercado nacional da construção civil tem se ocupado com a construção de edificações cada vez mais arrojadas, premiando a acessibilidade, a luminosidade, a ventilação, a segurança, a individualização dos serviços, enfim, o conforto ambiental de maneira geral, com a redução dos custos através do reaproveitamento de materiais e uma melhor utilização da mão-de-obra.

Na maioria dessas edificações ainda não existe a preocupação com o consumo e, mais especificamente, com o tipo de sistema de medição de água. A utilização de um único hidrômetro, com a medição coletiva, tem sido a única opção adotada.

Porém, altas tecnologias de telemedição vêm sendo desenvolvidas, e estão em constante aprimoramento, permitindo individualizar o sistema de medição do consumo de água tal como já acontece com outros tipos de serviços.

Apesar dos hidrômetros analógicos convencionais, sem saída de pulso, possuírem um menor custo individual, a opção por esse tipo de medidor impõe o seu posicionamento em locais de acesso a pessoas estranhas ao apartamento, ou seja, na área comum do pavimento. Com a adoção dos hidrômetros analógicos com saída de pulso ou dos eletrônicos, por sua vez, o posicionamento dos medidores é determinado por outros fatores, pois a leitura é feita de forma remota.

### **3.3. Aspectos gerais relativos à implementação da medição individualizada**

De acordo com COELHO; MAYNARD (1999), países da Europa tais como a Alemanha e Portugal adotam a medição individualizada do consumo de água em edifícios.

Na Alemanha, a Norma DIN N° 1988, parte II, Item 9.3 - Hidrômetros de Apartamentos, estabelece que edificações com mais de uma família (prédios de apartamentos) devem possuir um hidrômetro para cada unidade habitacional.



A Norma Portuguesa NP 4001 – Contadores de água potável fria, de Dezembro de 1991, no seu artigo 106 - Instalação de Contadores, descreve que deve ser instalado obrigatoriamente, um contador (medidor) para cada consumidor, sendo que os medidores podem ser colocados isoladamente ou em conjunto.

Segundo YAMADA (2001), a França utiliza sistemas com central eletrônica. Além de monitorar o consumo de água num dado período, o pagamento desse insumo pode ser efetuado na própria central com a utilização de cartões inteligentes (“*smart cards*”), constituindo o faturamento eletrônico descrito no item anterior. Esses cartões armazenam o crédito necessário para o pagamento das contas de insumos prediais, sendo utilizados também no pagamento da luz e do gás, em um determinado período.

COELHO; MAYNARD (1999) citam que algumas cidades da América Latina e da América do Sul adotam o sistema de medição individual de água. Na Colômbia, em Medellín, Cali e Bogotá, os apartamentos de edificações multifamiliares possuem hidrômetros individuais para medição do consumo e emissão das contas de água e esgoto. Em Arequipa, no Peru, também são instalados hidrômetros individuais em edifícios residenciais multifamiliares.

### **3.3.1 Legislação relativa à medição individualizada no Brasil**

As normas brasileiras de projeto de sistemas prediais NBR-5626 (ABNT, 1998) e NBR-7198 (ABNT, 1993) não abordam a questão da medição individualizada do consumo de água em edifícios. Apesar de não existir uma lei federal relativa ao uso de medição individualizada no Brasil, estados como Pernambuco, São Paulo, Espírito Santo e Rio Grande do Sul já possuem regulamentação a respeito desse assunto.

A Companhia Pernambucana de Saneamento possui normas específicas estabelecendo condições gerais de instalação do sistema de medição individual em condomínios. Estas normas foram estabelecidas devido ao alto índice de inadimplência de alguns usuários dos edifícios, causando a interrupção no fornecimento e prejudicando os demais usuários do edifício (COMPESA, 1977).

No município de São Paulo, a Lei Municipal 12.638, de 06 de maio de 1998, projeto de Lei 12/94, que instituiu a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros em cada uma das unidades habitacionais dos prédios de apartamentos, diz no seu artigo 1º (COELHO; MAYNARD, 1999):

“Os projetos de edificação de prédios de apartamentos que forem aprovados a partir da data de promulgação da presente lei deverão prever instalações hidráulicas que permitam a medição isolada do consumo de água de cada uma de suas unidades habitacionais”.

Em Guarulhos, São Paulo, foi sancionada a Lei Municipal nº 4650, de 1994, instituindo a obrigatoriedade da instalação de medidores individuais em edifícios que possuam apartamentos com área útil de até 100 m<sup>2</sup>. (TOMAZ, 1997).

Em Vitória, Espírito Santo, também já foi apresentado um projeto de lei que torna obrigatória a medição individualizada de água em edifícios residenciais (COELHO; MAYNARD, 1999).

Segundo esses autores, na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, existe um projeto de lei, apresentado à Câmara Municipal no dia 23 de julho de 1995, “tornando obrigatória a implantação da medição individual de água em edifícios com mais de uma economia”.

### **3.4 Estudos relacionados com a implantação de sistemas de medição individualizada em edifícios**

De acordo com AMRA (1998), o primeiro estudo desenvolvido para avaliação do impacto da medição individualizada em edifícios multifamiliares foi feito na Dinamarca, na década de 20. Nesse estudo, foi constatado que a medição individualizada do consumo de água quente, com sistemas de aquecimento central, representou uma economia de até 40% na conta global de água em mais de 15 milhões de unidades habitacionais européias.

MALAN; CRABTREE (1987) afirmam que a implantação de medição individual em prédios de apartamentos em Pretória, África do Sul, e a leste de Londres, Inglaterra, proporcionaram uma redução do consumo de água entre 20% a 30%.

Na Alemanha, a substituição do sistema de medição de água coletiva pelo sistema de medição individualizada, em apartamentos residenciais, reduziu o consumo *per capita* de 132 para 112 litros/dia (ZEEB, 1998).

OCHOA; MALDONADO (1990) analisaram o impacto causado pela instalação de medidores em residências localizadas em Guaymas, México. Os hidrômetros foram instalados em residências de classe baixa, média e alta. Ao final da pesquisa, a redução do consumo de água na classe média foi de 48% e, de maneira geral, o consumo entre todos os usuários reduziu em torno de 68 %.

RATHNAU (1991) comparou o consumo de água de apartamentos das cidades de Nova Iorque, que possui sistema de medição coletiva, e em Washington, DC, que utiliza sistemas de medição individualizada, concluindo que a diferença foi de 60% (1420 a 1610 litros/apartamento/dia no primeiro caso e 340 a 610 litros/apartamento/dia no segundo). A referência não explicita as características físicas (quantitativas e qualitativas) dos edifícios estudados, nem as características sociais, culturais e financeiras dos usuários, o que dificulta uma análise comparativa com outros locais.

Em SEATTLE PUBLIC UTILITIES (2001) são apresentados os resultados da implementação da medição individualizada em edifício residencial, localizado em Seattle, onde o consumo foi, em média, 30% menor em relação à situação inicial, com medição coletiva.

YAMADA et al (1999) apresentam uma comparação entre sistemas de medição coletiva e individual em um edifício com 56 apartamentos. Apesar da implementação do sistema com medição individualizada ter um custo relativamente alto, devido à instalação de muitos hidrômetros, a redução do consumo, considerando somente o custo da água consumida, foi de 12,6 %, e o retorno dos investimentos ocorreria ao final de 29 meses.

Segundo COELHO; MAYNARD (1999), estudos feitos em mais de 1500 edifícios da Região Metropolitana de Recife adaptados à medição individualizada mostram uma redução média de 30 % no consumo de água após a sua implementação e, em alguns casos, reduzindo a conta mensal dos usuários em até 50%. Atualmente, a Companhia Pernambucana de Saneamento, COMPESA, passa por uma dificuldade que é a de atender às novas solicitações de individualizações mensais, devido à alta demanda por esse serviço.

YAMADA et alii (2000) apresentam uma análise comparativa efetuada em um conjunto habitacional localizado em Guarulhos, São Paulo, que possui 30 blocos com medição coletiva (40% do total) e 48 blocos com medição individualizada, concluindo que o consumo de água é cerca de 17 % inferior nos prédios com sistema de medição individualizada. A descrição detalhada do referido estudo é apresentada em YAMADA (2001).

#### **4 Subsídios para o levantamento dos custos relativos à implementação de Sistema de Medição Individualizada em Edifícios Residenciais Multifamiliares**

A implementação da medição individualizada do consumo de água em edifícios residenciais multifamiliares envolve um sistema predial de água fria mais complexo do que é usualmente projetado, o que pode representar um custo maior do que o referente ao sistema com medição coletiva. Grande parte desse custo é devido ao maior número de medidores a serem previstos.

Conforme citado anteriormente, o presente trabalho tem como objetivo a avaliação do custo de implementação desse sistema para três tipologias de edifícios residenciais multifamiliares, sendo apresentadas nesse capítulo as atividades desenvolvidas para alcançá-lo.

##### **4.1 Seleção de tipologias de edifícios residenciais multifamiliares**

Para a seleção das tipologias de edifícios multifamiliares residenciais estudados, foram consideradas as seguintes fontes, cujos dados serão comentados na seqüência:

- Sindicato da Habitação de São Paulo (SECOVI, 2002) e
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000).

Usualmente, costuma-se referenciar os apartamentos não somente pela área útil, mas pelo número de dormitórios ou pelo número de dormitórios e de banheiros, variáveis essas intimamente relacionadas com o número de pessoas, embora a relação seja, na maioria das vezes, inversa, ou seja, quanto maior uma, menor a outra.

Assim, para a seleção das tipologias de edifícios estudados, foram analisados, nas fontes já citadas, o número de dormitórios e, se disponível, o número de banheiros que constituem os edifícios construídos e comercializados nos últimos anos.

A tabela 4.1 apresenta os percentuais de venda de unidades, por número de dormitórios, no período de abril a setembro de 2002, na cidade de São Paulo.

Tabela 4.1 - Número de unidades comercializadas em função do número de dormitórios.

ND	AU m <sup>2</sup>	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	MV
		n° (%)	n° (%)	n° (%)	n° (%)	n° (%)	n° (%)	n° (%)
1	35	38 (3,8)	27 (2,6)	35 (3,6)	30 (3,3)	50 (4,7)	70 (6,7)	42 (4,2)
2	55	491 (49,1)	399 (38,9)	280 (28,4)	404 (44,1)	432 (40,9)	291 (27,8)	382 (38,0)
3	80	471 (47,1)	600 (58,5)	670 (68,0)	482 (52,6)	573 (54,4)	684 (65,5)	580 (57,8)
<b>Total</b>		1000 (100)	1026 (100)	985 (100)	916 (100)	1055 (100)	1045 (100)	1004 (100)

Nota: ND = Número de dormitórios; AU = Área útil; MV = Média de vendas

Fonte: SECOVI (2002)

Da análise da tabela 4.1 ressalta-se que, em média, 38,0% e 57,8% das unidades comercializadas no período possuem, respectivamente, dois e três dormitórios.

Na tabela 4.2 é apresentado o número de unidades construídas nas quatro maiores regiões metropolitanas do Brasil, segundo IBGE (2000), referente ao censo de 1999. A escolha dessas capitais se deve ao fato de apresentarem um maior número de domicílios, quando comparadas com as demais capitais pesquisadas, superando-as em mais de 72%.

Tabela 4.2 – Número de domicílios/apartamentos para algumas regiões metropolitanas (RM) brasileiras.

RM	Nº total de dormitórios	Nº total de apartamentos	Tipologia					
			(2D/1B)		(3D/2B)		(3D/3B)	
			Nº de unidades	(%)	Nº de unidades	(%)	Nº de unidades	(%)
B. H.	933.486	194.767	32.736	16,81	28.173	14,46	49.052	25,18
R. J.	2.955.864	732.566	86.746	11,84	51.782	7,07	70.454	9,62
S. P.	4.274.652	868.644	113.570	13,07	70.076	8,07	113.681	13,09
P. A.	913.154	243.879	37.139	15,23	21.641	8,87	34.197	14,02
		<b>Total</b>		56,95		38,47		61,91

Notas:

B. H. = Belo Horizonte; R. J. = Rio de Janeiro; S. P. = São Paulo; P. A. = Porto Alegre.

- Para a contabilização do número de comandos, são considerados aqueles que compõem a construção, com exceção do corredor e da varanda.
- 2D/1B - apartamento com dois dormitórios e um banheiro (domicílio com 6 cômodos);
- 2D/2B - apartamento com dois dormitórios e dois banheiros (domicílio com 7 cômodos); e
- 3D/3B - apartamento com três dormitórios e três banheiros (domicílio com 8 cômodos).

FONTE: adaptado de IBGE (2000)

Analisando se a Tabela 4.2 verifica-se que, nas grandes regiões metropolitanas brasileiras:

- Aproximadamente 57 % das unidades, construídas possuem de seis cômodos (2D/1B);
- Cerca de 39% das unidades construídas, possuem sete cômodos (2D/2B); e
- 62 % das unidades, construídas possuem oito cômodos (3D/3B).

Assim pela representatividade nas grandes cidades brasileiras, foram selecionadas, para o desenvolvimento do presente trabalho, as seguintes tipologias para o desenvolvimento do presente trabalho:

- dois dormitórios e um banheiro (2D/1B);
- dois dormitórios e dois banheiros (2D/2B) e,
- três dormitórios e três banheiros (3D/3B)

## 4.2 Levantamento documental e de campo

### 4.2.1 Seleção de projetos arquitetônicos representativos

Para a escolha dos projetos arquitetônicos representativos das tipologias de edifícios residenciais multifamiliares descritas no item anterior, foram contactadas três construtoras sediadas na cidade de Itajubá, MG, as quais forneceram plantas de três edifícios, todos já construídos. A Tabela 4.3 apresenta a caracterização dos edifícios selecionados.

Tabela 4.3 - Caracterização dos edifícios selecionados.

Edifício	Área (m <sup>2</sup> )	Fase	Número de			Denominação
			Dormitórios	Banheiros	Pavimentos.	
1	45,50	Construído	2	1	T + 4	2D/1B
2	75,20	Construído	2	2	T + 3	2D/2B
3	95,00	Construído	3	3	T + 3	3D/3B

Nota: T = Térreo      D = Dormitórios      B = Banheiros

#### 4.2.2 Análise descritiva dos edifícios selecionados

Todos os projetos foram idealizados a partir do uso de bacia sanitária com caixa acoplada, pois o emprego de válvulas de descarga pressupõe, conforme a NBR-5626 (ABNT, 1998), a existência de coluna de distribuição exclusiva para o abastecimento desse aparelho, em função da elevada vazão unitária em relação ao demais aparelhos sanitários. Assim, com a utilização de válvulas de descarga, necessita-se de mais de um hidrômetro por unidade, o que elevaria sobremaneira os custos envolvidos. Portanto, para todos os edifícios selecionados foram consideradas bacias sanitárias com caixa acoplada.

Vale ressaltar, porém, que as obras que vêm sendo executadas pelas três construtoras contactadas para a disponibilização dos projetos arquitetônicos utilizados neste trabalho possuem bacias sanitárias com válvula de descarga. Apenas uma delas optou, em duas edificações verticalizadas mais recentes, num total de 208 apartamentos, pelo uso de bacia sanitária com caixa acoplada.

O presente estudo compreende três edifícios: o **edifício 1** é parte de um conjunto habitacional, padrão popular, composto por sete blocos, executados em estrutura metálica e fechamento em



blocos de concreto. Cada bloco é composto de térreo e quatro pavimentos, sendo cada pavimento com quatro apartamentos de dois dormitórios cada um, totalizando dezesseis apartamentos.

Os aparelhos sanitários considerados nos apartamentos são: bacia sanitária com caixa acoplada, lavatório, chuveiro, tanque e pia de cozinha. Na figura 4.1 é apresentada a planta baixa **edifício 1**.

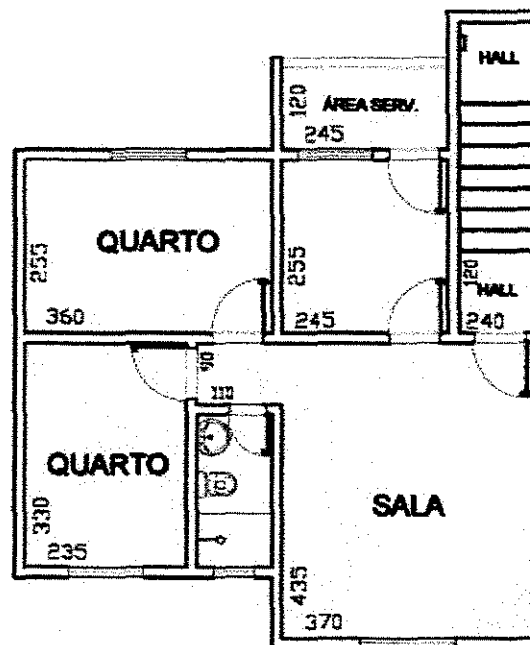


Figura 4.1 Planta baixa do apartamento do **edifício 1**.

O **edifício 2** é composto de térreo mais três pavimentos de dois apartamentos cada um, com dois dormitórios (ver planta baixa na figura 4.2). O conjunto possui oito blocos no total, sendo quatro deles de dois dormitórios e os demais com três dormitórios.

Em cada apartamento foram consideradas duas bacias sanitárias com caixa acoplada, dois lavatórios, dois chuveiros, um tanque de lavar roupas, um ponto para máquina de lavar roupas, uma pia de cozinha e um ponto para filtro. A estrutura de seis dos oito blocos é de concreto armado, com fechamento em tijolos cerâmicos; dois deles, com três dormitórios, foram construídos em alvenaria estrutural.

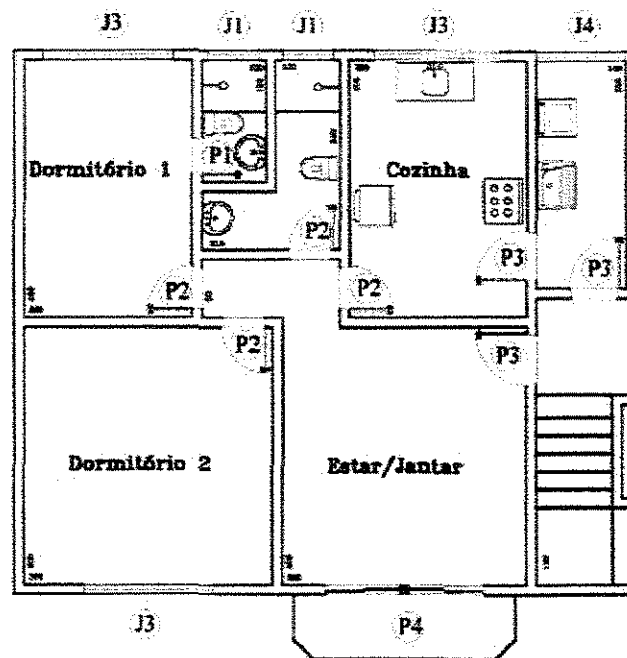


Figura 4.2 Planta baixa do apartamento do **edifício 2**.

O **edifício 3** possui um bloco único, composto de térreo e mais três pavimentos em estrutura de concreto armado e fechamento em alvenaria cerâmica. Cada apartamento possui três dormitórios. Todos os apartamentos possuem três bacias sanitárias com caixa acoplada, três lavatórios, três chuveiros, um tanque e um ponto para máquina de lavar roupas, uma pia de cozinha e um ponto para filtro. Na figura 4.3 é apresentada a planta baixa **edifício 3**.

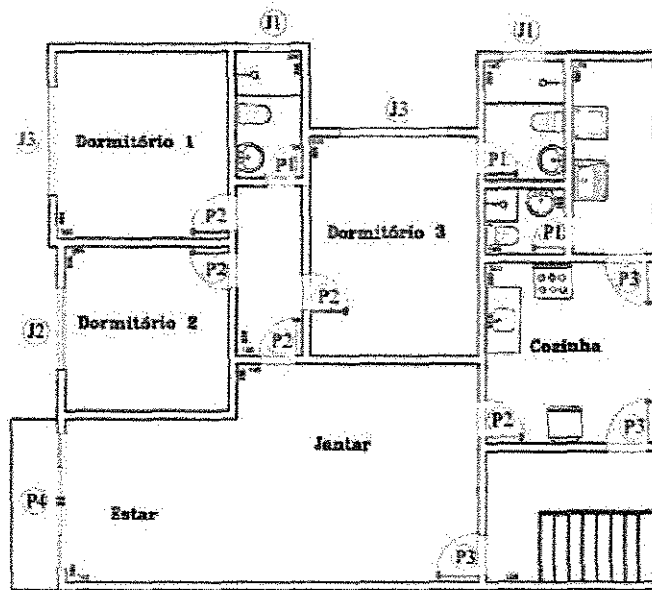


Figura 4.3 Planta baixa do apartamento do edifício 3.

#### 4.2.3 Caracterização dos sistemas de água fria dos edifícios selecionados

O **edifício 1** possui seis reservatórios com capacidade de  $1,00 \text{ m}^3$  cada, com abastecimento por gravidade. O projeto original deste edifício previa um reservatório superior de  $12,00 \text{ m}^3$ . A distribuição de água é feita por duas colunas, embutidas na parede, para cada apartamento, sendo uma coluna para a cozinha e a área de serviço e a outra para o banheiro.

O **edifício 2** possui seis reservatórios de  $1,00 \text{ m}^3$  cada uma, sendo o abastecimento feito por gravidade. Existem seis medidores colocados na garagem do edifício, sendo um para cada apartamento. A distribuição de água é feita por três colunas para cada apartamento, todas embutidas na parede, sendo uma coluna para a cozinha e área de serviço, uma para o banheiro social e a outra para abastecer o banheiro da suíte.

O **edifício 3** possui seis reservatórios de  $1,00 \text{ m}^3$  cada um deles, sendo o abastecimento feito por gravidade. Existe um único medidor colocado na entrada do edifício. A distribuição de água é feita por quatro colunas para cada apartamento, embutidas na parede, sendo uma coluna para

cozinha e banheiro de serviço, uma para área de serviço, uma para o banheiro social e a outra para abastecer o banheiro da suíte.

No ANEXO 1, 2 e 3 são apresentados os projetos dos sistemas prediais de água fria dos edifícios selecionados.

Conforme descrito anteriormente, os **edifícios 1 e 3** possuem sistema de medição coletiva de água. Os respectivos hidrômetros estão localizados no pavimento térreo, na entrada de cada edifício e efetuam a medição do consumo de todos os apartamentos de cada um deles. Ambos os hidrômetros são analógicos, com bitola de 1/2" e vazão nominal de 1,5 m<sup>3</sup>/h. A figura 4.4 mostra o tipo de hidrômetro instalado dos **edifícios 1 e 3**.

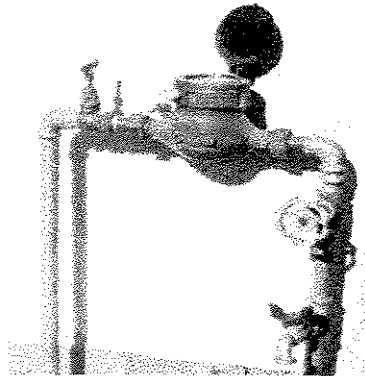


Figura 4.4 Tipo de hidrômetro instalado nos **edifícios 1 e 3**.

O **edifício 2** possui sistema de medição individualizada de água, com cavalete, hidrômetro e registro geral para cada apartamento do bloco em estudo. Os hidrômetros estão localizados no pavimento térreo, na garagem do edifício. O hidrômetro é do tipo analógico, com bitola de 1/2" e vazão nominal de 1,5 m<sup>3</sup>/h. A figura 4.5 mostra os hidrômetros instalados no **edifício 2**.

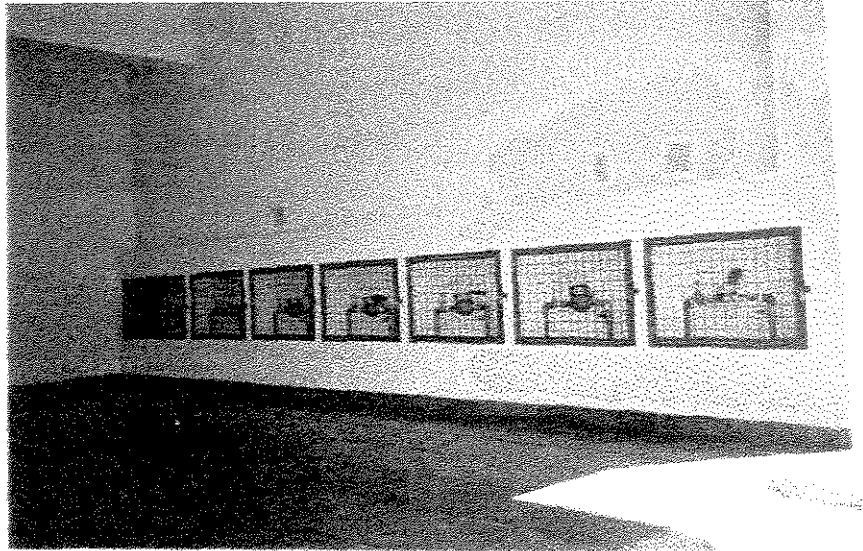


Figura 4.5 Hidrômetros instalados no **edifício 2** – medição individualizada.

#### 4.2.4 Elaboração e aplicação de questionário

Para o levantamento da população e suas características, que são determinantes no consumo de água, foi elaborado um questionário, o qual está dividido em dois grandes itens (ver ANEXO 5 , 6 e 7):

- caracterização dos moradores: questões referentes à idade, grau de instrução, renda familiar, entre outros; e
- caracterização da edificação e das unidades: questões referentes ao número e tipo de aparelhos/equipamentos sanitários instalados.
- Aparelhos existentes no apartamento.

O questionário foi aplicado no período de 13 a 21 de novembro de 2002, entre 13:00 e 16:00 horas, horário este que boa parte da população entrevistada encontrava-se em seus apartamentos. Um estagiário foi o responsável pela aplicação do mesmo.

#### **4.2.5 Monitoramento do consumo de água**

A fim de verificar-se a variação do consumo ao longo do mês, foi efetuado o levantamento do volume de água consumido diariamente. Para tanto, foi empregada a planilha de levantamento que se encontra no ANEXO 8.

A leitura, efetuada por este autor e/ou pelos estagiários, ocorreu sempre a partir das 13:30 horas, começando pelos edifícios com medição coletiva e terminando pelo edifício com medição individualizada. Este levantamento teve início no dia 13 de novembro (um dia após a medição mensal feita pela concessionária) e terminou no dia 13 de dezembro de 2002.

#### **4.2.6 Elaboração e orçamentação dos projetos do sistema predial de água fria com medição coletiva e individualizada**

Foram elaborados os projetos do sistema predial de água fria com medição coletiva e individualizada para cada um dos edifícios selecionados. Para cada caso, foram considerados tanto os medidores analógicos, com e sem saída de pulso, quanto os eletrônicos.

## 5 Resultados e análises

### 5.1 Aplicação do questionário

As figuras 5.1, 5.2 e 5.3 apresentam os resultados obtidos com a aplicação do questionário, com relação ao numero de habitantes por apartamento.

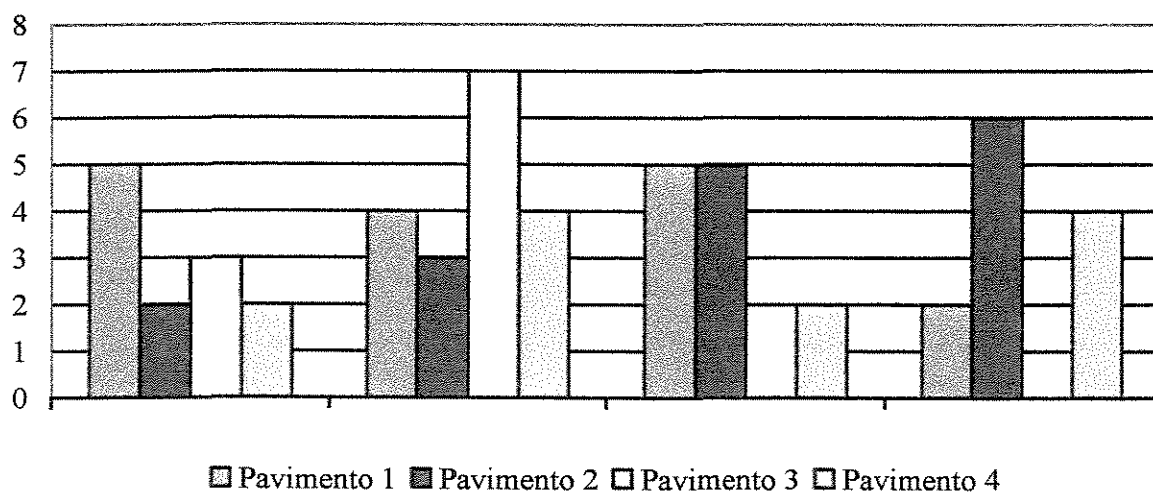


Figura 5.1 Número de habitantes por apartamento do **edifício 1**.

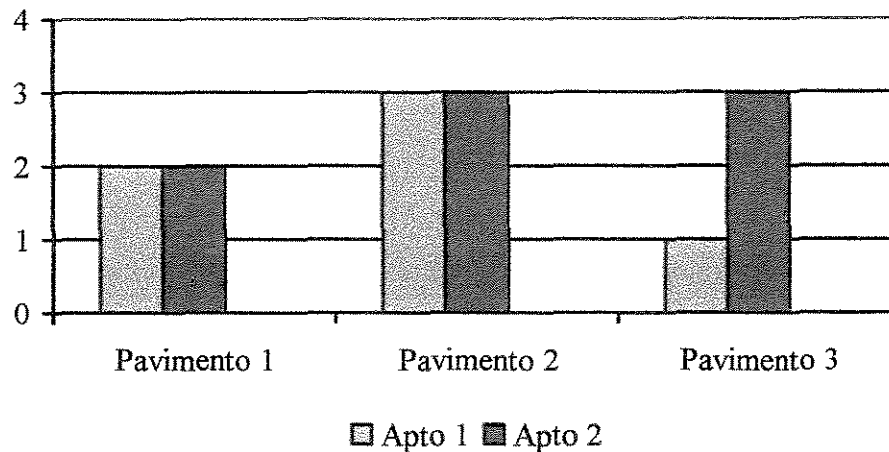


Figura 5.2 Número de habitantes por apartamento do **edifício 2**.

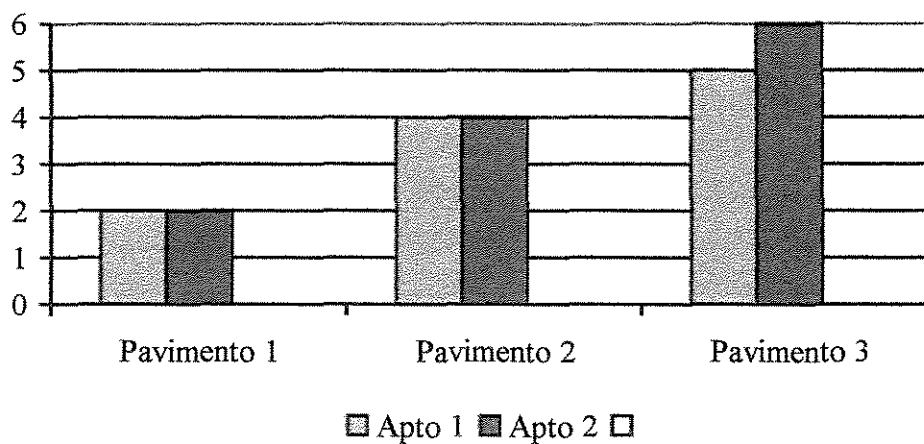


Figura 5.3 Número de habitantes por apartamento do **edifício 3**.

Da análise das figuras anteriores verifica-se que:

- o número médio de habitantes por apartamento é igual a 3,7 para o **edifício 1**; 2,3 para o **edifício 2**; e 3,8 para o **edifício 3**.
- apesar do número de dormitórios ser igual nos **edifícios 1 e 2**, o número médio de habitantes por apartamento é diferenciado; e, no caso dos **edifícios 1 e 3**, o número médio de habitantes por apartamento é praticamente igual, apesar do número de



dormitórios do **edifício 3** ser maior. Essas duas constatações comprovam que a fórmula usualmente empregada para a estimativa do consumo de água predial<sup>1</sup>, a partir do número de pessoas por dormitório, para edifícios residenciais, pode não ser adequada para todas as situações.

- analisando-se individualmente cada apartamento, verifica-se que o número de habitantes por dormitório apresenta uma discrepância muito grande, principalmente no caso do **edifício 1**.

No **edifício 1** residem cinquenta e seis pessoas em dezesseis apartamentos-tipo, sendo trinta e quatro adultos, com idade média igual há 33 anos. A figura 5.4 apresenta a distribuição do grau de instrução dos habitantes do **edifício 1**.

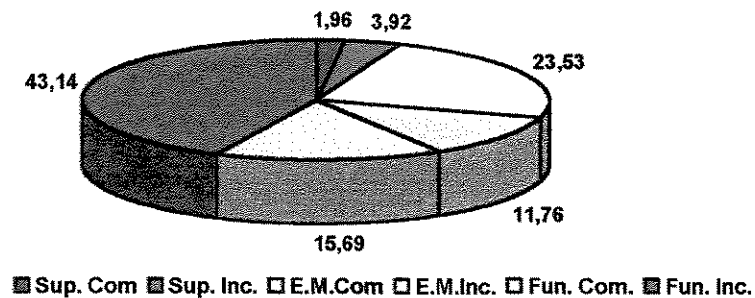


Figura 5.4 Grau de instrução dos habitantes – **Edifício 1**.

As profissões dos moradores do **edifício 1** variam entre profissionais liberais, servidores públicos, empregados de empresas privadas, etc. A renda familiar de metade dos entrevistados situa-se na faixa entre um e três salários mínimos e de 38% entre três e dez salários mínimos.

Os usuários residem no **edifício 1** há mais um ano e meio, sendo que 27% dos apartamentos são alugados, e 53% dos próprios moradores. O número de aparelhos sanitários é similar em todos os apartamentos, sendo que apenas 01 unidade não possui máquina de lavar roupa.

<sup>1</sup> Número de pessoas por apartamento = 2 \* n° de dormitórios sociais + 1 \* n° de dormitório de serviço.

No **edifício 2** residem quatorze pessoas em seis apartamentos-tipo, sendo doze adultos, com idade média igual há 30,5 anos.

A figura 5.5 apresenta o grau de instrução dos habitantes do **edifício 2**. Dos onze adultos, 67% possuem ensino superior completo e 17% possuem ensino superior incompleto. As profissões dos moradores desse edifício estão assim distribuídas: 25% trabalham em empresas privadas, 25% são servidores públicos, 17% são profissionais liberais e 17% são empresários. A renda familiar de metade dos habitantes situa-se entre três e dez salários mínimos e cerca de 25% percebem entre um e três salários mínimos.

Todos os apartamentos são alugados e os moradores residem, em média, há mais de dois e meio nesse edifício. Todos os apartamentos possuem máquina de lavar roupa e apenas um possui máquina de lavar prato. Os demais aparelhos, em todos os apartamentos, são similares, tanto no tipo quanto na quantidade.

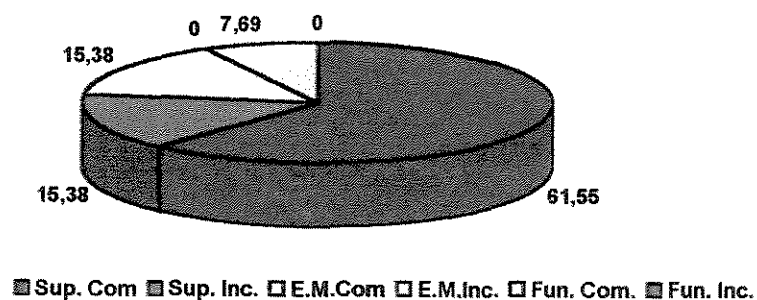


Figura 5.5 Grau de instrução dos habitantes – **Edifício 2**.

No **edifício 3** residem vinte e três pessoas em seis apartamentos-tipo, sendo onze adultos, com idade média igual há 48 anos. A figura 5.6 apresenta o grau de instrução dos habitantes do **edifício 3**.

Dos onze adultos, 73% possuem ensino superior completo. Dentre as profissões que mais predominam entre os moradores, 30% são profissionais liberais, 30% trabalham em empresas privadas e outros 30% são servidores públicos. A renda familiar de 73% dos habitantes situa-se entre dez a vinte salários mínimos.

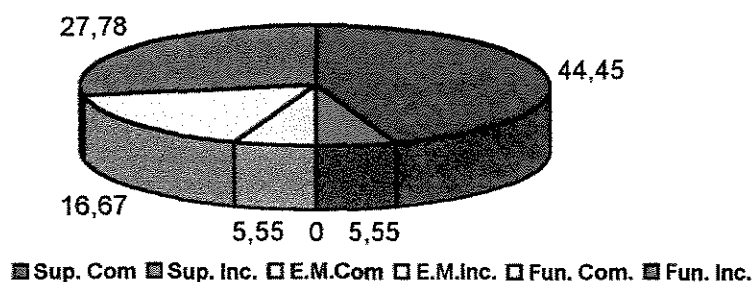


Figura 5.6 Grau de instrução dos habitantes – **Edifício 3**.

O **edifício 3** está habitado há mais de quatro anos e meio e 83% dos apartamentos são dos próprios moradores. Todos os apartamentos possuem os mesmos aparelhos sanitários, sendo que todos possuem máquina de lavar roupa e apenas um deles possui máquina de lavar prato e banheira de hidromassagem.

## 5.2 Consumo histórico de água

Nas Figura 5.7 a 5.14 são apresentados os consumos de água ocorridos no período de janeiro a dezembro de 2002 nos edifícios selecionados e, na Tabela 5.1, são apresentados os consumos médios diários ocorridos nos três edifícios (considerando-se o número de dias de cada leitura), levantados a partir das contas de água emitidas pela concessionária local.

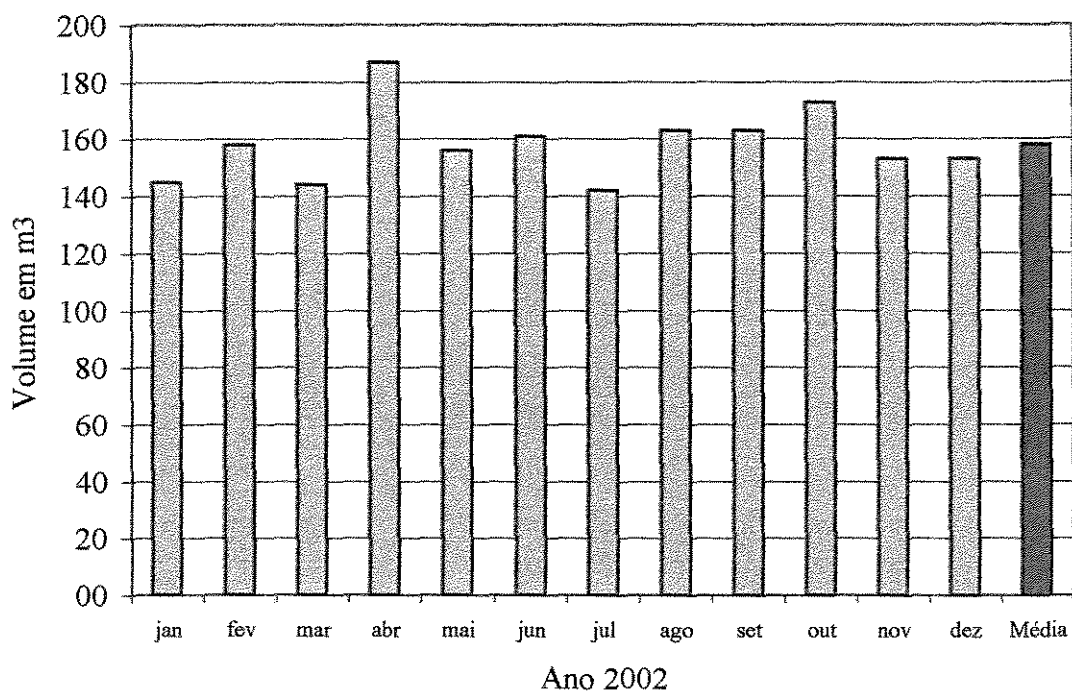


Figura 5.7 Consumo de água do Edifício 1.

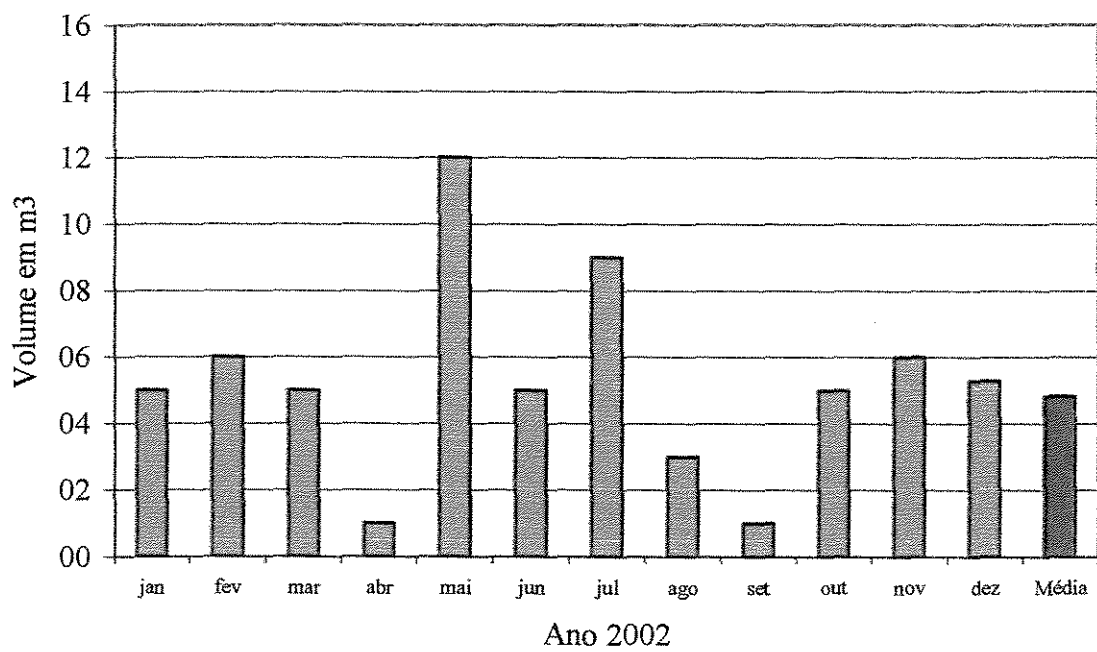


Figura 5.8 Consumo de água do Apartamento 1 do Edifício 2.

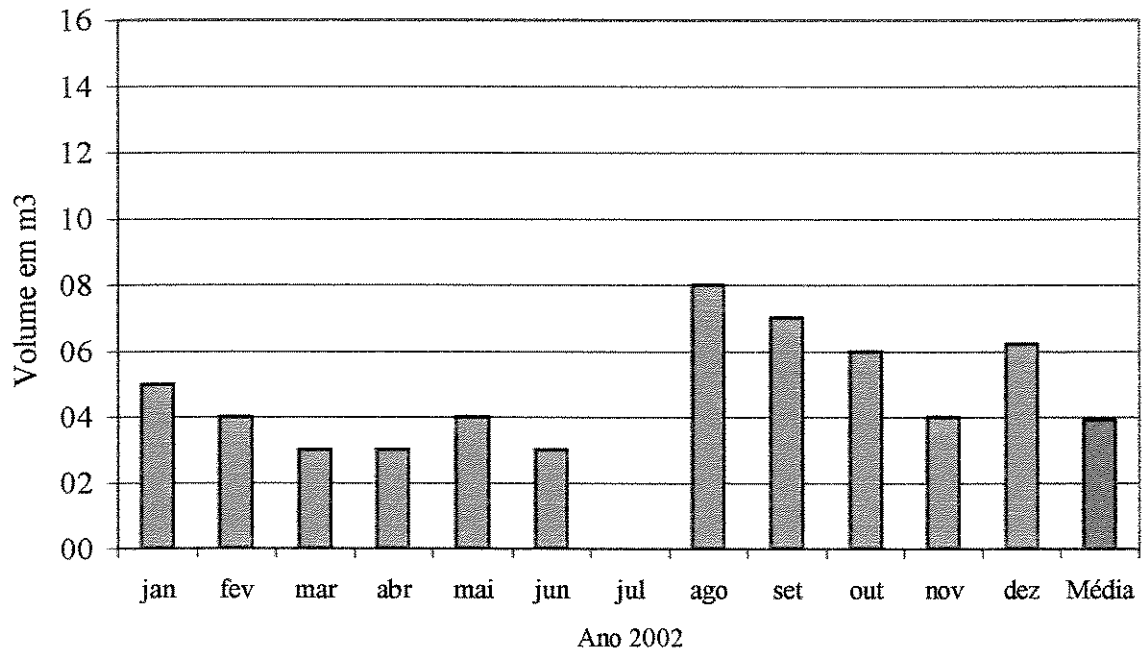


Figura 5.9 Consumo de água do Apartamento 2 do Edifício 2.

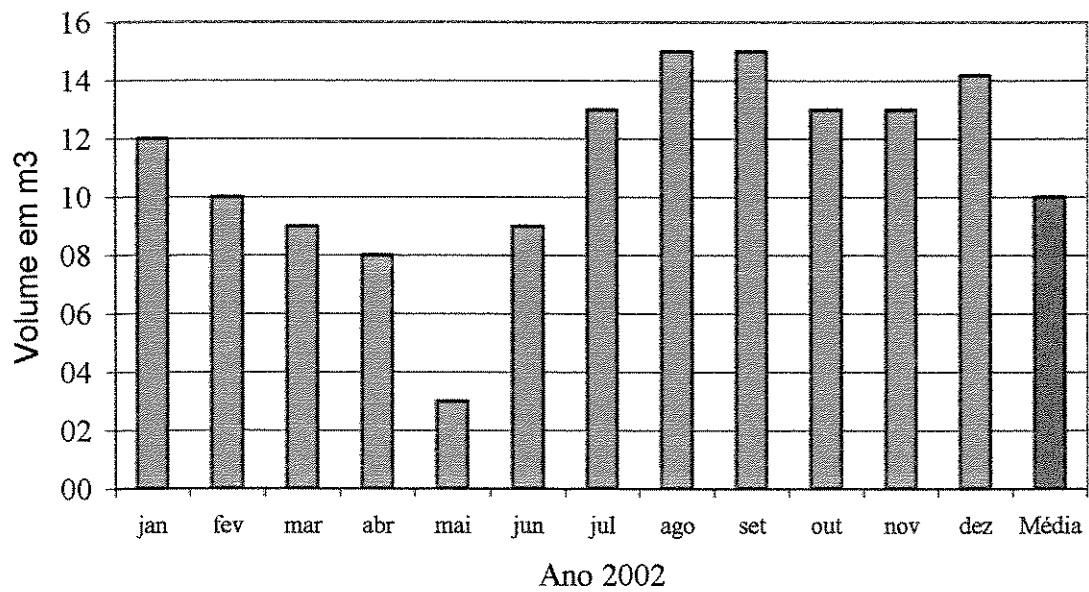


Figura 5.10 Consumo de água do Apartamento 3 do Edifício 2.

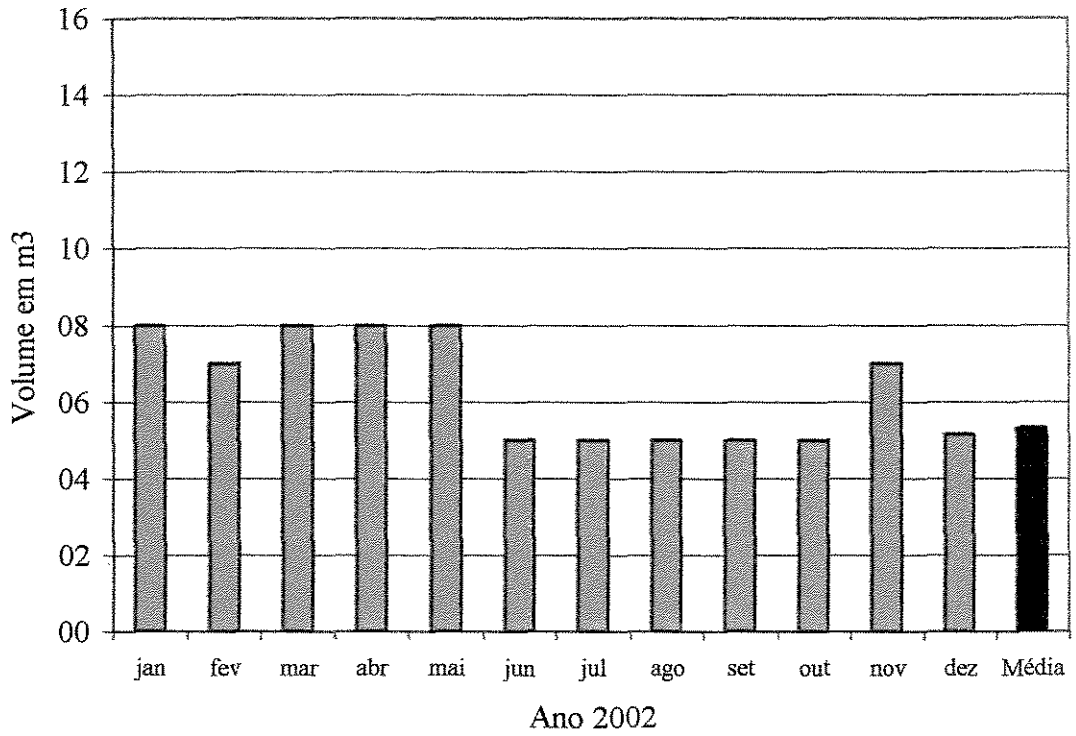


Figura 5.11 Consumo de água do Apartamento 4 do Edifício 2.

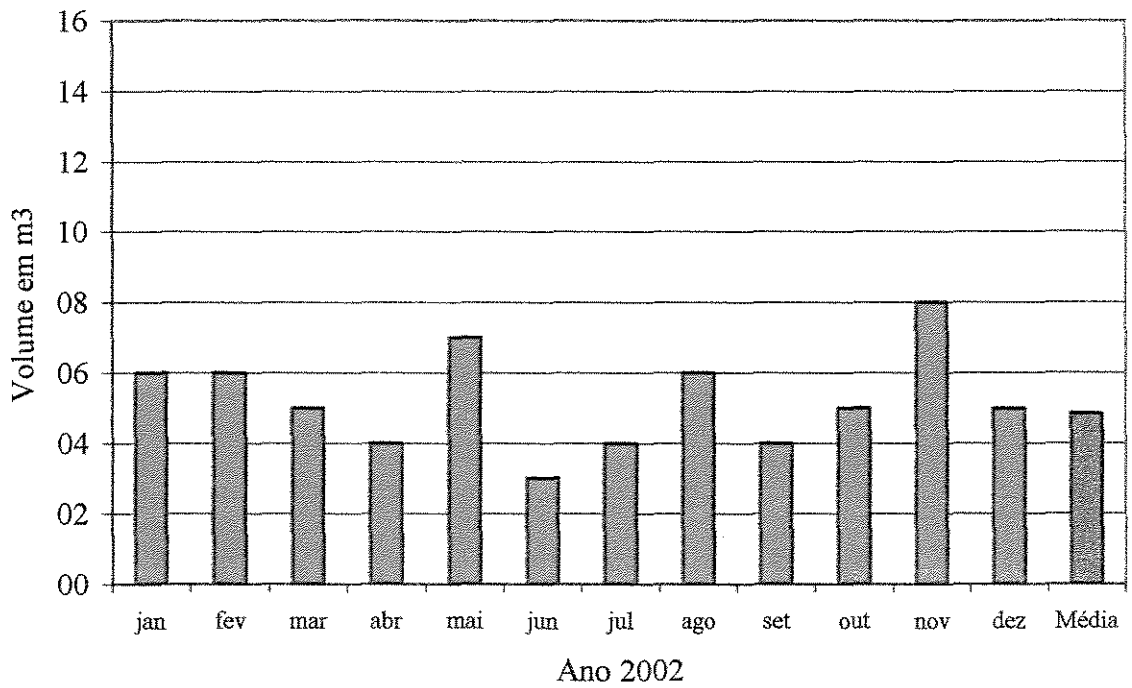


Figura 5.12 Consumo de água do Apartamento 5 do Edifício 2.

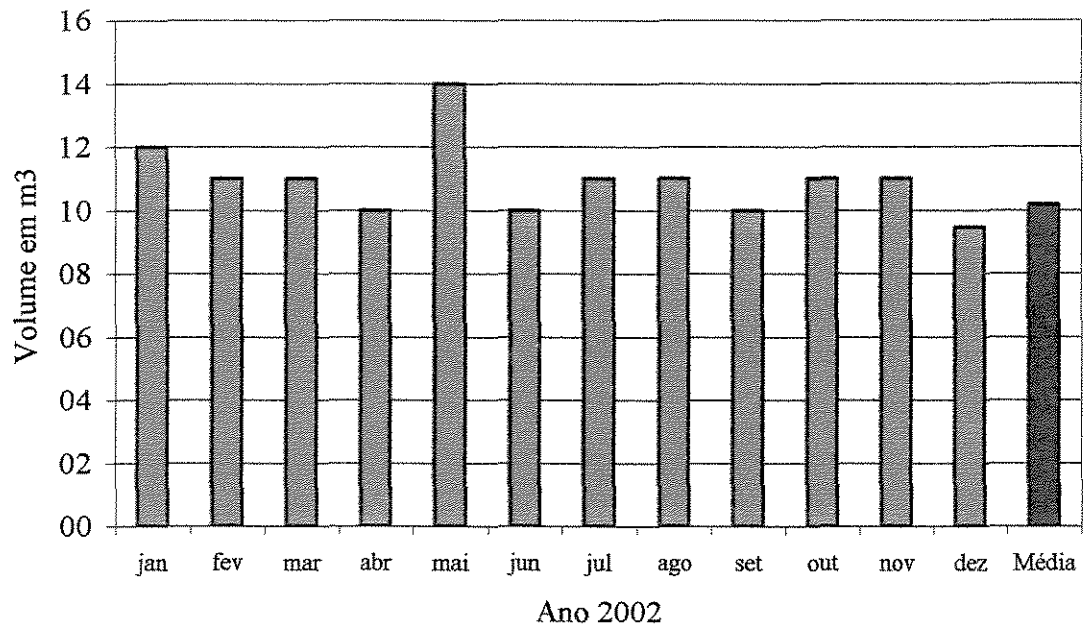


Figura 5.13 Consumo de água do Apartamento 6 do Edifício 2.

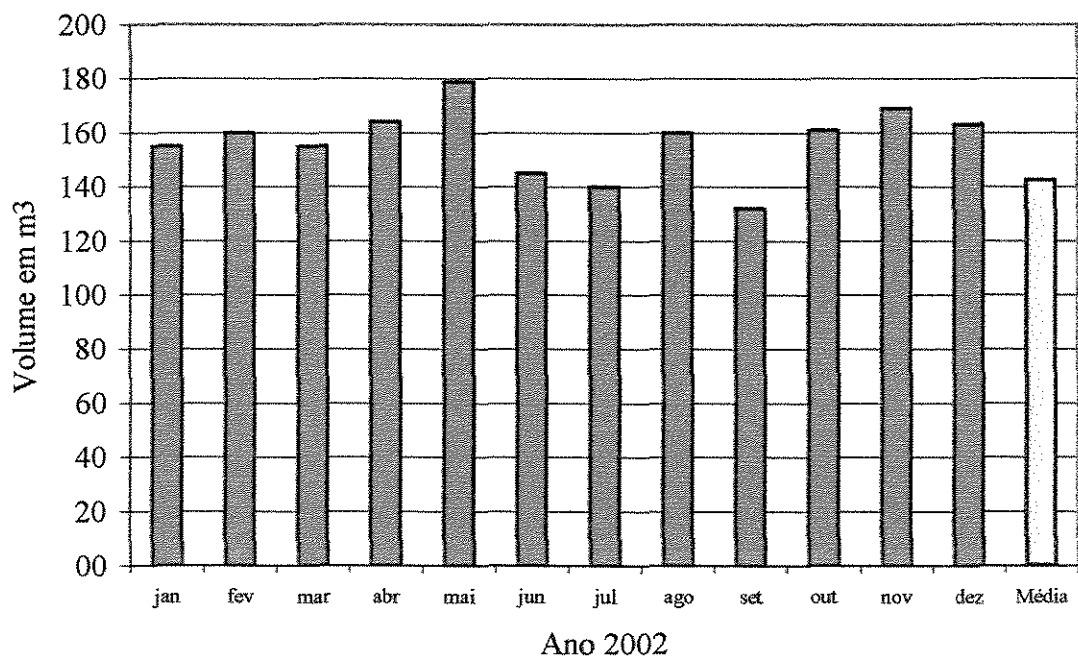


Figura 5.14 Consumo de água do Edifício 3.

Tabela 5.1 Resumo do consumo médio histórico diário - **edifícios 1, 2 e 3**.

Edifício	Apto.	Consumo diário (m <sup>3</sup> /dia)		Consumo <i>per capita</i> diário (l/dia)	
		média	desvio-padrão	média	desvio-padrão
1	---	4,68	0,42	83,55	6,57
2	1	0,16	0,10	79,39	48,60
	2	0,13	0,07	64,43	34,11
	3	0,37	0,05	122,40	37,91
	4	0,18	0,07	58,40	16,72
	5	0,16	0,05	158,78	46,55
	6	0,33	0,04	111,44	12,12
3	---	5,22	0,42	227,63	19,48

Da análise das Figuras e Tabela apresentadas, vale destacar que:

- o consumo mensal de água no **edifício 1** foi praticamente constante ao longo dos meses do ano do período de análise, sendo que nos meses de abril e outubro ocorreram os maiores valores;
- o consumo do edifício 3 apresentou, no período analisado, uma pequena variação ao longo do ano, sendo que nos meses de maio e novembro ocorreram os maiores valores;
- através dos valores de consumo ocorridos no **edifício 2** torna-se evidente o quanto a medição coletiva pode ser injusta: o consumo médio de cada apartamento variou, no período de análise, de 0,13 a 0,37 m<sup>3</sup> /dia;
- conforme esperado, a variação do consumo, considerando-se os apartamentos do **edifício 2**, é completamente diferenciada ao longo do ano, podendo ser atribuída, inclusive, à ocorrência de vazamentos no sistema interno aos apartamentos, o que seria também rateado entre todos os apartamentos, caso a medição fosse coletiva.



### 5.3 Monitoramento do consumo diário de água

Na figura 5.15 são apresentados os valores de consumo diário dos **edifícios 1 e 3** e, na figura 5.16, para o **edifício 2**. Ambos os gráficos foram elaborados com os resultados da leitura do hidrômetro, realizada, conforme descrito anteriormente, durante um período de 30 dias.

A tabela 5.2 apresenta o consumo diário para os edifícios em estudo, obtidos através das leituras dos hidrômetros e as respectivas diferenças, quando comparadas com o consumo diário histórico apresentado na tabela 5.1.

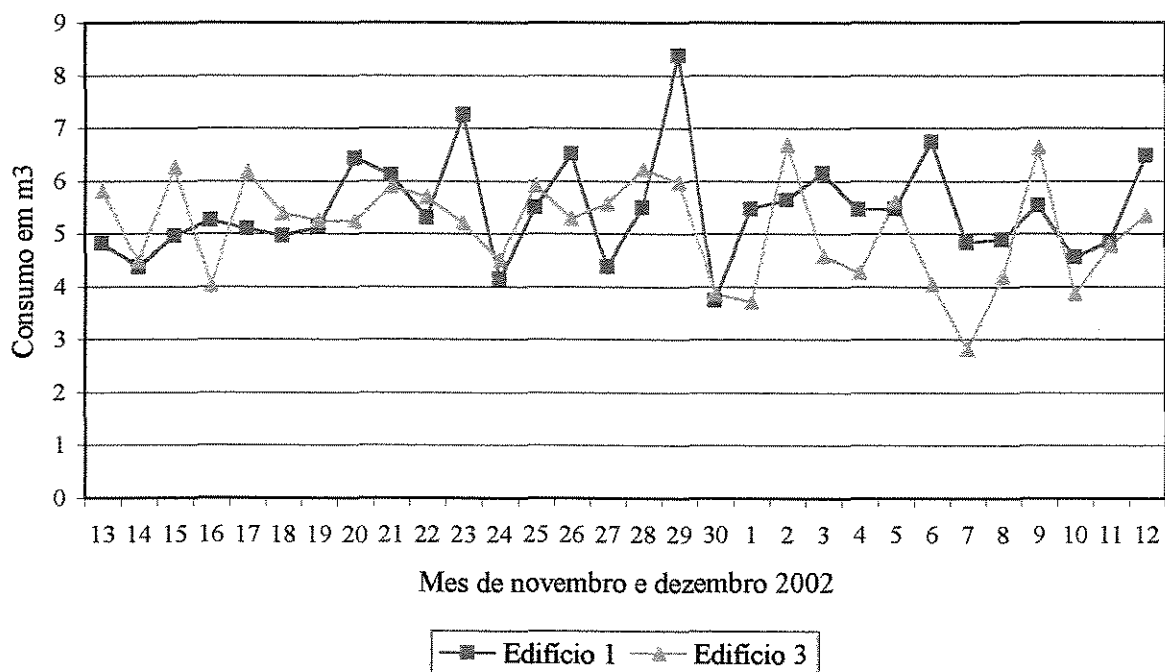


Figura 5.15 Consumo diário dos **edifícios 1 e 3**.

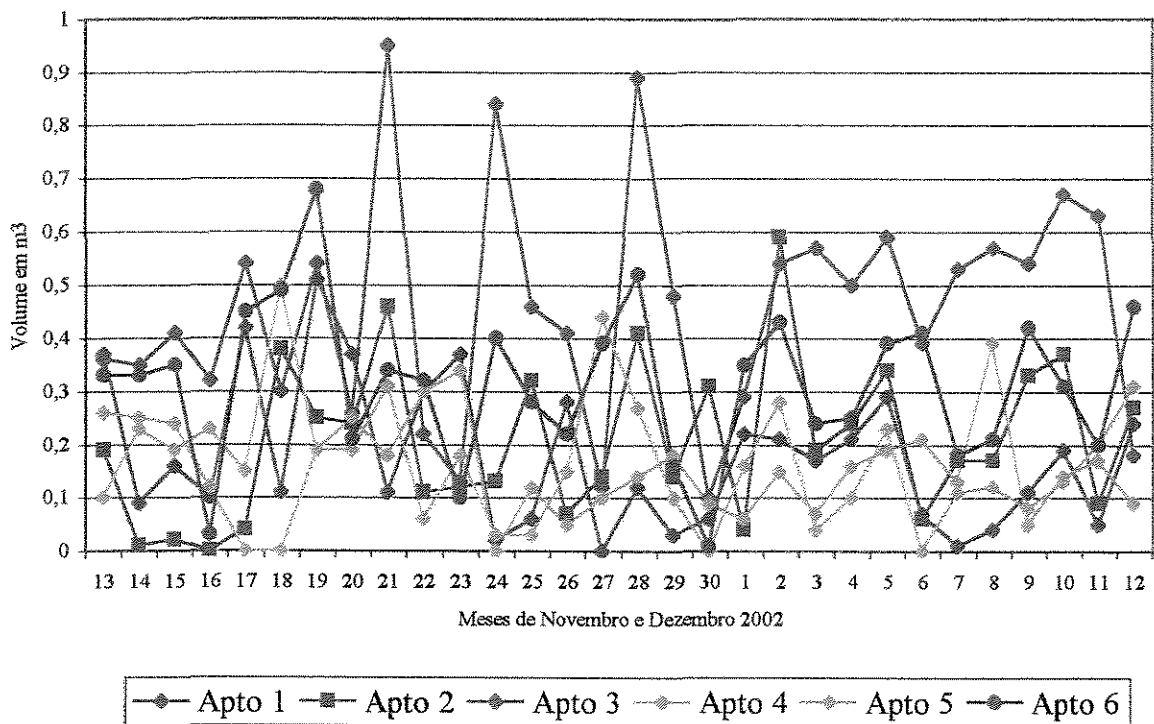


Figura 5.16 Consumo diário do edifício 2 – Apartamentos 1 ao 6.

Tabela 5.2 Consumo médio diário dos edifícios 1, 2 e 3 – leitura durante 30 dias.

Edifício	Apto	Consumo diário - leitura (m <sup>3</sup> /dia)		Consumo <i>per capita</i> diário (l/dia)		Diferença (%)
		média	desvio-padrão	média (leitura)	média (conta - tabela 5.1)	
1	---	5,45	0,98	97,39	83,55	16,66
2	1	0,18	0,14	88,17	79,39	11,06
	2	0,20	0,15	103,33	64,43	60,38
	3	0,46	0,22	152,00	122,40	24,18
	4	0,17	0,11	57,22	58,40	- 1,17
	5	0,15	0,11	152,67	158,78	-3,85
	6	0,32	0,15	105,11	111,44	-5,68
3	---	5,10	0,97	221,83	227,63	-2,55

De acordo com a tabela 5.1, o consumo diário médio do **edifício 1** foi de 4,68 m<sup>3</sup>/dia, com desvio-padrão de 0,42, o que resultou num consumo de 83,55 l/pessoa\*dia e desvio de 6,57.

Considerando os valores da tabela 5.2 para este mesmo edifício, tem-se que o volume diário levantado pela leitura do hidrômetro durante 30 dias resultou cerca de 16,66 % superior ao obtido a partir da conta de água. Esta diferença tanto pode ter sido devido à variação sazonal do consumo ao longo do ano, como pela ocorrência de vazamentos em meses diferentes do analisado.

Para o **edifício 3**, o consumo médio calculado a partir da leitura efetuada foi praticamente igual ao obtido na conta de água, sendo o primeiro um pouco superior ao último.

No **edifício 2**, as maiores diferenças ocorreram nos apartamentos 2 e 3, sendo os valores, obtidos através da leitura, superiores à média calculada pela conta de água, cerca de 60 e 24%, respectivamente.

Considerando-se qualquer uma das fontes de dados (conta d'água ou leitura efetuada), verifica-se que os valores de consumo *per capita* encontrados são bastante diferenciados daqueles usualmente considerado na bibliografia para edifícios residenciais, qual seja, 200 l/pessoa\*dia.

#### **5.4 Custos de implementação do sistema predial de água fria com medição coletiva e individualizada**

Nesse item são apresentados os custos da implementação dos sistemas prediais de água fria com medição coletiva e medição individualizada.

Inicialmente, vale ressaltar que o medidor coletivo, instalado no abastecimento do edifício, foi considerado de responsabilidade da concessionária de água, como é usual, não sendo, então

incluído, em nenhum dos casos considerados, o custo desse equipamento. Os custos dos demais materiais envolvidos foram levantados junto a três lojas de materiais de construção da cidade de Itajubá estado de Minas Gerais, sendo adotada a média dos valores obtidos nas três cotações (valores referentes a 9 de janeiro de 2003)

O custo da mão-de-obra foi levantado junto a profissionais atuantes no mercado dessa cidade, sendo efetuadas três consultas e, da mesma forma que para os materiais, foi adotado o valor médio obtido dentre as três cotações (R\$ 20,00 por ponto de consumo de água e R\$60,00 por hidrômetro instalado, em 14 de janeiro de 2003).

Conforme ressaltado anteriormente, foram consideradas, para cada edifício selecionado, a medição coletiva (hidrômetro analógico, de responsabilidade da concessionária, instalado no abastecimento do edifício) e a medição individualizada, com medidores analógicos (com e sem saída de pulso) e com medidores eletrônicos. Nas tabelas 5.3 a 5.5 são apresentados os custos dos medidores e acessórios para o sistema de medição individualizada nas três opções citadas anteriormente.

Para os custos dos hidrômetros analógicos com saída de pulso e dos eletrônicos empregados no sistema com medição individualizada, foram adotados os valores fornecidos pela empresa ELSTER Medição de Água S. A., em 27/01/2003. No caso dos hidrômetros analógicos sem saída de pulso, foram considerados os valores aplicados pela Companhia de Águas de Minas Gerais (COPASA) na cidade de Itajubá, referentes a mesma data.

O hidrômetro considerado para a medição do consumo dos apartamentos dos **edifícios 1 e 2** possui um diâmetro de 1", com vazão nominal de 2,5 e 3,5 m<sup>3</sup>/h. No caso do **edifício 3**, foi considerado um hidrômetro com diâmetro de 1" e vazão nominal de 5 m<sup>3</sup>/h.

Tabela 5.3 Custos dos medidores - medição individualizada com hidrômetros analógicos sem saída de pulso.

Edifício 1			
Item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Hidrômetro analógico 1"	16	212,00	3.392,00
			<b>3.392,00</b>
Total por apartamento		212,00	
Edifícios 2 e 3			
Item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Hidrômetro 1"	6	212,00	1.272,00
Total			<b>1.272,00</b>
Total por apartamento		212,00	

Nota: Valores em reais, obtidos em 27/01/2003. Foram considerados todos os componentes necessários, além do hidrômetro

Tabela 5.4 Custos dos medidores - medição individualizada com hidrômetros analógicos com saída de pulso.

Edifício 1			
Item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Hidrômetro analógico com saída de pulso 1"	16	436,10	6.977,60
Interface Hidropot/Pulso	01	525,50	525,50
Programa para monitoração e gerenciamento de consumo de água.	01	3.150,00	3.150,00
Serviços de supervisão de montagem, treinamento e inicialização	01	2.425,93	2.425,93
Computador com <i>No break</i>	01	2.360,00	2.360,00
Total			<b>15.439,03</b>
Total por apartamento		964,94	
Edifícios 2 e 3			
Item	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Hidrômetro analógico com saída de pulso 1"	<b>06</b>	<b>436,10</b>	<b>2.616,60</b>
Interface Hidropot/Pulso	01	525,5	525,50
Programa para monitoração e gerenciamento de consumo de água	01	3.150,00	3.150,00
Serviços de supervisão de montagem, treinamento e inicialização	01	2.425,93	2.425,93
Computador com <i>No break</i>	01	2.360,00	2.360,00
Total			<b>11.078,03</b>
Total por apartamento		1.846,33	

Nota: Valores em reais, obtidos em 27/01/2003. Foram considerados todos os componentes necessários, além do hidrômetro

Tabela 5.5 Custos dos medidores - medição individualizada com hidrômetros eletrônicos.

<b>Edifício 1</b>			
<b>Equipamento</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Hidrômetro Eletrônico Multijato Flypper 1"; para água fria, com conjunto de instalação, saída de comunicação tipo M-BUS.	16	1.884,49	30.151,84
Interface de comunicação para PC; entrada padrão M-Bus e saída padrão RS-232	01	3.328,97	3.328,97
Programa computacional para monitoração e gerenciamento de consumo de água.	01	3.150,00	3.150,00
Serviços de supervisão de montagem treinamento e inicialização;	01	2.425,93	2.425,93
Computador com <i>No break</i>	01	2.360,00	2.360,00
<b>Total</b>			<b>41.416,74</b>
<b>Total por apartamento</b>		<b>2.588,55</b>	
<b>Edifícios 2 e 3</b>			
<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Hidrômetro Eletrônico Multijato Flypper 1"; para água fria, com conjunto de instalação, saída de comunicação tipo M-BUS.	6	1.884,49	11.306,94
Interface de comunicação para PC; entrada padrão M-Bus e saída padrão RS-232	02	1.417,21	2.834,42
Programa computacional para monitoração e gerenciamento de consumo de água.	01	3.150,00	3.150,00
Serviços de supervisão de montagem treinamento e inicialização;	01	500,00	500,00
Computador com <i>No break</i>	01	2.360,00	2.360,00
<b>Total</b>			<b>20.151,36</b>
<b>Total por apartamento</b>		<b>3.358,56</b>	

Nota: Valores em reais, obtidos em 27/01/2003. Foram considerados todos os componentes necessários, além do hidrômetro

Em todos os casos, foi considerado, para o sistema com medição individualizada, uma mesma configuração para a distribuição da água fria, ou seja, uma única coluna abastecendo todos os hidrômetros em cada edifício (ver item 3.1.2). O que se modifica, de um projeto para outro, é o tipo de hidrômetro considerado (analógico com ou sem saída de pulso ou eletrônico).

Vale ressaltar que os custos apresentados, para o caso da medição coletiva, nos três edifícios em análise, contemplam apenas os materiais e a mão-de-obra para a execução da distribuição de água a partir do reservatório, já que os custos relativos à instalação do medidor coletivo são de responsabilidade da concessionária e também porque, independentemente do sistema de medição empregado, a água precisa ser conduzida da rede urbana até ao reservatório superior, tendo em vista as normas e regulamentos das concessionárias de água vigentes no Brasil, que recomendam a adoção de sistema indireto para o abastecimento de edifícios.

De posse do projeto arquitetônico, foram elaborados os projetos dos sistemas prediais de água fria com medição coletiva e individualizada, conforme detalhado na sequência.

#### **a) Edifício 1**

No ANEXO 4 encontra-se o esquema isométrico do sistema de distribuição de água fria com medição coletiva e a distribuição em planta para os dois tipos de sistemas de medição (coletiva e individualizada), para este edifício.

Para o dimensionamento do medidor, tubos e acessórios, foi considerada uma vazão de 0,55 l/s (1,98 m<sup>3</sup>/h). O diâmetro do hidrômetro, conforme já apresentado, é de 1", com vazão nominal de 2,5 m<sup>3</sup>/h.

A tabela 5.6 apresenta o custo final dos quatro tipos de sistemas para um apartamento do **edifício 1**, correspondentes, no caso do sistema com medição coletiva, aos tubos e acessórios e respectiva mão-de-obra do sistema de distribuição. No caso da medição individualizada, os valores apresentados incluem os custos dos hidrômetros, já apresentados nas tabelas 5.3 a 5.5 e a mão-de-obra para a sua instalação (R\$60,00/hidrômetro instalado).

Tabela 5.6 – Custo de implementação do sistema de distribuição – **Edifício 1**.

Item	Sistema com medição coletiva (medidor analógico) (R \$)	Sistema com medição individualizada		
		Medidores analógicos		Medidores eletrônicos (R\$)
		Sem saída de pulso (R\$)	Com saída de pulso (R\$)	
Materiais	225,65	448,22	1,201,16	2.824,77
Mão-de-obra	220,00	260,00	260,00	260,00
<b>Total</b>	<b>445,65</b>	<b>708,22</b>	<b>1.461,16</b>	<b>3.084,77</b>

Nota: Valores em reais, referentes a janeiro/2003. Foram considerados todos os componentes necessários, além do hidrômetro

O sistema de medição individualizada com a utilização de hidrômetros analógicos apresenta um custo de implementação de R\$ 445,65 por unidade, ou seja, 37,1% superior ao da medição coletiva devido, basicamente, ao custo dos medidores.

Com o uso de medidores analógicos com saída de pulso, o custo por apartamento é aproximadamente 51,5 % maior do que o do sistema individualizado com medidores sem saída de pulso, e cerca de 69,5% superior ao do sistema com medição coletiva.

Vale ressaltar que esse custo poderia ser um pouco mais reduzido, caso o edifício possuísse um número maior de apartamentos, tendo em vista que a interface considerada pode atender até 25 hidrômetros, estando, neste caso, sub-utilizada, já que o edifício possui 16 apartamentos, e, conseqüentemente, 16 hidrômetros.

A medição com hidrômetros eletrônicos apresenta um custo por apartamento bem mais elevado, cerca de 52,6% superior quando comparado com o sistema de medição individualizada com hidrômetros com saída de pulso; 77,0% superior ao sistema individualizado com hidrômetros analógicos sem saída de pulso e 85,6% superior ao do sistema com medição coletiva. De maneira similar, com o aumento do número de apartamentos, este custo tende a diminuir, pois a interface



também está sub-utilizada neste edifício (possibilidade de atendimento de 25 pontos simultaneamente).

## b) Edifício 2

No ANEXO 5 encontra-se o esquema isométrico do sistema de distribuição de água fria com medição coletiva e a distribuição em planta para os dois tipos de sistemas de medição (coletiva e individualizada) para este edifício. A tabela 5.7 apresenta o custo final dos quatro tipos de sistemas para um apartamento do **edifício 2**. Valem aqui as mesmas observações feitas na apresentação dos custos da tabela 5.6, no item anterior.

Para o dimensionamento do medidor, tubos e acessórios, foi considerada uma vazão de 0,80 l/s (3,06 m<sup>3</sup>/h). O diâmetro do hidrômetro, conforme já apresentado, é de 1", com vazão nominal de 3,5 m<sup>3</sup>/h.

Tabela 5.7 – Custo de implantação do sistema de distribuição – **Edifício 2**.

Item	Sistema com medição coletiva (medidor analógico) (R \$)	Sistema com medição individualizada		
		Medidores analógicos		Medidores eletrônicos (R \$)
		Sem saída de pulso (R \$)	Com saída de pulso (R \$)	
Materiais	356,21	545,32	2.179,65	3.691,88
Mão-de-obra	300,00	340,00	340,00	340,00
<b>Total</b>	<b>656,21</b>	<b>885,32</b>	<b>2.519,65</b>	<b>4.031,88</b>

Nota: Valores em reais, obtidos em 27/01/2003. Foram considerados todos os componentes necessários, além do hidrômetro

Para o **edifício 2**, o sistema de medição individualizada com a utilização de hidrômetros analógicos sem saída de pulso apresenta um custo de R\$ 885,32 por unidade, sendo um pouco superior ao custo do sistema com medição coletiva. Esta diferença, assim como para o edifício 1, é função do custo das tubulações das colunas de distribuição.

Com os hidrômetros analógicos com saída de pulso, colocados no mesmo local, o custo passa a ser de R\$ 2.519,65 ou , cerca de 74,0% superior ao do sistema com a medição coletiva e 50,6% superior ao da medição individualizada com os hidrômetros sem saída de pulso. A interface de comunicação tem capacidade para atender 6 pontos de medição e o edifício em análise possui 06 hidrômetros, estando, portanto adequadamente dimensionada.

A medição individualizada com hidrômetros eletrônicos apresenta um custo cerca de 78,1% superior ao da medição coletiva, 76,0% superior ao da medição individualizada com hidrômetros analógicos sem saída de pulso e 37,5% superior ao da medição individualizada com hidrômetros analógicos com saída de pulso, sendo os valores bastante elevados para o padrão da edificação em questão.

### **c) Edifício 3**

No ANEXO 6 encontra-se o esquema isométrico do sistema de distribuição de água fria com medição coletiva e a distribuição em planta para os dois tipos de sistemas de medição (coletiva e individualizada) para este edifício.

Para o dimensionamento do medidor, tubos e acessórios, foi considerada uma vazão de 0,85 l/s (3,96 m<sup>3</sup>/h). O diâmetro do hidrômetro, conforme já apresentado, é de 1", com vazão nominal de 5,0 m<sup>3</sup>/h. A tabela 5.8 apresenta o custo final dos quatro tipos de sistemas de um apartamento do **edifício 3**. Valem aqui também as observações feitas na apresentação dos custos da tabela 5.6.

Tabela 5.8 - Custo de implantação do sistema de distribuição – **Edifício 3**.

Item	Sistema com medição coletiva (medidor analógico) (R \$)	Sistema com medição individualizada		
		Medidores analógicos		Medidores eletrônicos (R \$)
		Sem saída de pulso (R \$)	Com saída de pulso (R \$)	
Materiais	512,43	575,13	2.209,46	3.721,69
Mão-de-obra	390,00	465,00	465,00	465,00
<b>Total</b>	<b>902,49</b>	<b>1.040,13</b>	<b>2.674,46</b>	<b>4.186,69</b>

Nota: Valores em reais, obtidos em 27/01/2003. Foram considerados todos os componentes necessários, além do hidrômetro

O sistema de medição individualizada com hidrômetros analógicos sem saída de pulso apresenta um custo de R\$ 1.040,13 por unidade, ou seja, cerca de 13,2% maior que o do sistema com medição coletiva.

O sistema de medição individualizada com hidrômetros analógicos com saída de pulso, por sua vez, apresenta um custo cerca de 66,3% superior ao do sistema com medição coletiva e 61,1% maior do que o sistema com medição individualizada com hidrômetros sem saída de pulso.

A utilização da medição individualizada com hidrômetros eletrônicos, para o edifício 3, representa um custo cerca de 78,4% superior à medição coletiva; 75,2% mais elevado do que a medição individualizada com hidrômetros analógicos sem saída de pulso e 36,2% superior à medição individualizada com hidrômetros analógicos com saída de pulso.

### 5.5 Análise Comparativa

Na tabela 5.9 é apresentado um resumo dos custos totais de implementação (materiais e mão-de-obra), por unidade, dos sistemas de medição considerados para os três edifícios selecionados para este estudo e, na Tabela 5.10 encontram-se listados os valores adotados para a cobrança de água pela concessionária local (Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA).

Tabela 5.9 Custos totais de implementação, por unidade, dos sistemas de medição para os edifícios 1, 2 e 3.

Edifício	Sistema com medição coletiva (medidor analógico) (R \$)	Sistema com medição individualizada		
		Medidores analógicos		Medidores eletrônicos (R \$)
		Sem saída de pulso (R \$)	Com saída de pulso (R \$)	
1	445,65	708,22	1.461,16	3.084,77
2	656,21	885,32	2.519,65	4.031,88
3	902,49	1.040,13	2.674,46	4.186,69

Nota: Valores em reais, referentes a janeiro/2003. Foram considerados todos os componentes necessários, além do hidrômetro

Tabela 5.17 – Tarifa escalonada de tarifa residencial para consumos acima de 10 m<sup>3</sup>.

Consumo mensal (m <sup>3</sup> )	Valor cobrado pela água (R\$/m <sup>3</sup> )	Consumo mensal (m <sup>3</sup> )	Valor cobrado pela água (R\$/m <sup>3</sup> )	Consumo mensal (m <sup>3</sup> )	Valor cobrado pela água (R\$/m <sup>3</sup> )
CM ≤10	0,84	24	23,16	38	42,32
11	9,42	25	24,25	39	43,71
12	10,40	26	25,64	40	45,10
13	11,38	27	27,03	41	47,32
14	12,37	28	28,42	42	49,54
15	13,35	29	29,81	43	51,76
16	14,44	30	31,20	44	53,99
17	15,53	31	32,59	45	56,21
18	16,62	32	33,98	46	58,43
19	17,71	33	35,37	47	60,66
20	18,80	34	36,76	48	62,88
21	19,89	35	38,15	49	65,10
22	20,98	36	38,54	50	67,33
23	22,01	37	40,23		

Nota: Valores em reais, referentes a janeiro/2003. Para o cálculo do valor do esgoto a ser cobrado, adicionar 50% sobre o valor cobrado da água.

Fonte: COPASA (2003)

Nas Tabelas 5.11 a 5.20 são apresentados os valores das contas de água e esgoto para os apartamentos dos três edifícios selecionados, considerando-se, para os edifícios 1 e 3, a título de ilustração, o consumo médio *per capita* listado na Tabela 5.2.

Vale ressaltar que a consideração do consumo médio *per capita* igual para todos os apartamentos é apenas uma hipótese de cálculo, uma vez que o mesmo pode ser diferenciado, não só de um apartamento para outro como também dentro de uma mesma unidade, em função dos hábitos dos usuários.

Tabela 5.11 Valores médios da conta de água – edifício 1.

Apartament o	Número de Habitantes.	Volume médio diário <sup>(1)</sup> (litros/ apartamento)	Volume médio mensal (m <sup>3</sup> /mês)	Valor médio da conta de água (R\$) <sup>(3)</sup>	Valor médio da conta de água e esgoto (R\$)
1	5	417,75	12,53	10,40	15,60
2	2	167,10	5,01 <sup>(2)</sup>	8,44	12,66
3	3	250,65	7,52 <sup>(2)</sup>	8,44	12,66
4	2	167,10	5,01 <sup>(2)</sup>	8,44	12,66
5	4	334,20	10,03	9,42	14,13
6	3	250,65	7,52 <sup>(2)</sup>	8,44	12,66
7	7	584,85	17,55	15,53	23,30
8	4	334,20	10,03	9,42	14,13
9	5	417,75	12,53	10,40	15,60
10	5	417,75	12,53	10,40	15,60
11	2	167,10	5,01 <sup>(2)</sup>	8,44	12,66
12	2	167,10	5,01 <sup>(2)</sup>	8,44	12,66
13	2	167,10	5,01 <sup>(2)</sup>	8,44	12,66
14	6	501,30	15,04	13,35	20,03
15	---	---	---	---	---
16	4	334,20	10,03	9,42	14,13
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>4678,80</b>	<b>140,36</b>	<b>---</b>	<b>---</b>

Notas:

<sup>(1)</sup> consumo médio: 83,55 litros/habitante \* dia

<sup>(2)</sup> consumo inferior à tarifa mínima.

<sup>(3)</sup> valores segundo tabela da COPASA de janeiro 2003.

Tabela 5.12 Valores médios da conta de água – **edifício 2.**

Apartamento	Número de Habitantes.	Volume médio diário (litros/habitante* dia)	Volume médio diário (litros/ apartamento*dia)	Volume médio mensal (m <sup>3</sup> /mês)	Valor da conta de água (R\$) <sup>(2)</sup>	Valor da conta de água e esgoto (R\$)
1	2	79,39	158,78	4,76 <sup>(1)</sup>	8,44	12,66
2	2	64,43	128,86	3,87 <sup>(1)</sup>	8,44	12,66
3	3	122,4	367,2	11,02	10,40	15,60
4	3	58,4	175,2	5,26 <sup>(1)</sup>	8,44	12,66
5	1	158,78	158,78	4,76 <sup>(1)</sup>	8,44	12,66
6	3	111,44	334,32	10,03	9,42	14,13
<b>TOTAL</b>	14	---	1323,14	39,69	---	---

Nota:

<sup>(1)</sup> consumo inferior à tarifa mínima em janeiro de 2003.

<sup>(2)</sup> valores segundo tabela da COPASA de janeiro 2003.

Tabela 5.13 Valores médios da conta de água – **edifício 3.**

Apartamento	Número de Habitantes.	Volume médio diário <sup>(1)</sup> (litros/ apartamento)	Volume médio mensal (m <sup>3</sup> /mês)	Valor da conta de água (R\$) <sup>(2)</sup>	Valor da conta de água e esgoto (R\$)
1	2	455,26	13,66	12,37	18,56
2	2	455,26	13,66	12,37	18,56
3	4	910,52	27,32	28,42	42,63
4	4	910,52	27,32	28,42	42,63
5	5	1138,15	34,14	38,15	57,23
6	6	1365,78	40,97	47,32	70,98
<b>TOTAL</b>	23	5235,49	157,06	---	---

Nota:

<sup>(1)</sup> consumo médio: 227,63 litros/habitante \* dia

<sup>(2)</sup> valores segundo tabela da COPASA de janeiro 2003.

A partir da análise das Tabelas anteriores, verifica-se que vários apartamentos dos três edifícios considerados, resguardando-se o erro que possa ter sido introduzido pela consideração do consumo médio (edifícios 1 e 3), apresentam consumo inferior à taxa mínima, para a qual é cobrado um valor fixo, independentemente do consumo efetivamente ocorrido, o que prejudica qualquer análise de período de retorno dos investimentos realizados, o que pode ser agravado supondo-se que ocorra redução do consumo induzida pela medição individualizada.

Porém, ressalta-se novamente que o fator motivador para a implementação da medição individualizada, considerado neste trabalho, é a injustiça causada pela cobrança da água através do rateio em parcelas iguais para todos os apartamentos, o que pode ser evidenciado através dos dados levantados para o **edifício 2**.

Além disso, verifica-se um outro aspecto negativo da medição coletiva: a não possibilidade de punição quando do não pagamento da taxa de condomínio, onerando os demais apartamentos do edifício.

Vale ressaltar, por fim, os seguintes aspectos:

- os custos apresentados referem-se à diferença relativa à implementação do sistema de medição individualizada em comparação ao de medição coletiva, e não à substituição de um sistema pelo outro;
- o valor da conta de água referente ao edifício como um todo (medição coletiva) e também aqueles relativos a cada apartamento (medição individualizada) foram obtidos a partir da tabela da COPASA, apresentada anteriormente, considerando um acréscimo de 50% para a contabilização do esgoto, que é a política adotada pela referida concessionária.

## 6 Conclusões

Ao longo do presente trabalho foram discutidos diferentes aspectos relacionados com a implementação de medição individualizada em edifícios residenciais multifamiliares, envolvendo a descrição dos sistemas prediais de água, a apresentação dos principais medidores e formas de aquisição de dados.

A análise de custos efetuada neste trabalho evidencia a viabilidade de implementação do sistema de medição individualizada, apesar dos investimentos serem superiores, em muitos casos, à economia advinda de sua implementação, principalmente considerando-se a estrutura tarifária adotada pela maioria das concessionárias de água do Brasil, com um valor fixo para o consumo mínimo igual, em geral, a  $10\text{m}^3$ .

De sua vez, o sistema de medição individualizada com leitura remota é composto, em sua maioria, por componentes importados. Além disso, os programas de aquisição e gerenciamento de dados são também importados, o que onera sobremaneira o sistema como um todo. O mercado hoje exige tecnologia de ponta e, tão logo este tipo de produto possa ser comercializado com tecnologia estritamente nacional, este custo poderá ser bastante reduzido.

Por fim, sugere-se, para o desenvolvimento de trabalhos futuros, os seguintes temas:

- levantamentos de campo para a análise da economia advinda da implementação da medição individualizada em edifícios residenciais;
- estudos similares ao desenvolvido neste trabalho, contemplando outras regiões e tipologias de edificações;



- desenvolvimento de interface modulares, as quais possam ser adaptadas facilmente ao número de medidores a serem instalados, de forma a otimizar o sistema;
- desenvolvimento de programas de aquisição e gerenciamento de dados com valores mais acessíveis, com funções adequadas ao sistema em questão.

## Referências Bibliográficas

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental: **Cobrança pelo uso da água: a Experiência internacional**. In: I Encontro Nacional de Recursos Hídricos: avaliação dos resultados. Disponível em: [http //www.portoalegre.rs.gov.br/ecos/revistas/ecosI/ambiente.htm](http://www.portoalegre.rs.gov.br/ecos/revistas/ecosI/ambiente.htm)>, Acesso em 2 nov. 2001.

AMRA – Automatic Meter Reading Association. 11<sup>th</sup> Anual AMRA Symposium Proceedings. Washington, D.C., 1998.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

**Instalação predial de água fria - NBR 5626**. Rio de Janeiro. 1998.

**Instalação predial de água quente - NBR 7198**. Rio de Janeiro. 1993

**Hidrômetro taquímetro para água fria até 15,0 metros cúbicos por hora de vazão nominal - NBR 8194**. Rio de Janeiro, 1997

ALVES, W.C; COSTA, A.J..M.P; GOMES, J.S; PEIXOTO, J.B.; LEITE, S.L. **Micromedicação (versão preliminar)**. Brasília, 1999. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. (DTA – Documento Técnico de Apoio n° 3).

COPASA/MG – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais: **Tabela de consumo de Minas Gerais**. Disponível em: <http://www.copasa.com.br> , Acesso em 15 mar. 2002.

COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento. **Plano de manutenção de hidrômetros**. Recife, julho, 1977.

COELHO, A.C.; MAYNARD, J.C.B. **Medição individualizada de água em apartamentos**. Recife: Editora Comunicarte, 1999. 174 p.

COELHO, A.C.; MAYNARD J.C.B. **Experiência de medição individualizada de apartamento em edifícios Antigos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20. Florianópolis, 2000, 14 p.

DOCOL. **Uso racional da água**. Disponível em: <http://www.docol.com.br/economia/agua/agua.htm>., Acesso em 25 mai. 2001.

FERREIRA, L. **É preciso fechar as torneiras**. Ambietec. Belo Horizonte, ano II, nº 3, 2001, p. 10 –12.

HESPANHOL, I.; TUCCI, C.E.M.; NETTO, O.M.C. **Cenários de gestão de água no Brasil: Uma contribuição para a “visão mundial de água”**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, Vol 5, nº 3, 2000, p. 31-42.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: **Indicadores de habitação**: Disponível em: <http://ibge.gov.br/habitacao.htm>., Acesso em: 15 mar. 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: **Características do domicílio**: Anuário Estatístico do Brasil, ISSN 0100-1299. Rio de Janeiro.2000. p. 231

LOVELL, J. População esgota água doce, alerta ONU. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 7 nov. 2001. Folha Ciência, Caderno A, p. 16.

MALAN G. J. ; CRABTREE P. R., **The effect of individual meters on the water consumption in apartment buildings**. In: CIB W62 WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, São Paulo, Brasil, 1987, 17 p.

MELLO E.J. **Hidrômetro taquímetro e velocimétricos**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, RS,2001, 5p.: Disponível em: [http //www.geocities.com.br/hidrômetros.htm](http://www.geocities.com.br/hidrômetros.htm)>, Acesso em 4 jan. 2003.

OCHOA, A.L.; SILVESTRE, J.M. **Impacto de la micromedición em Guaymas, Sonora**. Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua, informe interno. Jiutepec, Morelos México. 1990, 3 p.

OLIVEIRA JR, O B. **Os impactos da medição individualizada do consumo de água em edifícios residenciais multifamiliares**. 2002. 259 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

RATHNAU, M.M. **Submetering = Water conservation, water engineering and management** 138(3):24-25,37,1991. U.S. EPA – United States Environmental Protection Agency. Capturado em 22 out. 2001. Disponível em: <http://www.epa.gov/OW/you/submeter.html>

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo: **Distribuição de água no consumo doméstico**.: Disponível em: [http //www.sabesp.com.br/qualidade](http://www.sabesp.com.br/qualidade)>, Acesso em 15 mar. 2002.

SAPPEL, medição de água S. A. **Telemedição, radiomedição**. Disponível em: <http://www.sappel.fr>, Acesso em 15 jan. 2003.

SANEATINS – Companhia de Saneamento de Tocantins. **Procedimento para implantação de medição eletrônica**. Disponível em: <http://www.saneatins.com.br/>. Acesso em 13 set. 2002.

SECOVI/SP – Sindicato da Habitação. **Pesquisa do mercado imobiliário**. Disponível em: <http://www.secovi-sp.com.br/welcome>. Acesso em 15 dez. 2002.

SEATTLE PUBLIC UTILITIES - SPU. 2001. Disponível na Internet <http://www.ci.seattle.wa.us/util/rescons/tour/comerc/sumeter/submeter.htm>., Acesso em 27 de jun. 2001.

TOMAZ, P. **Conservação da água**. São Paulo: Digihouse Editoração Eletrônica, 1977. Cap. 1-4, p 5-97.

UNESCO. **World water resources at the beginning of the 21 th Century**. Disponível em: <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/skiklomanov/summary/html/summary.htm>

YAMADA, E.S.; PRADO R.T.A.; IOSHIMOTO E. **Individual metering system of water consumption in residential buildings**. In: CIB W62, WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS SEMINAR. Scotland, 1999, 8 p.

YAMADA, E.S.; PRADO R.T.A.; IOSHIMOTO E. **The impacts of individual water metering system (submetering)**. In: CIB W62 WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS SEMINAR. Rio de Janeiro - Brasil, 2000, 12 p.

YAMADA, E. S. **Os impactos da medição individualizada do consumo de água em edifícios residenciais multifamiliares**. 2001. 119 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

ZEEB, W. **Messrentabilitat and global best practices a holist approach to metering value**. 11<sup>th</sup> Annual AMRA Symposium, Washington, D.C., 1998.

## **Bibliografia Consultada**

ESLTER Medição de Água S. A. **Departamento Vendas/Sales**. Disponível em: <http://www.abb.medição.br>, Acesso em 15 jan. 2003.

ILHA, M. S. de O. **Sistemas prediais de água fria**. São Paulo, EPUSP, 1997. (Texto Técnico. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/08).

GONÇALVES JUNIOR, C. **Conservação e racionalização da utilização de água, novas ferramentas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19. Rio de Janeiro, 1977, p. 1225-1237.

## **ANEXOS**

Anexo 1 – Projetos selecionados de água fria do edifício 1

Anexo 2 - Projetos selecionados de água fria do edifício 2

Anexo 3 - Projetos selecionados de água fria do edifício 3

Anexo 4 – Orçamentação do material em estabelecimentos comerciais

Anexo 5 - Característica do consumidor e do grupo familiar

Anexo 6 - Características da edificação

Anexo 7 - Aparelhos existentes no apartamento

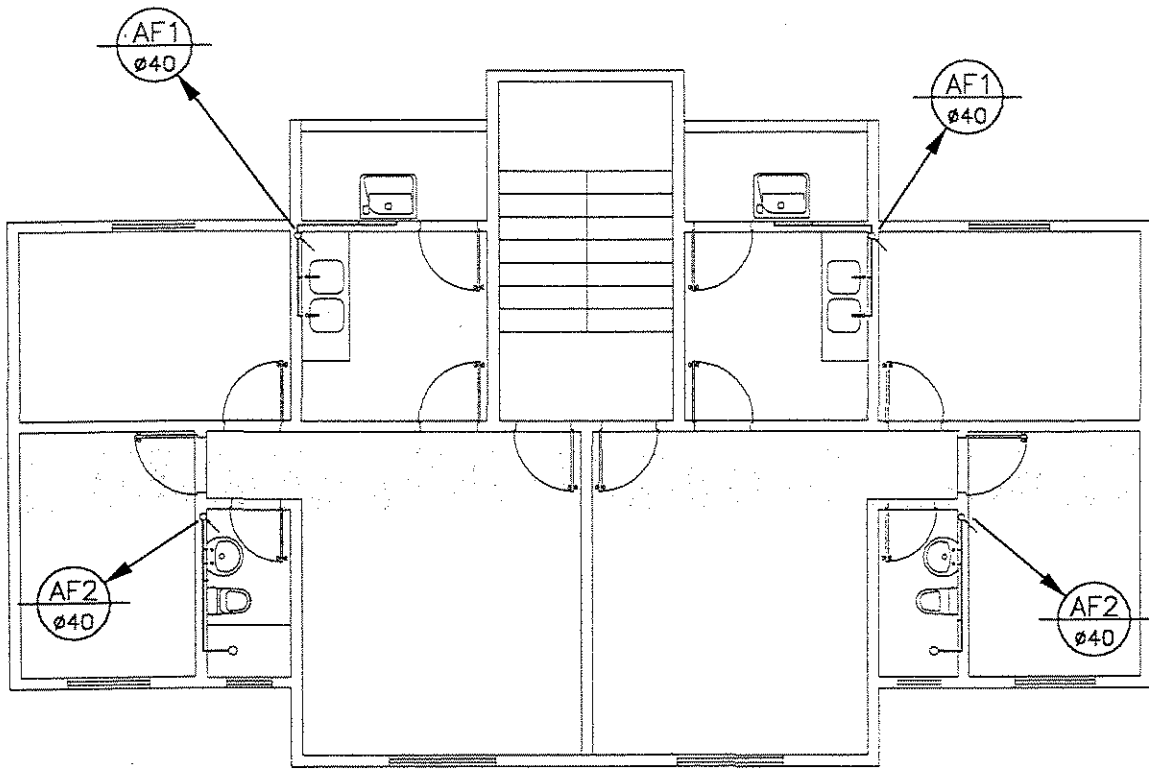
Anexo 8 - Planilha de levantamento diário

## **Anexo 1**

### Projetos selecionados de água fria do edifício 1

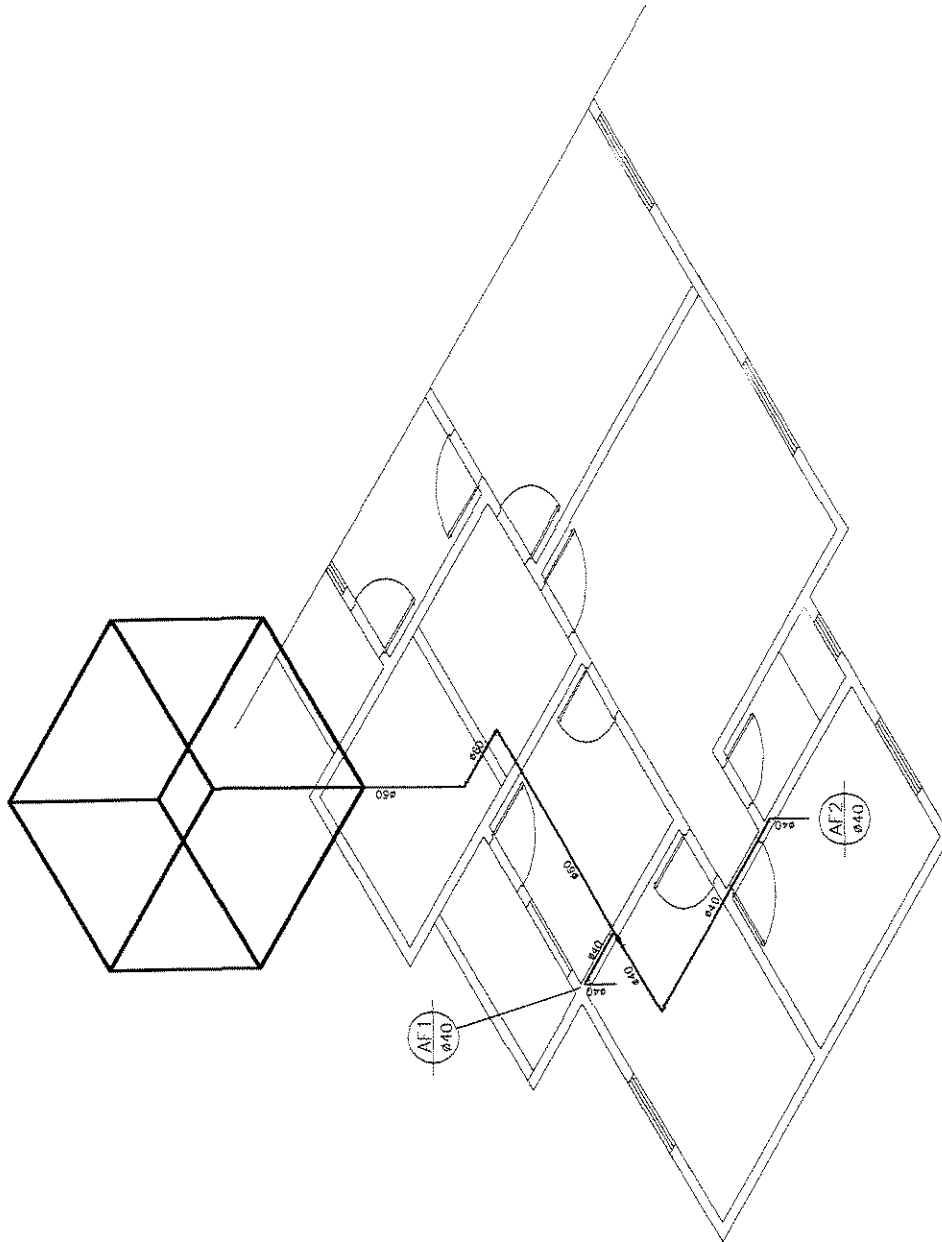
1. Distribuição das colunas na medição coletiva – Planta baixa
2. Distribuição de medição coletiva – Isométrica
3. Esquema isométrico do reservatório coletivo
4. Distribuição de medição individual – Planta baixa
5. Distribuição de medição individual – Isométrica
6. Esquema isométrico do reservatório individual
7. Orçamento coletivo e individual



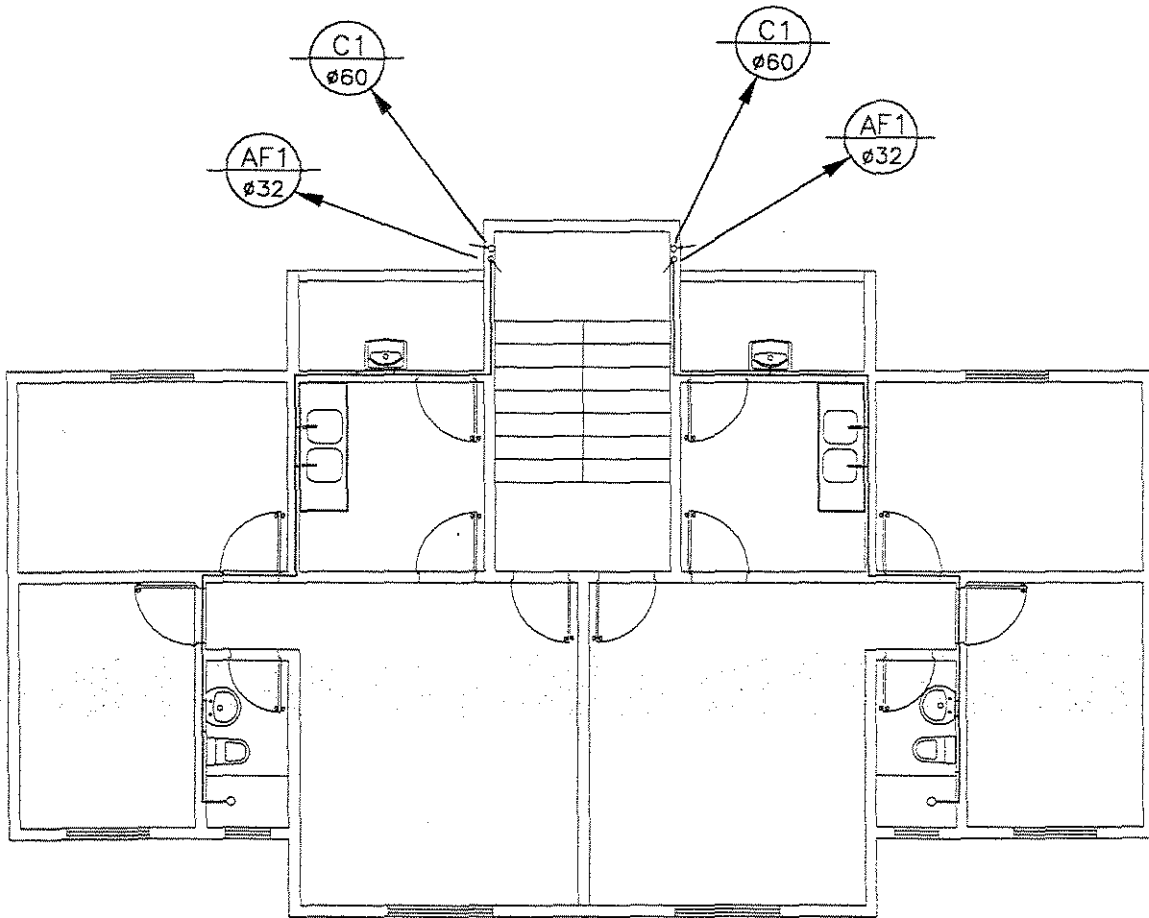


DISTRIBUIÇÃO DAS COLUNAS NA MEDIÇÃO COLETIVA DO EDIFÍCIO 1  
ESCALA 1:100

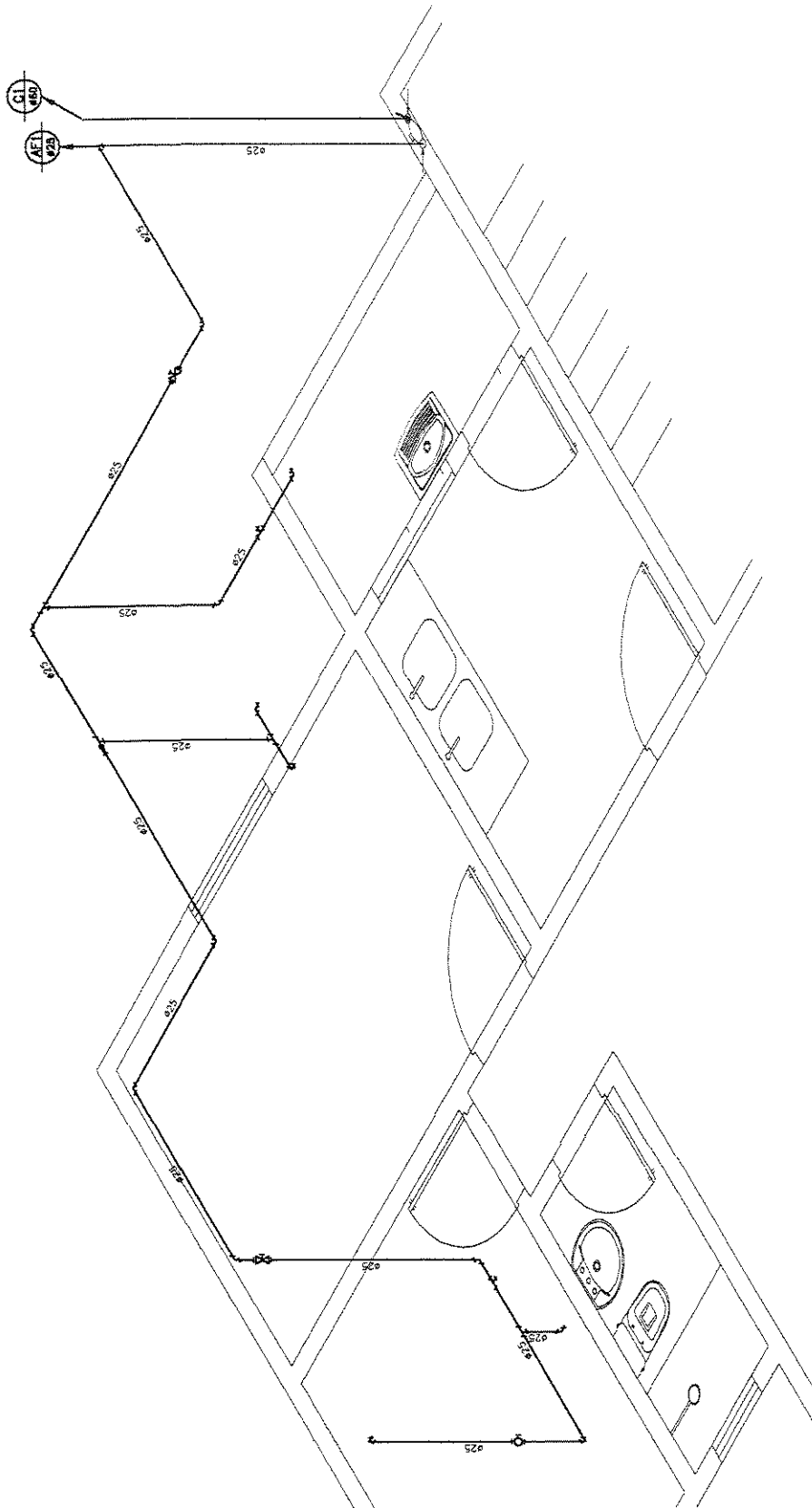




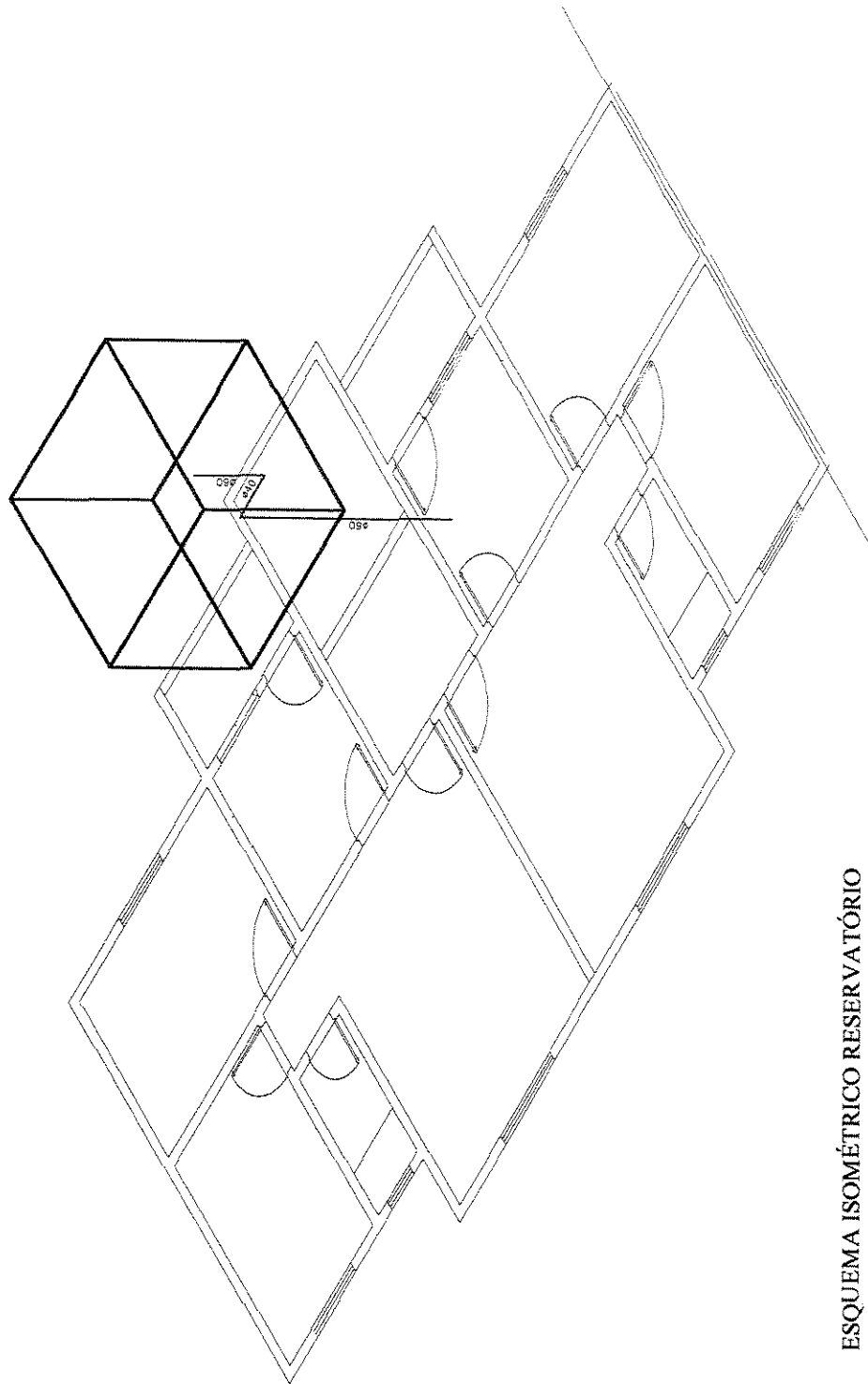
ESQUEMA ISOMÉTRICO RESERVATÓRIO  
 EDIFÍCIO 01 - DISTRIBUIÇÃO COLETIVA  
 ESCALA 1:100



DISTRIBUIÇÃO DA MEDIÇÃO INDIVIDUAL DO EDIFÍCIO 1  
ESCALA 1:100



DISTRIBUIÇÃO INDIVIDUALIZADA  
 ISOMÉTRICO APTO 1  
 ESCALA 1:50



ESQUEMA ISOMÉTRICO RESERVATÓRIO  
EDIFÍCIO 01 - DISTRIBUIÇÃO INDIVIDUALIZADA  
ESCALA 1:100

Orçamento Edifício 1 - Medição Coletiva para um apartamento					
Material	Diâmetro	unid.	Quant.	Total	
				R\$	R\$
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca	25x3/4"	pç	7	0,40	2,80
Adesivo para PVC		fr	2	4,15	8,30
Bucha de redução soldável longa	40 x 25 mm	pç	2	0,85	1,70
Cruzeta soldável	40 mm	pç	1	8,47	8,47
Flange para caixa água	40 mm	pç	1	6,50	6,50
Joelho 90 soldável c/ bucha de latão	20 x 1/2"	pç	1	2,57	2,57
Joelho 90 soldável	40	pç	4	1,90	7,60
Joelho 90 soldável	25 mm	pç	6	0,38	2,28
Joelho 90 redução soldável c/ bucha de latão	25 x 1/2"	pç	3	2,63	7,89
Joelho 90 de redução soldável	32 x 25 mm	pç	1	1,07	1,07
Luva soldável com rosca	25 x 3/4"	pç	1	0,67	0,67
Registro de gaveta	3/4"	pç	3	23,47	70,41
Registro de pressão com canopla	3/4"	pç	1	21,40	21,40
Tê 90 de redução sold. c/bucha latão	25 x 1/2"	pç	3	4,13	12,39
Tê 90 soldável	25 mm	pç	1	0,58	0,58
Tê de redução 90 soldável	40 x 32 mm	pç	1	4,05	4,05
Tê de redução 90 soldável	50 x 40 mm	pç	1	4,00	4,00
Tubo PVC soldavel marrom	25 mm	v	1,6	8,38	13,41
Tubo PVC soldavel marrom	40 mm	v	1,62	25,00	40,50
Tubo PVC soldavel marrom	60 mm	v	0,4	25,00	9,06
				Total 1	225,65
				Mão de Obra	220,00

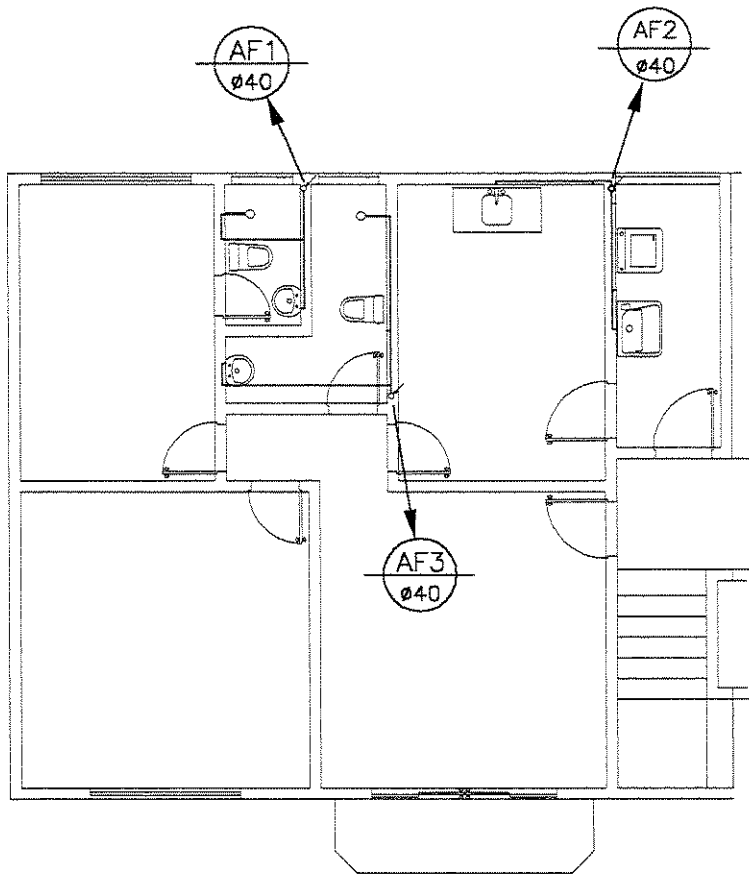
Orçamento Edifício 1 - Medição Individual para um apartamento					
Material	Diâmetro	unid.	Quant.	Total R\$	
				R\$	R\$
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca	25x3/4"	pç	3	0,40	1,20
Adesivo para PVC		fr	2	4,15	8,30
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca	32 x 1"	pç	2	0,85	1,70
Bucha de redução soldável curta	32 x 25 mm	pç	1	0,77	0,77
Flange para caixa água	40 mm	pç	1	6,50	6,50
Joelho 90 soldável	25 mm	pç	6	0,38	2,28
Joelho 90 soldável	32 mm	pç	3	1,38	4,14
Joelho soldável	40 mm	pç	3	1,90	5,70
Joelho 90 redução soldável c/ bucha de latão	25 x 1/2"	pç	5	2,63	13,15
Luva soldável com rosca	25 x 3/4"	pç	1	0,67	0,67
Registro de gaveta	1"	pç	1	31,50	31,50
Registro de gaveta	3/4"	pç	1	23,47	23,47
Registro de pressão com canopla	3/4"	pç	1	27,65	27,65
Tê 90 de redução sold. c/bucha latão	25 x 1/2"	pç	2	4,13	8,26
Tê 90 soldável	25 mm	pç	2	0,58	1,16
Tê 90 soldável	40 mm	pç	1	3,55	3,55
Tê de redução 90 soldável	32 x 25 mm	pç	2	1,73	3,46
Tubo PVC soldavel marrom	25 mm	v	2,14	8,38	17,93
Tubo PVC soldavel marrom	32 mm	v	1,25	17,86	22,33
Tubo PVC soldavel marrom	40 mm	v	0,6	25,00	15,00
Tubo que sobe	60 mm	v	1,5	25,00	37,50
				Total 1	236,22
				Mão de Obra	400,00

## **Anexo 2**

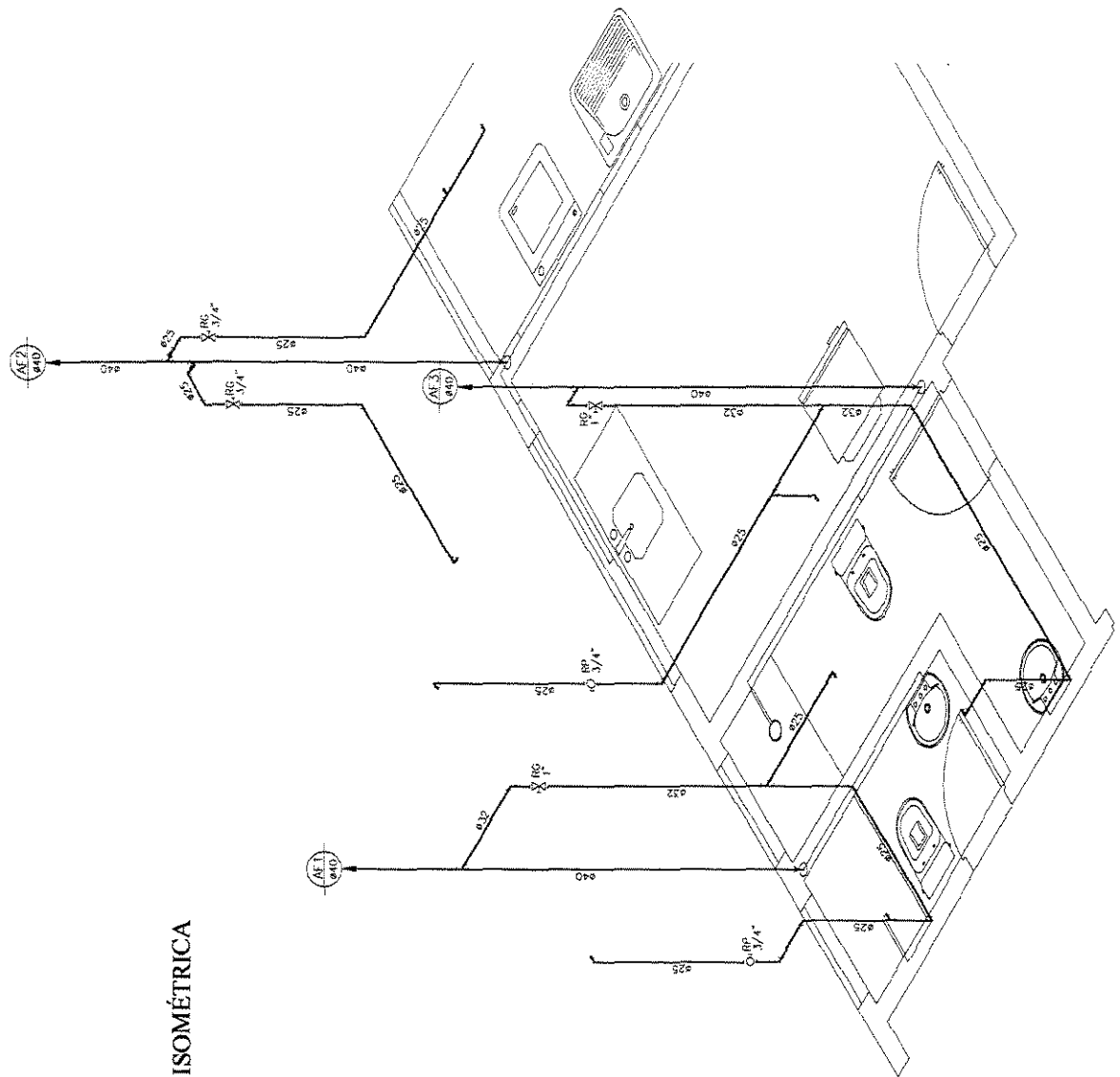
### Projetos selecionados de água fria do edifício 2

1. Distribuição das colunas na medição coletiva – Planta baixa
2. Distribuição de medição coletiva – Isométrica
3. Esquema isométrico do reservatório coletivo
4. Distribuição de medição individual – Planta baixa
5. Distribuição de medição individual – Isométrica
6. Esquema isométrico do reservatório individual
7. Orçamento coletivo e individual

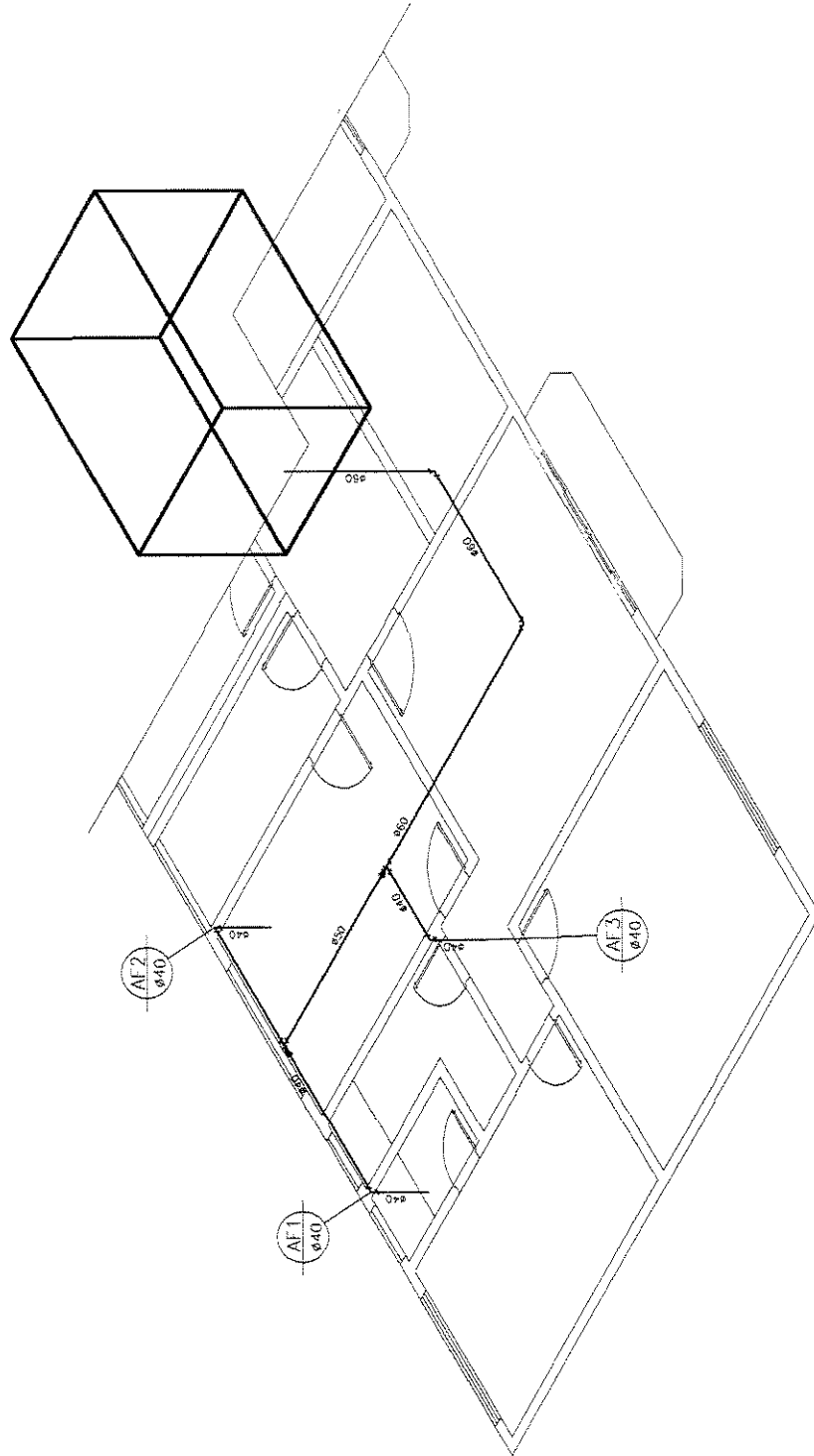




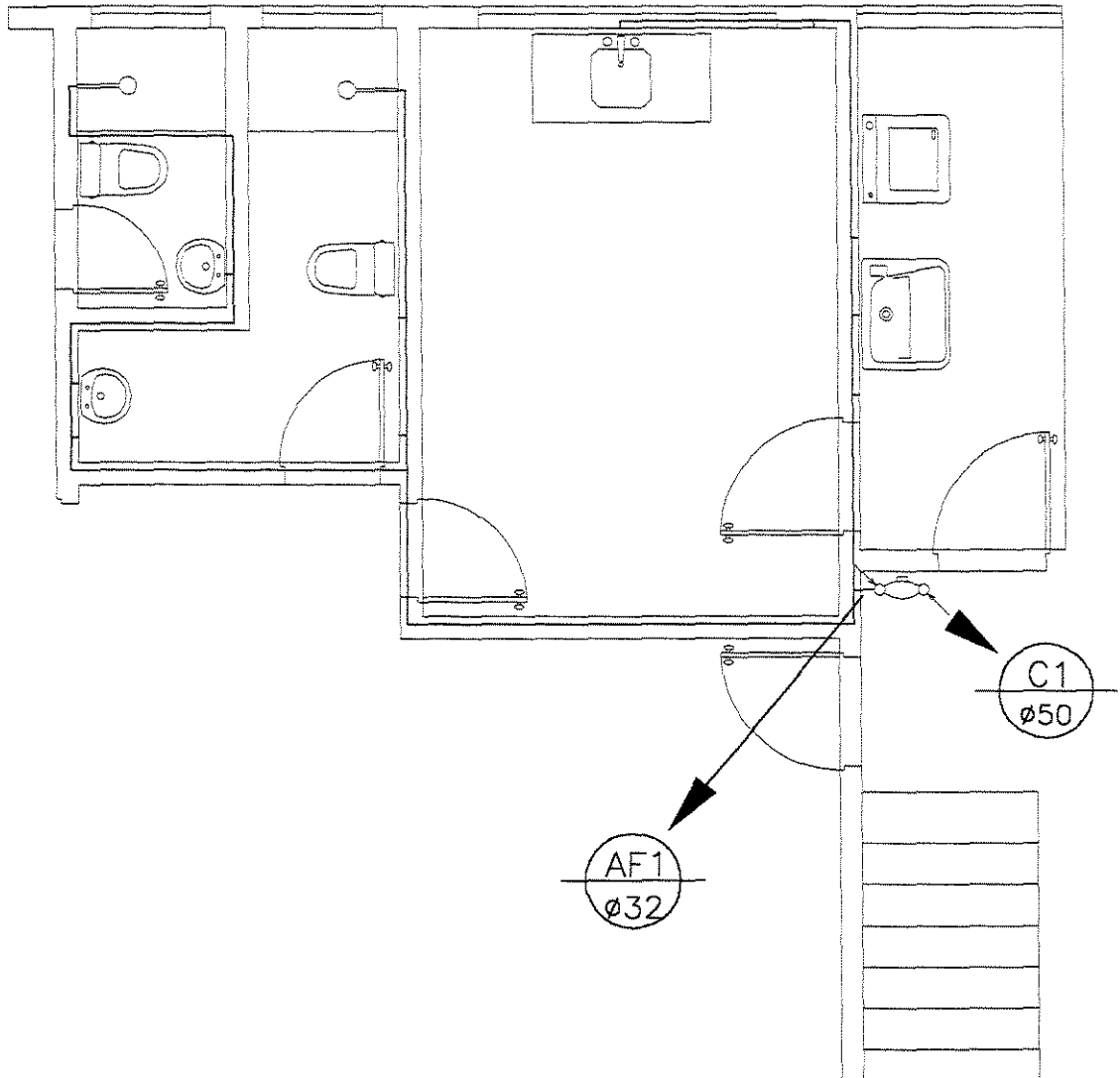
DISTRIBUIÇÃO DAS COLUNAS NA MEDIÇÃO COLETIVA DO EDIFÍCIO 2  
ESCALA 1:100



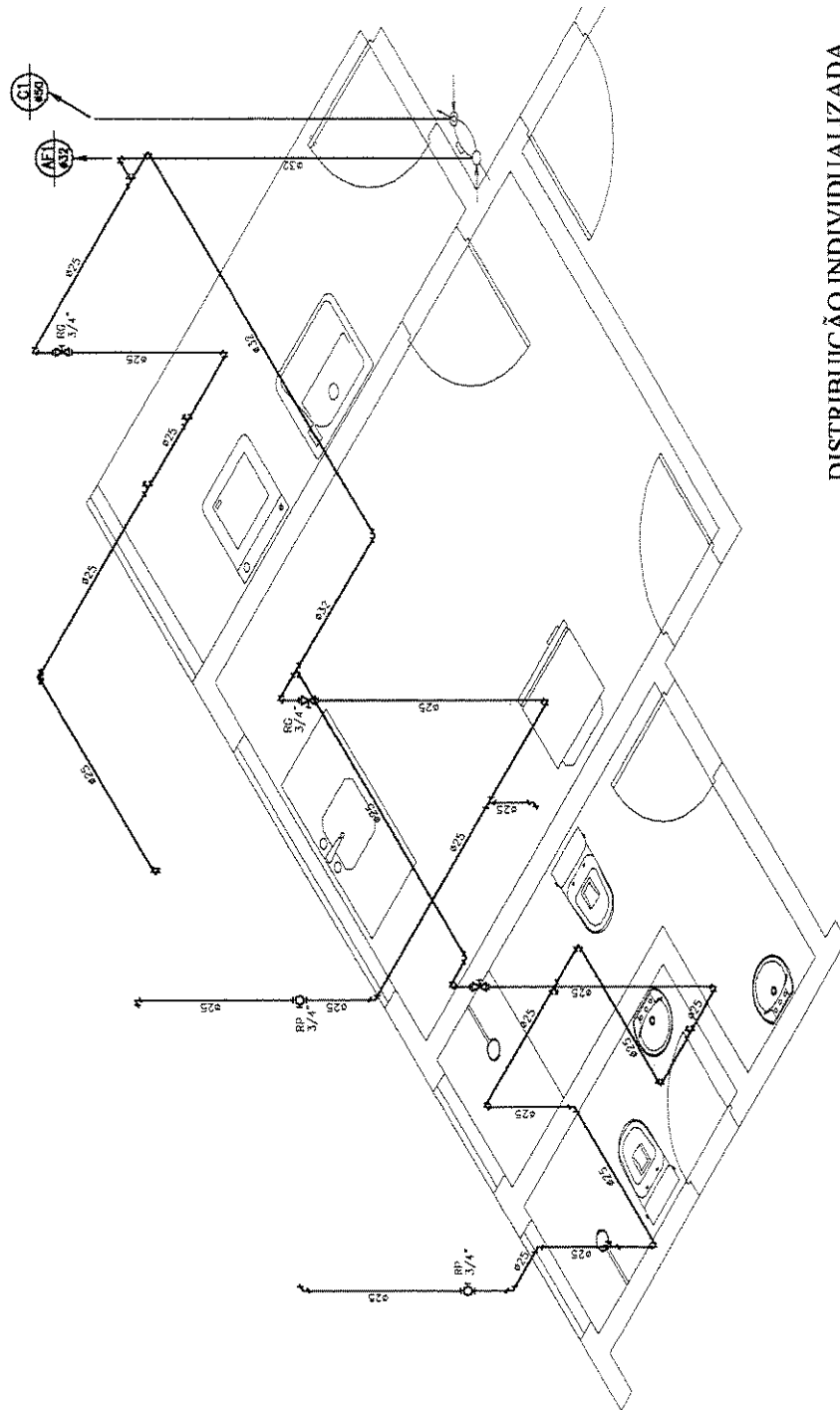
DISTRIBUIÇÃO COLETIVA ISOMÉTRICA  
 EDIFÍCIO 02  
 ESCALA 1:100



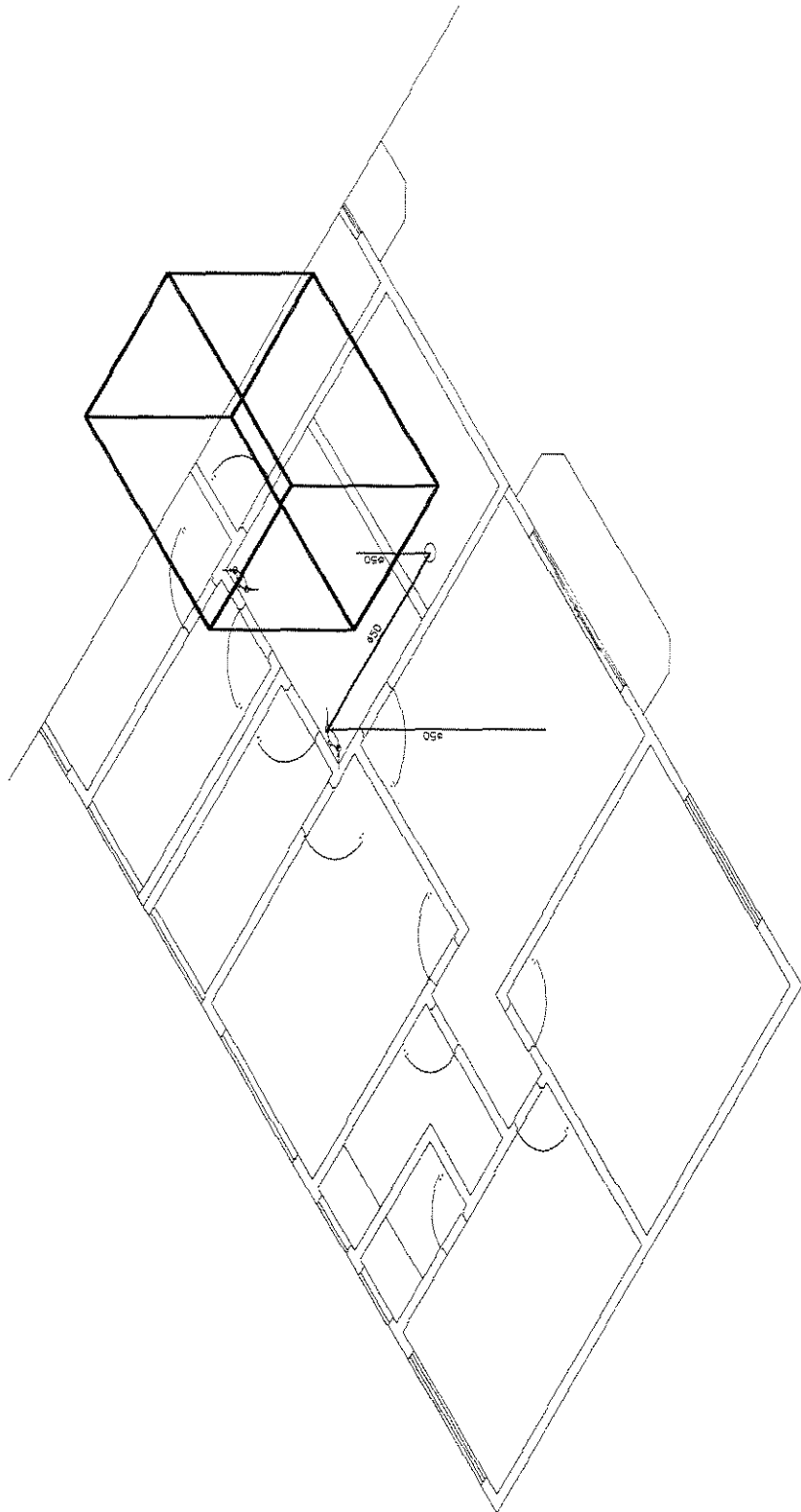
ESQUEMA ISOMÉTRICO RESERVATÓRIO  
 EDIFÍCIO 02 - DISTRIBUIÇÃO COLETIVA  
 ESCALA 1:100



DISTRIBUIÇÃO DA MEDIÇÃO INDIVIDUAL DO EDIFÍCIO 2  
ESCALA 1:50



DISTRIBUIÇÃO INDIVIDUALIZADA  
 ISOMÉTRICO APTO 2  
 ESCALA 1:50



ESQUEMA ISOMÉTRICO RESERVATÓRIO  
EDIFÍCIO 02 - DISTRIBUIÇÃO INDIVIDUAL  
ESCALA 1:100

Orçamento Edifício 2 - Medição Coletiva para um apartamento					
Material	Diâmetro	Unid.	Quant.	Total	
				R\$	R\$
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca	25x3/4"	pç	6	0,40	2,40
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca	32x1"	pç	4	0,85	3,40
Adesivo para PVC		fr	2	4,15	8,30
Bucha de redução soldável curta	32 x 25 mm	pç	2	0,77	1,54
Flange para caixa d'água	50 mm	pç	1	8,43	8,43
Joelho 90 soldável	25mm	pç	10,5	0,38	3,99
Joelho 90 soldável	32mm	pç	2	1,38	2,76
Joelho soldável	40 mm	pç	1	1,50	1,50
Joelho soldável	50 mm	pç	2	2,27	4,54
Joelho 90 redução soldável c/ bucha de latão	25x1/2"	pç	7	2,63	18,41
Joelho 90 de redução soldável	32x25mm	pç	2	1,07	2,14
Joelho 90 de redução soldável	50 mm	pç	1	2,27	2,27
Joelho 90 de redução soldável	60 mm	pç	0,5	8,00	4,00
Luva soldável com rosca	25x3/4"	pç	2	0,67	1,34
Registro de gaveta	1"	pç	2	32,02	64,04
Registro de gaveta	3/4"	pç	2	23,47	46,94
Registro de pressão com canopla	3/4"	pç	2	29,25	58,50
Te 90 de redução sold. c/ bucha latão	25x1/2"	pç	2	4,13	8,26
Te 90 soldável	25mm	pç	1	0,58	0,58
Te 90 soldável	50 mm	pç	0,5	2,47	1,24
Te de redução 90 soldável	32x25mm	pç	2	1,73	3,46
Tê de redução 90 soldável	40x32mm	pç	4	4,05	16,20
Tê de redução 90 soldável	50x40 mm	pç	0,5	4,00	2,00
Tubo PVC soldável marrom	25 mm	v	3	8,38	25,14
Tubo PVC soldável marrom	32 mm	v	0,9	17,87	16,08
Tubo PVC soldável marrom	40mm	v	1,95	25,00	48,75
Tubo PVC soldável marrom	50mm	v	1,25	26,97	33,71
Tubo PVC soldável marrom	60 mm	v	0,35	33,00	11,55
				Total	356,21
Nota: Inclui material do reservatório				Mão de Obra	300,00

Orçamento Edifício 2 - Medição Individual para dois apartamentos					
Material	Diâmetro	Unid.	Quant.	Total	
				R\$	R\$
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca	25x3/4"	pç	16	0,40	6,40
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca	40x1.1/4"	pç	4	1,15	4,60
Adesivo para PVC		fr	4	4,15	16,60
Flange para caixa d'água	50 mm	pç	2	8,43	16,86
Joelho 90 soldável	25mm	pç	25	0,38	9,50
Joelho 90 soldável	40 mm	pç	2	1,85	3,70
Joelho 90 soldável	50 mm	pç	4	2,27	9,08
Joelho 90 soldável	32mm	pç	7	1,38	9,66
Joelho 90 redução soldável c/ bucha de latão	25 x 1/2"	pç	8	2,63	21,04
Joelho 90 de redução soldável	32 x 25 mm	pç	6	1,07	6,42
Luva soldável com rosca	25 x 3/4"	pç	4	0,67	2,68
Registro de gaveta	3/4"	pç	6	23,47	140,82
Registro de pressão com canopla	3/4"	pç	4	29,25	117,00
Tê 90 de redução sold. c/bucha latão	25 x 1/2"	pç	10	4,13	41,30
Tê 90 soldável	25 mm	pç	2	0,58	1,16
Te 90 soldável	32mm	pç	4	0,83	3,32
Tubo PVC soldável marrom	25 mm	v	7	8,38	58,66
Tubo PVC soldável marrom	32 mm	v	3,6	17,87	64,33
Tubo que sobe	40mm	v	2,7	25,00	67,50
Tubo PVC soldável marrom	50 mm	v	2	33,00	66,00
				Total	666,63
				Mão de Obra	560,00

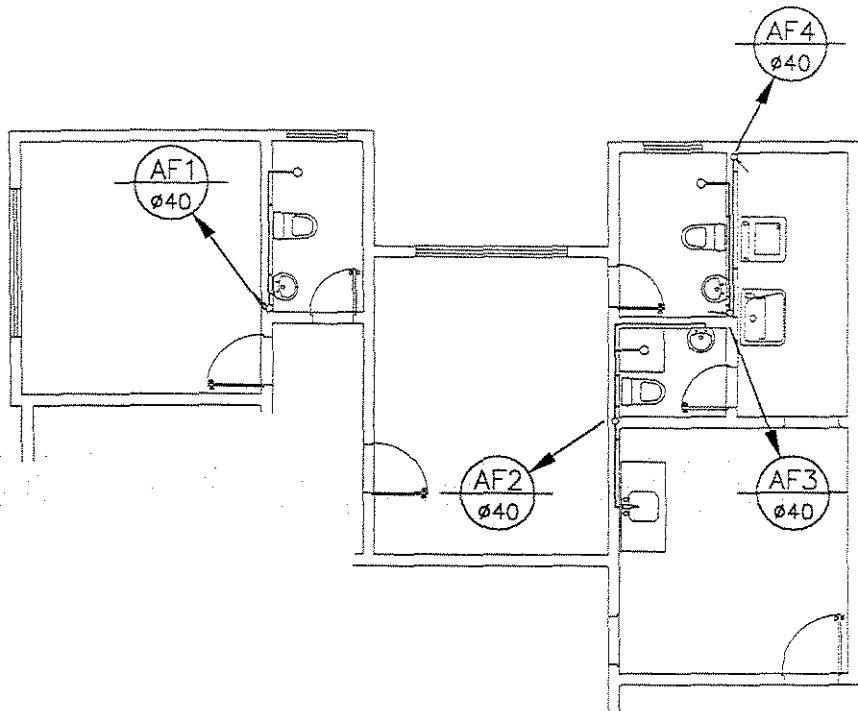
Nota: Inclui material do reservatório



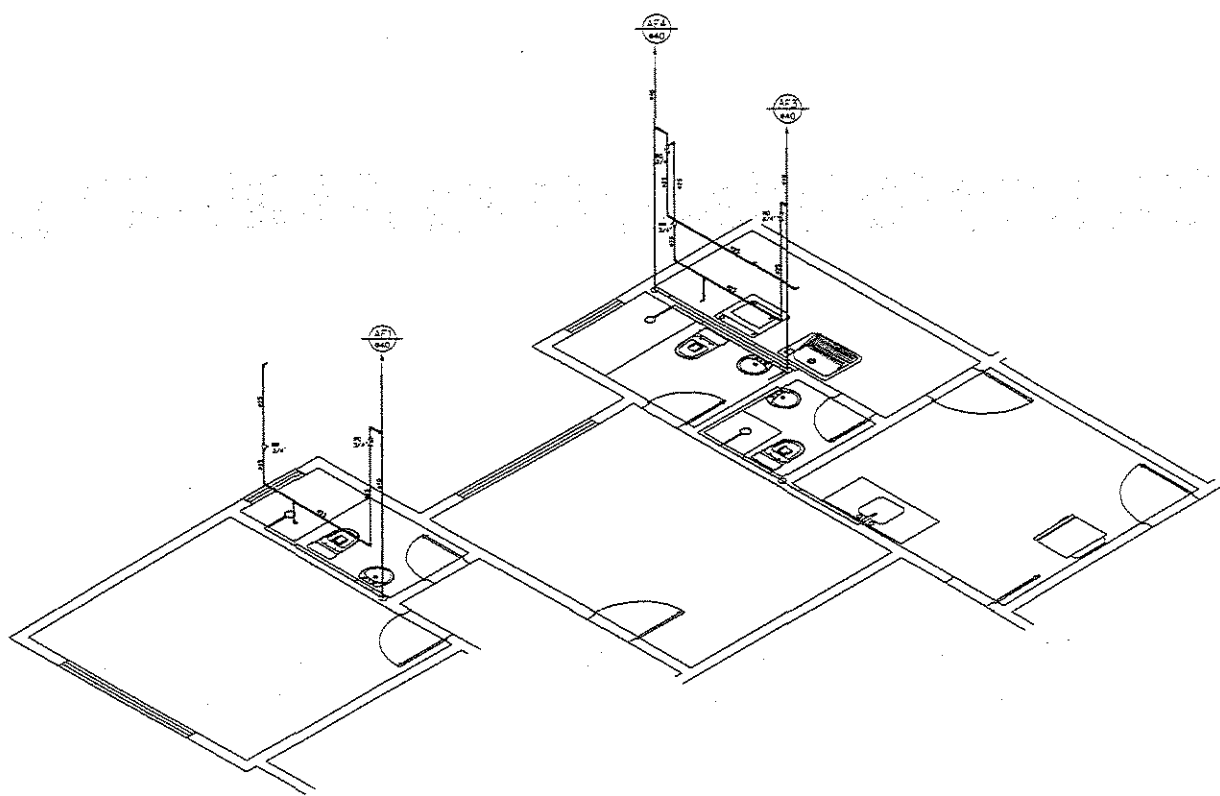
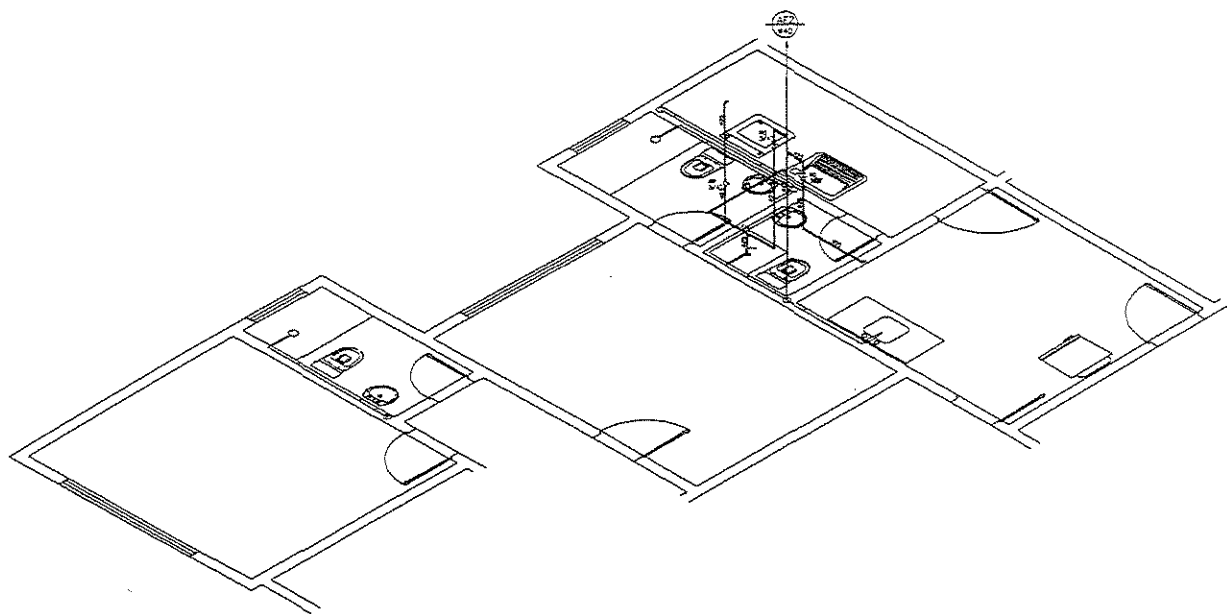
## **Anexo 3**

### Projetos selecionados de água fria do edifício 3

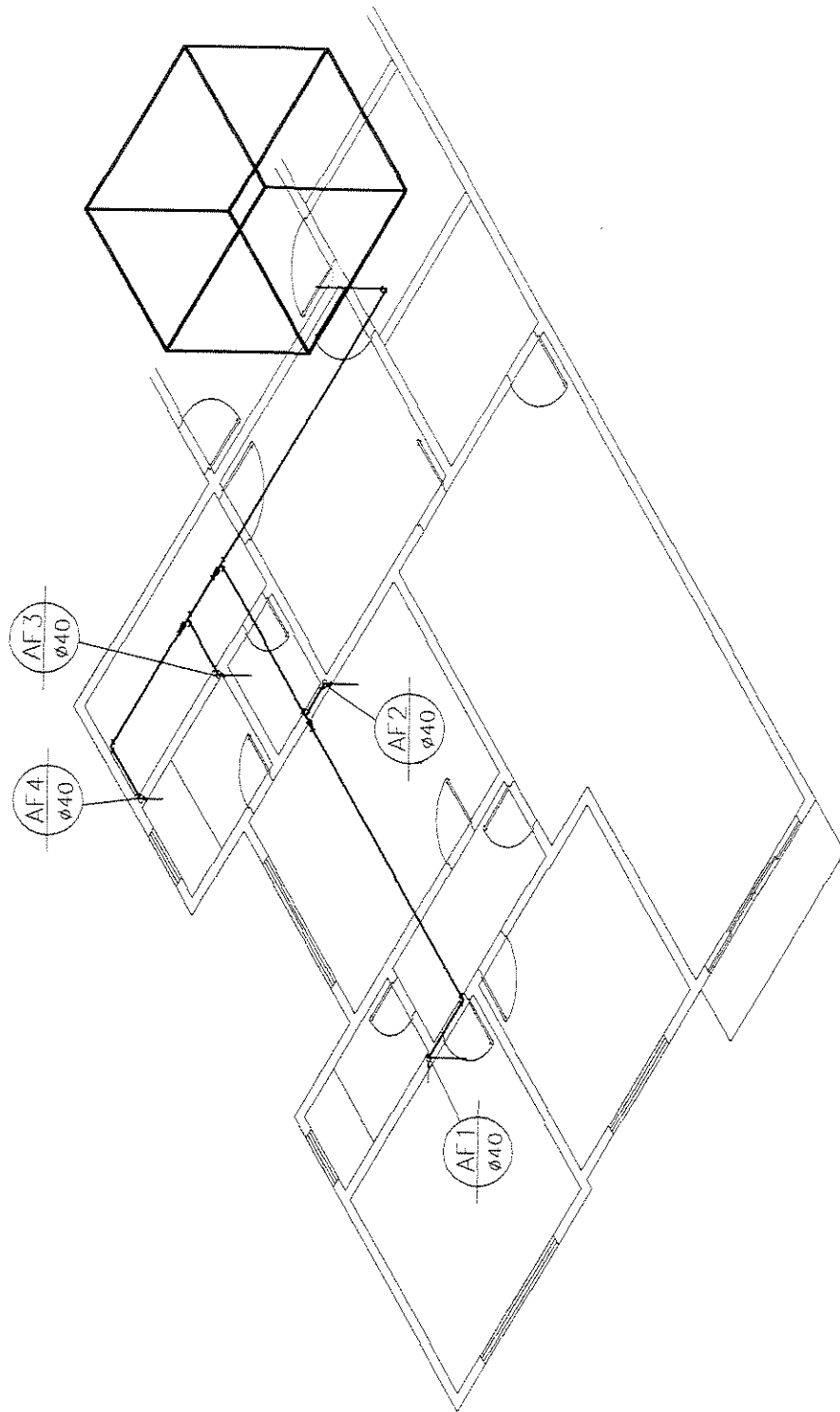
1. Distribuição das colunas na medição coletiva – Planta baixa
2. Distribuição de medição coletiva – Isométrica
3. Esquema isométrico do reservatório coletivo
4. Distribuição de medição individual – Planta baixa
5. Distribuição de medição individual – Isométrica
6. Esquema isométrico do reservatório individual
7. Orçamento coletivo e individual



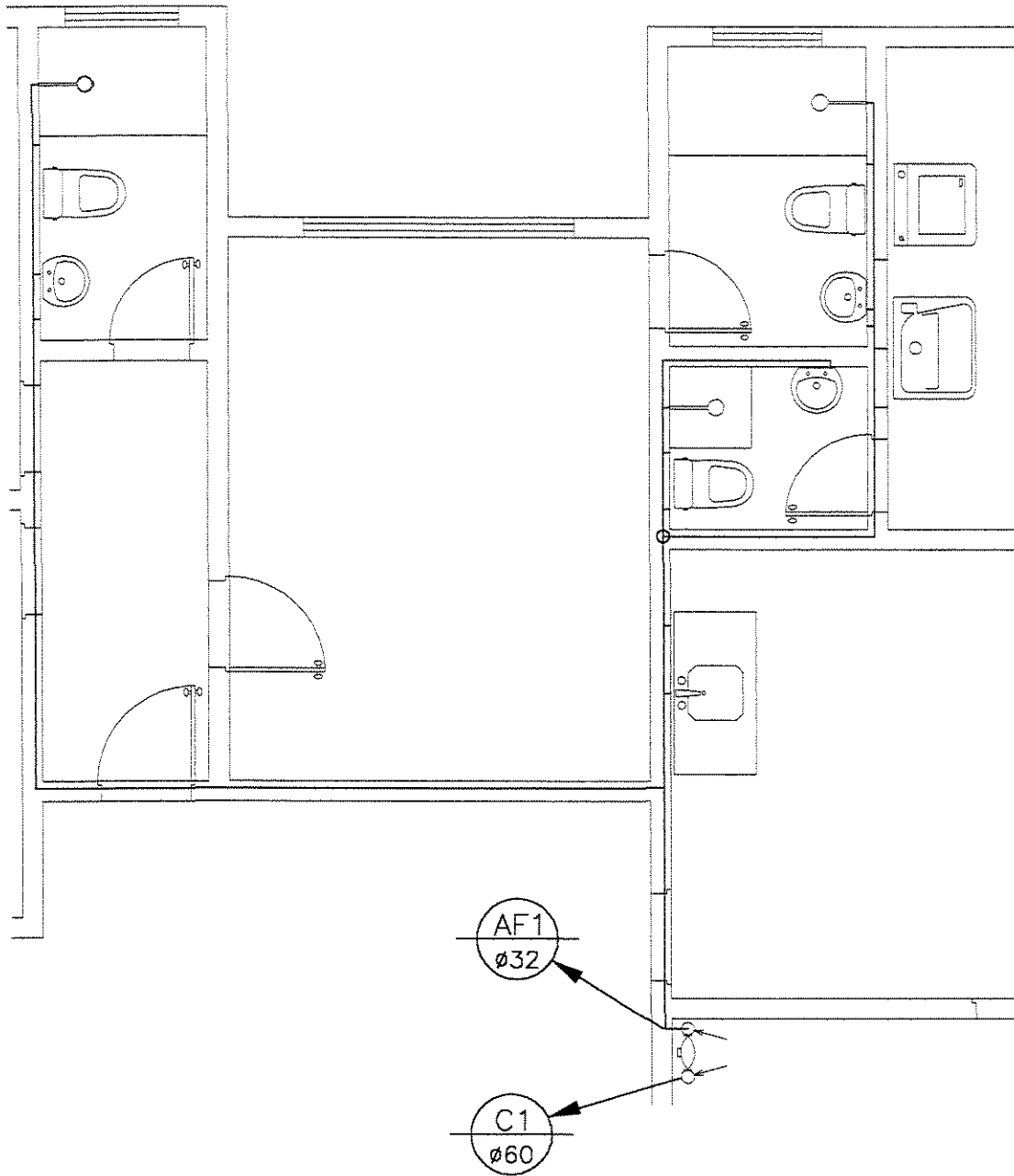
DISTRIBUIÇÃO DAS COLUNAS NA MEDIÇÃO COLETIVA DO EDIFÍCIO 3  
ESCALA 1:100



DISTRIBUIÇÃO COLETIVA ISOMÉTRICA  
 EDIFÍCIO 03  
 ESCALA 1:100

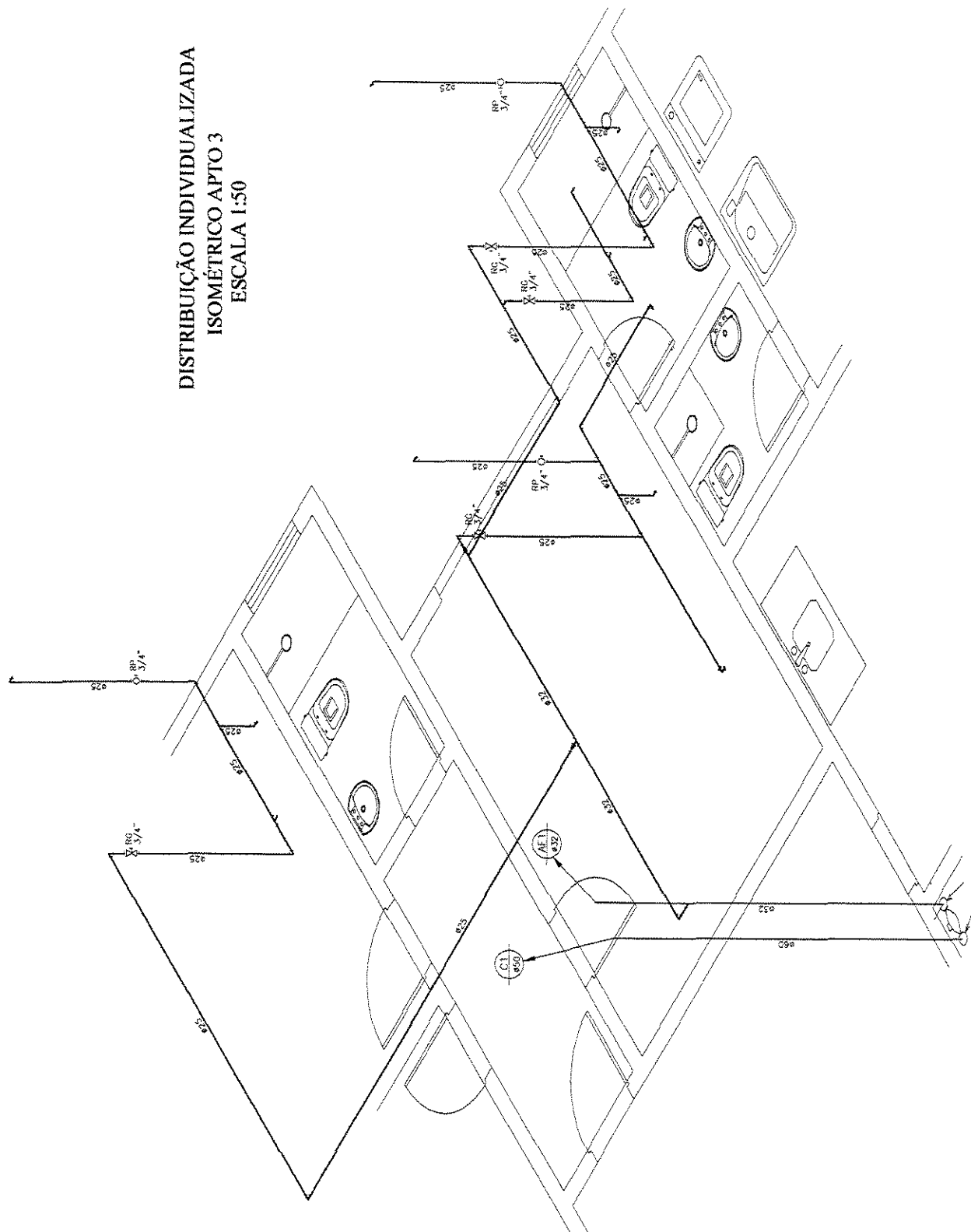


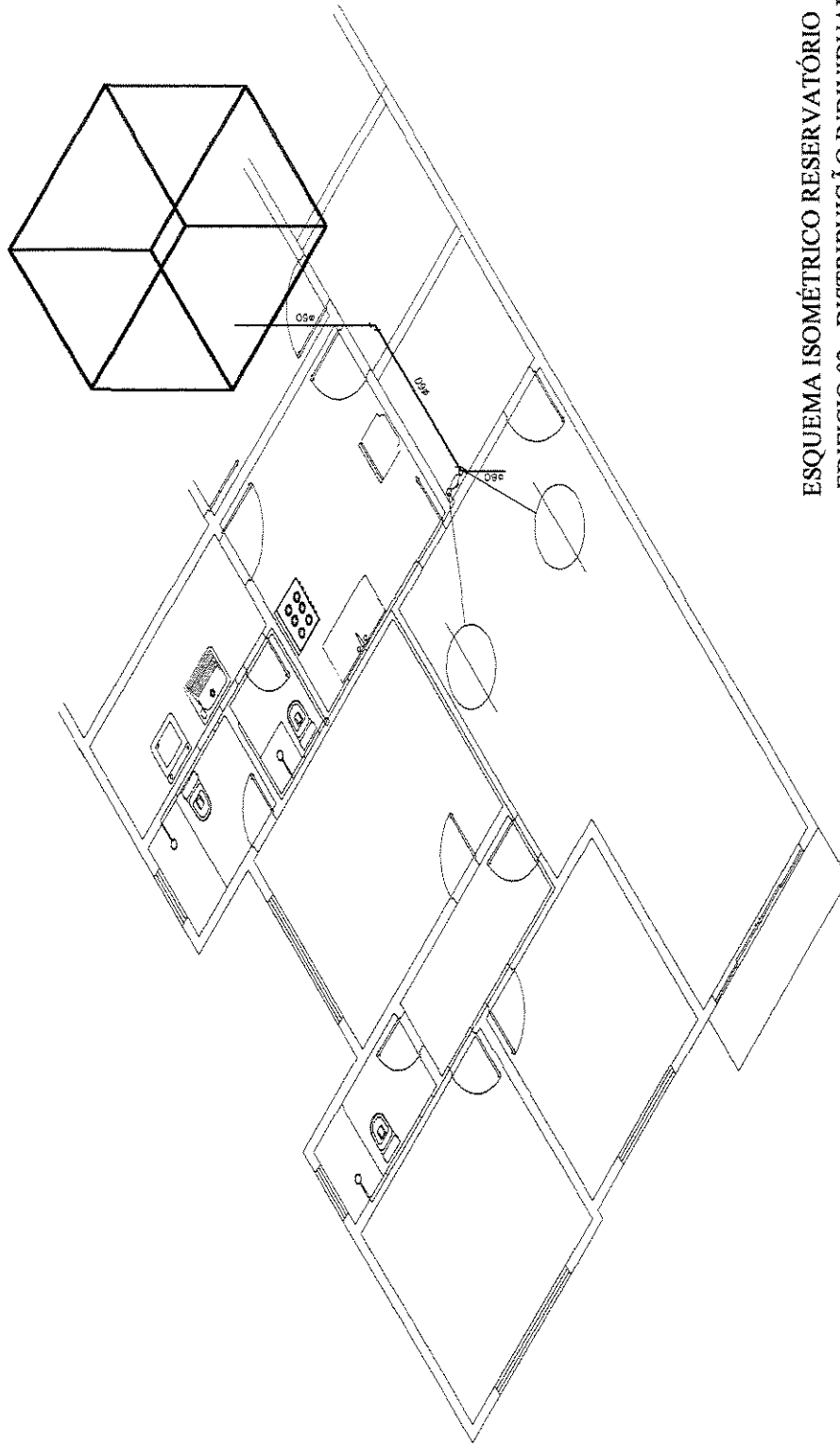
ESQUEMA ISOMÉTRICO RESERVATÓRIO  
EDIFÍCIO 03 - DISTRIBUIÇÃO COLETIVA  
ESCALA 1:100



DISTRIBUIÇÃO DA MEDIÇÃO INDIVIDUAL DO EDIFÍCIO 3  
ESCALA 1:50

DISTRIBUIÇÃO INDIVIDUALIZADA  
ISOMÉTRICO APTO 3  
ESCALA 1:50





ESQUEMA ISOMÉTRICO RESERVATÓRIO  
EDIFÍCIO 03 - DISTRIBUIÇÃO INDIVIDUAL  
ESCALA 1:100

Orçamento Edifício 3 - Medição Coletiva para um apartamento						
Material	Diâmetro	unid.	Quant.	Total		
				R\$	R\$	
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca	25x3/4"	pç	13,0	0,40	5,20	
Adesivo para PVC		fr	3,0	4,15	12,45	
Bucha de redução soldável curta	32 x 25 mm	pç	5,0	0,77	3,85	
Bucha de redução soldável curta	50x40 mm	pç	1,0	0,78	0,78	
Bucha de redução soldável curta	60x50 mm	pç	1,0	0,92	0,92	
Flange para caixa d'água	50 mm	pç	1,0	8,43	8,43	
Joelho 90 soldável	25mm	pç	13,0	0,38	4,94	
Joelho 90 soldável	40 mm	pç	3,0	1,80	5,40	
Joelho 90 soldável	50 mm	pç	5,0	2,27	11,35	
Joelho 90 redução soldável c/ bucha de latão	25x1/2"	pç	9,0	2,63	23,67	
Luva soldável com rosca	25x3/4"	pç	3,0	0,67	2,01	
Registro de gaveta	3/4"	pç	5,0	23,47	117,35	
Registro de pressão com canopla	3/4"	pç	3,0	29,25	87,75	
Te 90 de redução sold. c/ bucha latão na bolsa centr	25x1/2"	pç	3,0	4,13	12,39	
Te 90 de redução	50x40 mm	pç	1,0	3,83	3,83	
Te 90 de redução	60x50 mm	pç	0,5	6,50	3,25	
Te 90 soldável	25mm	pç	4,0	0,58	2,32	
Tê de redução 90 soldável	40x32mm	pç	5,0	4,05	20,25	
Tubo PVC soldável marrom	25 mm	v	3,6	8,38	30,17	
Tubo PVC soldável marrom	40mm	v	3,6	25,00	90,00	
Tubo PVC soldável marrom	50 mm	v	3,9	26,97	104,24	
Tubo PVC soldável marrom	60 mm	v	0,6	33,00	18,22	
				Total		568,76
				Mão de Obra		390,00



Orçamento Edifício 3 - Medição Individual para dois edifícios					
Material	Diâmetro	unid.	Quant.	Total	
				R\$	R\$
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca	25x3/4"	pç	20	0,40	8,00
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca	40x1.1/4"	pç	4	1,15	4,60
Adesivo para PVC		fr	6	4,15	24,90
Bucha de redução soldavel curta	32x25 mm	pç	2	0,77	1,54
Bucha de redução soldavel longa	40x25 mm	pç	2		0,00
Flange para caixa d'agua	50 mm	pç	2	8,43	16,86
Joelho 90 soldável	25mm	pç	21	0,38	7,98
Joelho 90 soldável	32mm	pç	2	1,38	2,76
Joelho 90 soldável	50 mm	pç	6	2,27	13,62
Joelho 90 soldável	40 mm	pç	2	1,85	3,70
Joelho 90 redução soldável c/ bucha de latão	25 x 1/2"	pç	15	2,63	39,45
Joelho 90 redução soldável c/ bucha de latão	32x3/4"	pç	1	2,63	2,63
Joelho 90 de redução soldável	32 x 25 mm	pç	2	1,07	2,14
Luva soldável com rosca	25 x 3/4"	pç	6	0,67	4,02
Registro de gaveta	3/4"	pç	7	23,47	164,29
Registro de pressão com canopia	3/4"	pç	6	29,25	175,50
Tê 90 de redução sold. c/bucha latão na bolsa centra	25 x 1/2"	pç	6	4,13	24,78
Tê 90 soldável	25 mm	pç	8	0,58	4,64
Te 90 soldável	40 mm	pç	3	3,55	10,65
Te 90 redução soldável	32x25 mm	pç	2	0,83	1,66
Te 90 redução soldável	40x32 mm	pç	3	4,05	12,15
Tubo PVC soldável marrom	25 mm	v	9	0,58	5,22
Tubo PVC soldável marrom	32 mm	v	1,1	17,87	19,66
Tubo PVC soldável marrom	40 mm	v	2,4	25,00	60,00
Tubo que sobe	50 mm	v	3,5	33,00	115,50
				Total	726,25
				Mão de Obra	810,00

## **Anexo 4**

Orçamentação do material em estabelecimentos comerciais

Orçamento do material obtido em 09/01/03						
Material	Diâmetro	Unid.	Loja 1 R\$	Loja 2 R\$	Loja 3 R\$	Média R\$
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca	25x3/4"	pç	0,50	0,35	0,35	0,40
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca	32x1"	pç	1,00	0,90	0,65	0,85
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca	40x1 1/4"	pç	1,30	1,25	0,90	1,15
Adesivo para PVC		fr	3,75	4,50	4,20	4,15
Bucha de redução soldável longa	40 x 25 mm	pç	1,40	1,50	1,00	1,30
Bucha de redução soldável curta	32 x 25 mm	pç	0,70	0,80	0,80	0,77
Bucha de redução soldável curta	50x40 mm	pç	0,80	0,70	0,85	0,78
Bucha de redução soldável curta	60x50 mm	pç	1,00	0,90	0,85	0,92
Bucha de redução soldável curta	40x32	pç	0,75	0,85	0,70	0,77
Cruzeta soldável	40 mm	pç	8,55	8,15	8,70	8,47
Flange para caixa d'água	50	pç	8,40	9,00	7,90	8,43
Joelho 90 soldável c/ bucha de latão	20 x 1/2"	pç	2,50	2,60	2,60	2,57
Joelho 90 soldável	25 mm	pç	0,45	0,35	0,35	0,38
Joelho 90 soldável	32 mm	pç	1,45	1,40	1,30	1,38
Joelho 90 soldável	40 mm	pç	1,80	2,00	1,75	1,85
Joelho 90 red. soldável c/ bucha de latão	25 x 1/2"	pç	2,80	2,70	2,40	2,63
Joelho 90 soldável	50 mm	pç	2,20	2,50	2,10	2,27
Joelho 90 soldável	60 mm	pç	7,50	8,00	8,50	8,00
Joelho 90 de redução soldável	32 x 25 mm	pç	0,80	1,30	1,10	1,07
Luva soldável com rosca	25 x 3/4"	pç	0,70	0,65	0,65	0,67
Registro de gaveta com acabamento	3/4"	pç	26,40	23,50	20,50	23,47
Registro de gaveta com acabamento	1"	pç	31,50	35,15	29,40	32,02
Registro de pressão com canopla	3/4"	pç	27,65	30,70	29,40	29,25
Tê 90 de redução sold. c/bucha latão	25 x 1/2"	pç	4,00	4,50	3,90	4,13
Tê 90 soldável	25 mm	pç	0,70	0,55	0,50	0,58
Tê 90 soldável	32 mm	pç	0,75	0,90	0,83	0,83
Tê 90 soldável	40 mm	pç	3,55	3,80	3,30	3,55
Tê 90 soldável	50 mm	2,5	2,50	2,60	2,30	2,47
Tê de redução 90 soldável	32 x 25 mm	pç	1,80	1,70	1,70	1,73
Tê de redução 90 soldável	40 x 32 mm	pç	4,00	4,80	3,35	4,05
Tê de redução 90 soldável	50x40 mm	pç	4,00	3,80	3,70	3,83
Tê de redução 90 soldável	60x50 mm	6pç	6,00	6,50	7,00	6,50
Tubo PVC soldavel marrom	25 mm	v	7,30	8,70	9,15	8,38
Tubo PVC soldavel marrom	32 mm	v	16,40	17,30	19,90	17,87
Tubo PVC soldavel marrom	40 mm	v	21,40	28,00	25,60	25,00
Tubo PVC soldavel marrom	50 mm	v	26,40	27,50	27,00	26,97
Tubo PVC soldavel marrom	60 mm	v	35,50	33,00	30,50	33,00

## **Anexo 5**

Característica do grupo familiar

## 1) PESQUISA SOBRE O CONSUMO DE ÁGUA

### 1) Características do consumidor e do grupo familiar

Nº	1)Morador	2)Idade	3)Profissão	4	5	6
1						
2						
3						
44						
5						
6						
7						
8						
9						

#### Legenda:

#### 4) Grau de instrução:

- A) Analfabeto  
B)Fundamental incompleto  
C)Fundamental completo  
D) Ensino médio incompleto  
E) Ensino médio completo  
F)Superior incompleto  
G)Superior completo

#### 5) Vínculo empregatício

- A) Profissional liberal  
B) Empregado em empresa privada  
C) Proprietário de empresa  
D) Servidor público  
E) Aposentado  
F) Desempregado  
G) Outros

#### 6) Renda familiar

- A) Até um salário mínimo  
B) De um a três salários mínimos  
C) De três a dez salários mínimos  
D) De dez a vinte salários mínimos  
E) Até trinta salários mínimos  
F) Mais de trinta salários mínimo

## **Anexo 6**

### **Características da edificação**

## 2) Características da edificação

Edifício N° \_\_\_\_\_

1)Apto	2)Data	3)Horário	4)Situação	5)Tipo	6)Tempo

### Legenda:

1) Número do apartamento (Apto) a ser entrevistado.

2) Data da entrevista.

3) Hora da entrevista.

4) Situação da Entrevista:    A)Completa                    B)Incompleta                    C)Vazia/Recusa

5) Tipo:                    A)Própria    B)Alugada                    C)Financiada                    D)Cedida

6) Tempo que reside no imóvel.

7) Já foi observado vazamento de água no apartamento (edifício)? ( ) Sim    ( ) Não

    Onde? \_\_\_\_\_ Quando? \_\_\_\_\_

8) O tipo de medição existente é: coletiva ( ) Individualizada ( )

## **Anexo 7**

Aparelhos existentes no apartamento





## **Anexo 8**

Planilha de levantamento

4) Medição feita no hidrômetro n° \_\_\_\_\_

Edifício n° \_\_\_\_\_

Mês	Leitura		Consumo (m <sup>3</sup> )
	Anterior	Atual	
Dia			
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			
21.			
22.			
23.			
24.			
25.			
26.			
27.			
28.			
29.			
30.			
31.			
Total			