

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Jeferson Luiz Schmidt**

**RESERVATÓRIOS DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES  
MULTIFAMILIARES: ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO  
DO VOLUME ÚTIL**

Porto Alegre

julho 2011

**JEFERSON LUIZ SCHMIDT**

**RESERVATÓRIOS DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES  
MULTIFAMILIARES: ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO  
DO VOLUME ÚTIL**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientador: Dieter Wartchow**

Porto Alegre  
julho 2011

**JEFERSON LUIZ SCHMIDT**

**RESERVATÓRIO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES  
MULTIFAMILIARES: ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO  
DO VOLUME ÚTIL**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 18 de julho de 2011

Prof. Dieter Wartchow  
Doutor em Engenharia pela Universidade de Stuttgart/Alemanha  
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dieter Wartchow (UFRGS)**  
Doutor em Engenharia pela Universidade Stuttgart/Alemanha

**Eng. Maturino Rabello Júnior (DMAE)**  
Engenheiro Civil (PUCRS)

**Enga. Carmem Terezinha Fantinel (DMAE)**  
Engenheira Civil (UFRGS)

Dedico este trabalho à minha família, à minha esposa Christie e aos meus amigos, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Prof. Dieter Wartchow, orientador deste trabalho, pela ajuda, atenção e auxílio empreendido durante toda a realização desta pesquisa.

Agradeço à Profa. Carin Maria Schmitt pela ajuda e atenção disponibilizadas durante toda caminhada para a correta elaboração deste trabalho de diplomação.

Agradeço aos engenheiros do DMAE, Carmem Terezinha Fantinel e Maturino Rabello Junior pelos dados e informações fornecidos para este trabalho e que auxiliaram muito no desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço a todos os profissionais e engenheiros que contatei durante o trabalho e que forneceram importantes materiais para o seu desenvolvimento.

Agradeço também aos síndicos e moradores dos edifícios visitados que permitiram o levantamento de dados para a pesquisa e assim contribuíram muito para obtenção dos resultados finais.

Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,  
lembrai-vos que as grandes coisas do homem foram  
conquistadas do que parecia impossível.

*Charles Chaplin*

## RESUMO

SCHMIDT, J. L. **Reservatório de água em edificações multifamiliares:** análise do dimensionamento do volume útil. 2010. 83 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Em edificações com sistema de distribuição indireta de água, o abastecimento das unidades habitacionais é realizado por um reservatório superior, sendo necessário que o projetista dimensione o volume útil deste reservatório. Este volume é diretamente dependente da estimativa de população e consumo de água da edificação. E que tem seus valores estabelecidos através de parâmetros empíricos fornecidos pelas normas de cada cidade. Mas hoje em dia são necessários projetos cada vez mais exatos e otimizados, sem perdas, e as crescentes discussões sobre edificações sustentáveis e sobre o uso racional de água modificam o padrão de consumo de cada edificação individualmente. É importante, portanto, na fase de projeto, questionar quais características da edificação podem ser consideradas para um dimensionamento mais otimizado deste reservatório, evitando assim desperdícios e custos desnecessários. Este trabalho visa verificar, através de pesquisa bibliográfica e levantamento de dados reais de consumo de água e número de moradores, qual o possível percentual de influência que quatro características presentes nas edificações têm sobre um dimensionamento hidráulico do reservatório. As características pesquisadas são: a medição individualizada, pois age diretamente na percepção de consumo do usuário e também permite identificar mais rapidamente perdas por vazamentos; o aproveitamento de água da chuva e reúso de água cinza, que evita o uso de água potável na bacia sanitária; o uso de aparelhos hidráulicos economizadores, que utilizam menos água em seu acionamento; e a verificação da classe social dos ocupantes, que avalia o perfil de consumo dos moradores. O estudo teórico de cada uma destas características mostrou que todas têm importante papel na análise de projetos mais otimizados dos reservatórios e podem ter influência nos resultados finais dos projetos. Já no estudo prático, através do número de moradores e consumo real de água realizado em quatro edificações de Porto Alegre, foi verificado que existe sim a possibilidade de diferenciação de parâmetros de dimensionamento para projetos em edificações com diferentes características e que é possível, através desta análise, tornar mais otimizado o dimensionamento dos reservatórios.

Palavras-chave: consumo de água; reservatórios; Decreto 9369/88; NBR 5626/98.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: esquema das etapas de pesquisa .....	17
Figura 2: disponibilidade de água doce no planeta .....	21
Figura 3: distribuição dos recursos hídricos e da população no Brasil .....	22
Figura 4: sistema de distribuição direto sem reservatórios .....	27
Figura 5: sistema de distribuição indireta por gravidade .....	28
Figura 6: sistema misto de distribuição .....	30
Figura 7: exemplo de desenho do projeto de um reservatório superior .....	31
Figura 8: distribuição do consumo de água nas peças hidrossanitárias .....	35
Figura 9: exemplo de caixa coletiva com hidrômetros individuais .....	37
Figura 10: hidrômetro com sistema de telemetria e coletor de dados por rádio frequência.....	38
Figura 11: interface gráfica do software do sistema de telemetria .....	39
Figura 12: imagem do Condomínio Fernando Ferrari .....	40
Figura 13: gráfico com a evolução no consumo de água .....	41
Figura 14: representação esquemática do sistema de aproveitamento de água da chuva e reuso de água cinza .....	42
Figura 15: relação de consumo <i>per capita</i> de água versus renda nominal, nas capitais estaduais .....	47
Figura 16: vista frontal edifício do bairro Higienópolis .....	51
Figura 17: hidrômetro geral para leituras do consumo de água do edifício do bairro Higienópolis .....	53
Figura 18: vista frontal edifício do bairro Centro .....	55
Figura 19: hidrômetro para leituras do consumo de água do edifício do bairro Centro ..	55
Figura 20: imagem geral do condomínio do bairro Rubem Berta .....	58
Figura 21: painel com hidrômetros individuais do bloco B no edifício Rubem Berta .....	59
Figura 22: imagem geral do condomínio do bairro Boa Vista .....	62
Figura 23: painel com hidrômetros individuais da Torre 1 edifício Boa Vista .....	64
Figura 24: comparação entre consumo real e teórico em cada edificação pesquisada .....	69
Figura 25: comparação reservatórios ideais e teóricos .....	71
Figura 26: imagem dos reservatórios do Bloco B da edificação Rubem Berta .....	72
Figura 27: reservatórios do edifício do bairro Centro .....	73

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: valores para consumo em litros por dia .....	32
Quadro 2: valores para o cálculo da população .....	33
Quadro 3: potencial de redução do consumo com o uso de aparelhos economizadores ..	44
Quadro 4: consumo de água médio por pessoa sem considerar perdas .....	46
Quadro 5: parâmetros para projeto de tanques sépticos .....	48
Quadro 6: dados do número de moradores do edifício do bairro Higienópolis .....	52
Quadro 7: leituras do consumo de água edifício do bairro Higienópolis .....	53
Quadro 8: valores reais de consumo por dia e por morador para o edifício do bairro Higienópolis .....	54
Quadro 9: dados do número de moradores do edifício do bairro Centro .....	56
Quadro 10: leituras do consumo de água edifício do bairro Centro .....	56
Quadro 11: valores reais de consumo por dia e por morador para o edifício do bairro Centro .....	57
Quadro 12: dados do número de moradores do bloco B do bairro Rubem Berta .....	59
Quadro 13: leituras e médias do consumo de água no Bloco B do bairro Rubem Berta .	60
Quadro 14: valores reais de consumo por dia e por morador para o edifício do bairro Rubem Berta .....	61
Quadro 15: dados do número de moradores da Torre 1 do edifício do bairro Boa Vista	63
Quadro 16: consumo total e diário por pessoa em cada apartamento da edificação do bairro Boa Vista .....	65
Quadro 17: valores reais de consumo por dia e por morador para o edifício do bairro Boa Vista .....	66
Quadro 18: número de moradores de acordo com a norma de Porto Alegre .....	68
Quadro 19: comparação do número real e teórico de moradores .....	68
Quadro 20: dimensionamento do reservatório teórico e ideal e comparação dos resultados .....	70
Quadro 21: diferença entre reservatório existente e reservatório ideal das edificações dos bairros Centro e Rubem Berta .....	73

## **LISTA DE SIGLAS**

DMAE: Departamento Municipal de Água e Esgoto

IPAF: instalações prediais de água fria

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ETAC: estação de tratamento de águas cinza

USP: Universidade Federal de São Paulo

PMSS: Programa de Modernização do Setor de Saneamento

SNIS: Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento

ONU: Organização das Nações Unidas

OMS: Organização Mundial da Saúde

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	15
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA .....	15
2.2 OBJETIVO DO TRABALHO .....	15
2.2.1 Objetivo principal .....	15
2.2.2 Objetivos secundários .....	15
2.3 PREMISSA .....	16
2.4 DELIMITAÇÕES .....	16
2.5 LIMITAÇÕES .....	16
2.6 DELINEAMENTO .....	17
2.6.1 Pesquisa bibliográfica .....	18
2.6.2 Potencial teórico de influência de cada característica .....	18
2.6.3 Pesquisa das edificações e levantamento dos dados de campo .....	18
2.6.4 Cálculos dos reservatórios ideal e teórico para cada edificação pesquisada ...	19
2.6.5 Comparação dos resultados .....	19
2.6.6 Considerações finais .....	20
<b>3 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA</b> .....	21
<b>4 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA</b> .....	25
4.1 SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO .....	26
4.1.1 Sistema direto de distribuição .....	27
4.1.2 Sistema indireto de distribuição .....	28
4.1.3 Sistema misto de distribuição .....	29
4.2 DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO .....	30
<b>5 CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO</b> .....	34
5.1 MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA .....	36
5.1.1 Sistema de telemetria .....	38
5.1.2 O caso do Condomínio Conjunto Residencial Fernando Ferrari .....	39
5.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA E REÚSO DE ÁGUA CINZA ....	41
5.3 APARELHOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA .....	43
5.4 CLASSE SOCIAL .....	46
<b>6 LEVANTAMENTOS DE DADOS DE CAMPO</b> .....	49
6.1 COLETA DE DADOS .....	49
6.2 EDIFICAÇÕES PESQUISADAS .....	50

<b>6.2.1 Edificação do bairro Higienópolis .....</b>	<b>51</b>
<b>6.2.2 Edificação do bairro Centro .....</b>	<b>54</b>
<b>6.2.3 Edificação do bairro Rubem Berta .....</b>	<b>57</b>
<b>6.2.4 Edificação do bairro Boa Vista .....</b>	<b>61</b>
<b>7 CÁLCULO DOS RESERVATÓRIOS IDEAL E TEÓRICO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>67</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>80</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O mercado competitivo de hoje em dia exige projetos cada vez mais otimizados e sem desperdícios, não pode haver subdimensionamento e muito menos superdimensionamento. Muitas pesquisas são realizadas na tentativa de aperfeiçoar cada vez mais os empreendimentos, buscando novos métodos de planejamento e a elaboração de cronogramas mais eficientes, materiais mais leves e confiáveis para reduzir cargas e patologias nas edificações, ou até mesmo estudos para o reaproveitamento de materiais. O importante é que cada item deve ser dimensionado da forma mais eficiente e econômica possível, mas muitas vezes na fase inicial de projeto da edificação e de todos os seus subsistemas, o projetista se vê diante de dados iniciais genéricos que não consideram características individuais de cada empreendimento.

No que tange a concepção dos projetos e sistemas da instalação hidráulica dos empreendimentos, os dados iniciais fornecidos por normas e leis aos projetistas visam estimar a população e o consumo diário de água que futuramente irá ocorrer no uso de cada edificação. Mas a crescente preocupação no desenvolvimento de edificações projetadas e construídas dentro de um enfoque de sustentabilidade e uso racional dos recursos hídricos, juntamente com o aumento da consciência das pessoas sobre o uso racional da água, modificou o perfil de consumo de água das pessoas. Essas mudanças nas características de cada edificação, quando não analisadas, podem levar o projetista a dimensionamentos inadequados dos itens do sistema hidráulico e hidrossanitário. Este trabalho visa, portanto, verificar em algumas edificações, com diferentes características de consumo, qual a influência que cada uma destas características tem no dimensionamento de um item do sistema hidráulico em particular, o volume útil do reservatório da edificação.

O reservatório da edificação deve ser projetado hoje dentro de parâmetros estabelecidos em norma e o seu valor influencia diretamente itens de projeto como fundações, sistema de recalque e projeto estrutural. Um reservatório deve também garantir sempre o abastecimento da edificação e um subdimensionamento, ou seja, um reservatório muito pequeno para o consumo da edificação pode representar riscos de desabastecimento. Por outro lado, um volume útil superdimensionado para o reservatório, devido a um consumo de água na

edificação inferior ao projetado, leva a uma carga excessiva e desnecessária à estrutura do edifício. O peso do reservatório soma à estrutura toneladas de carga que sempre necessitam um maior reforço estrutural e atenção por parte dos projetistas.

Em Porto Alegre, a Legislação que estabelece valores para este dimensionamento é o Decreto n. 9369, de 29 de dezembro de 1988, que indica o valor de consumo diário de 200 litros *per capita* como principal parâmetro para dimensionar o volume de água total disponível para a edificação. Para edificações com mais de quatro pavimentos, este volume total é dividido, e o volume útil do reservatório superior pode ser de 40% a 60% do volume útil total, acrescido ainda, de um volume para combate a incêndio. O volume restante será armazenado em reservatório inferior e enviado por bombas para o reservatório superior. Essa Legislação utiliza estes valores de consumo de água a mais de 20 anos e por isso pode-se questionar se o dimensionamento do volume útil, realizado no projeto do empreendimento, está adequado aos reais níveis de consumo diário de água que terá a edificação no seu pleno funcionamento hoje.

Mudanças ocorridas nos últimos anos podem indicar que há características que devem ser levadas em consideração para tornar mais exato e preciso o dimensionamento do volume de reservatórios. Hoje em dia são cada vez mais intensas as políticas para o uso racional da água. Essas políticas incentivam cada vez mais a população a observar os melhores hábitos no que se refere ao uso deste recurso natural, tido como o mais importante de todos. As novas tecnologias e materiais para projetos das instalações hidrossanitárias das edificações também evoluíram e permitiram reduzir as perdas de água, deixando os sistemas muito mais confiáveis. Aparelhos hidrossanitários que possuem um menor consumo de água e sistemas de vedação mais duráveis contribuíram muito para esta redução nas perdas.

É também crescente o uso de medidores individualizados, sendo uma realidade para as novas edificações multifamiliares. Pesquisas mostram que esta atitude reduz o consumo de água *per capita* e conseqüentemente o consumo da edificação como um todo. Sistemas de aproveitamento de água da chuva projetados na edificação para uso em bacias sanitárias e outras instalações prediais também contribuem para uma redução no volume do reservatório superior de água potável, pois estes pontos serão alimentados por reservatório específico com a água da chuva.

Dentro deste panorama, este trabalho busca verificar se estes parâmetros estipulados em normas e decretos utilizados para dimensionar o volume útil dos reservatórios superiores

estão levando os projetistas a volumes otimizados e adequados com a realidade de consumo das atuais edificações. O trabalho irá buscar qual o percentual de influência que estas particularidades e características têm sobre o consumo geral da edificação, e conseqüentemente sobre o dimensionamento dos reservatórios, e assim realizar um comparativo com o valor projetado com base nas normas. A pesquisa foi realizada através do estudo de referências bibliográficas, casos práticos de mudança de consumo em empreendimentos e levantamentos de dados de campo em edificações com diferentes características de consumo.

Com isso, é esperado que ao final desse trabalho se tenha uma visão mais clara sobre a influência de cada uma destas características no dimensionamento do volume útil do reservatório e qual nível de otimização é possível para futuros projetos, mostrando assim, quais destas particularidades podem ser levadas em consideração para projetos mais adequados e otimizados.

Este trabalho está dividido em sete capítulos, sendo que o capítulo seguinte a esta introdução, o método de pesquisa, descreve claramente os objetivos, a questão de pesquisa, as premissas, limitações e o delineamento do trabalho, que detalha as etapas principais realizadas. O terceiro capítulo aborda a importância da água, do seu uso racional pelas pessoas e em projetos de futuras edificações mais sustentáveis. O quarto capítulo apresenta dados obtidos na pesquisa bibliográfica que detalham o sistema hidráulico dos reservatórios e o método de projeto e dimensionamento do seu volume útil, descrevendo as normas e leis utilizadas para este fim. O quinto capítulo descreve o resultado da pesquisa bibliográfica sobre as características que foram estudadas neste trabalho e que influenciam o consumo de água. O sexto capítulo apresenta os dados obtidos dos levantamentos de campo realizados em quatro edificações de Porto Alegre sobre qual a densidade populacional existente e qual o consumo de água *per capita* verificado durante o período de pesquisa. O sétimo capítulo apresenta os dimensionamentos do reservatório teórico, realizado com dados estipulados pelas normas, e do reservatório ideal mais otimizado, estabelecido de acordo com os dados reais verificados em cada edificação. É realizada também a comparação entre reservatório ideal e o existente na edificação para verificar o nível de otimização do projeto do volume útil.

## **2 MÉTODO DE PESQUISA**

Para elaboração do presente trabalho foram definidas as seguintes diretrizes de desenvolvimento da pesquisa.

### **2.1 QUESTÃO DE PESQUISA**

A questão principal de pesquisa deste trabalho é: quais características das edificações multifamiliares podem ser consideradas para um dimensionamento mais otimizado do volume útil do reservatório?

### **2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO**

Os objetivos do trabalho estão classificados em principal e secundários e são apresentados nos próximos itens.

#### **2.2.1 Objetivo principal**

O objetivo principal da pesquisa é a análise de quais as características de edificações multifamiliares, que influenciam no consumo de água, podem ser consideradas para um dimensionamento mais otimizado do volume útil do reservatório.

#### **2.2.2 Objetivos secundários**

Os objetivos secundários deste trabalho são:

- a) descrição dos sistemas de abastecimento predial e método de dimensionamento do volume útil dos reservatórios da edificação;

- b) identificação das características da edificação que influenciam no consumo de água;
- c) valores percentuais do potencial de otimização de cada característica estudada.

## 2.3 PREMISSA

A premissa do trabalho é que a legislação vigente, que trata do dimensionamento dos reservatórios das edificações, deixa margem para dimensionamentos não otimizados em empreendimentos multifamiliares com diferentes características de consumo.

## 2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a verificação de empreendimentos de edificações multifamiliares na cidade de Porto Alegre.

## 2.5 LIMITAÇÕES

O trabalho limitou-se a verificação e análise de quatro características influentes no consumo de água, buscando uma descrição da maneira que cada uma influencia no consumo de água e qual o possível percentual desta influência. As características estudadas são:

- a) medição individualizada;
- b) aproveitamento da água da chuva e reúso de água cinza;
- c) aparelhos economizadores de água;
- d) classe social da edificação.

O estudo das características foi feito em duas etapas: levantamento de dados bibliográficos, que forneceu parâmetros e informações teóricas sobre cada uma delas, e levantamento de dados práticos, no qual dados reais de consumo e população foram verificados em diferentes edificações, visando com isso corroborar na prática o estudo teórico. Os dados de campo que foram verificados em cada uma das edificações são:

- a) número de pessoas residentes na edificação;
- b) número de economias na edificação;
- c) leitura dos hidrômetros para acompanhamento do consumo;
- d) volume do reservatório existente na edificação;
- e) quais das características estudadas influentes no consumo de água estão presentes na edificação.

## 2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi desenvolvido através das seguintes etapas que serão detalhadas nos próximos itens e apresentadas no diagrama da figura 1:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) potencial de influência teórico de cada característica;
- c) pesquisa das edificações e levantamento dos dados de campo;
- d) cálculo do reservatório ideal e reservatório teórico para cada edificação pesquisada;
- e) comparação dos resultados;
- f) considerações finais.

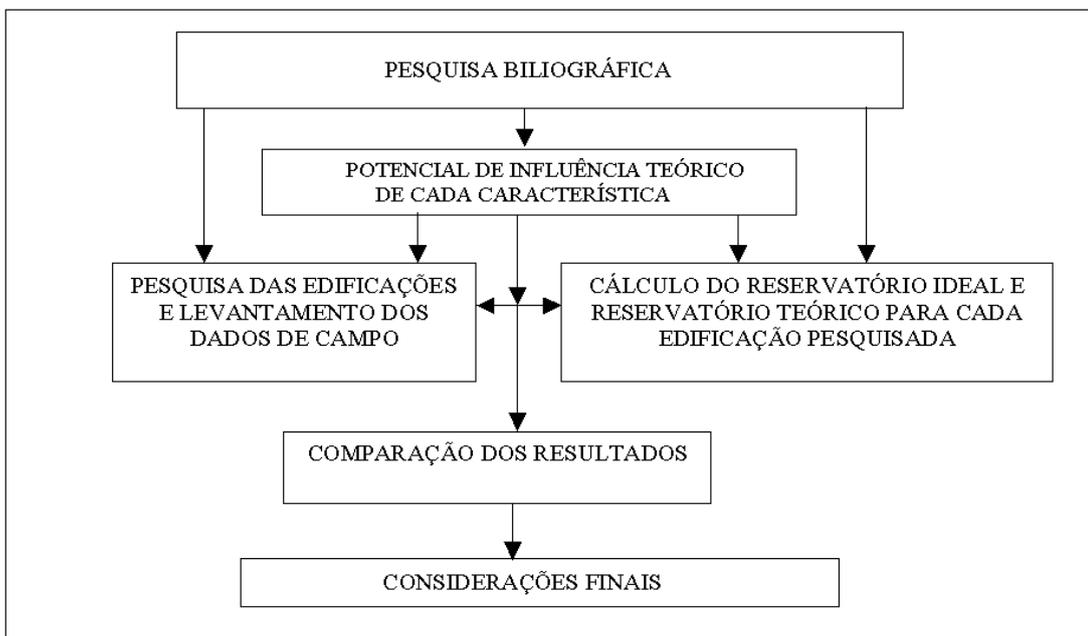


Figura 1: esquema das etapas da pesquisa

### 2.6.1 Pesquisa bibliográfica

Foi realizada primeiramente uma **pesquisa bibliográfica**, essa pesquisa forneceu informações sobre o estudo teórico das características de consumo nas edificações familiares. Foram pesquisadas quatro características influentes no consumo da edificação e que seriam passíveis de análise pelo projetista para dimensionar um reservatório de maneira mais otimizada. São elas:

- a) a medição individualizada;
- b) o aproveitamento da água da chuva e reúso de água cinza;
- c) o uso de aparelhos economizadores de água;
- d) a classe social dos ocupantes da edificação.

### 2.6.2 Potencial teórico de influência de cada característica

Como resultado da pesquisa bibliográfica foi possível verificar o **potencial teórico de influência de cada característica**. Estes dados foram importantes para realizar a comparação com os resultados reais levantados na etapa de pesquisa prática deste trabalho.

### 2.6.3 Pesquisa das edificações e levantamento dos dados de campo

A etapa seguinte do trabalho foi a de **pesquisa das edificações e levantamento dos dados de campo**. Nesta etapa foram definidas exatamente as edificações que seriam visitadas para realizar os levantamentos. O objetivo destes levantamentos foi de possuir dados que permitissem em cada edificação o cálculo do reservatório ideal para o consumo e número de moradores real e do reservatório teórico, estabelecido pelos parâmetros das normas vigentes. Entenda-se como reservatório ideal aquele volume útil mais otimizado possível, calculado para atender sem problemas o consumo e população da edificação durante o período em que a pesquisa foi realizada. O objetivo deste trabalho prático foi encontrar edificações que possuíam diferentes características de consumo e realizar a comparação entre elas, relacionando com os dados obtidos na pesquisa bibliográfica.

Quatro edificações na cidade de Porto Alegre foram escolhidas para realização dos levantamentos práticos. Essas edificações foram pesquisadas sem a preocupação com representatividade estatística, face à grande quantidade de edificações existente na cidade e a inviabilidade de levantamento de uma amostra com tamanho e quantidade de dados estatisticamente válida. As edificações foram escolhidas convenientemente de acordo com a sua localização e também pela permissão da realização de visitas.

#### **2.6.4 Cálculos dos reservatórios ideal e teórico para cada edificação pesquisada**

A seguir, foi realizada a etapa de **cálculo dos reservatórios ideal e teórico para cada edificação pesquisada**. O reservatório ideal foi calculado através do número real de pessoas verificado e do consumo real da edificação, fornecidos por leitura nos valores dos hidrômetros dos apartamentos ou da edificação como um todo. Já o reservatório teórico para cada edificação, teve seu volume calculado com base nos dados de consumo por pessoa e número de pessoas, estabelecidos pelas normas vigentes de Porto Alegre.

#### **2.6.5 Comparação dos resultados**

Com os dados levantados no campo e os cálculos teóricos dos reservatórios para cada edificação, foi realizada a **comparação dos resultados**. A comparação entre o reservatório ideal e o reservatório existente mostrou o nível de otimização do reservatório da edificação. Já a comparação entre os reservatórios ideal e teórico levou a avaliação da influência de cada característica no consumo de água e se esta característica, presente na edificação em questão, pode ser considerada no projeto do reservatório de um empreendimento. Estes resultados oriundos do levantamento prático juntamente com os dados teóricos verificados na bibliografia sobre cada característica, deram suporte para realizar análises e considerações finais sobre o método de dimensionamento dos reservatórios vigente nas normas atuais.

### **2.6.6 Considerações finais**

Como última etapa, através dos resultados obtidos, foram realizadas as **considerações finais**, nas quais os resultados, decorrentes das comparações entre dados práticos e estudos teóricos, foram analisados associando-se cada resultado a uma das quatro características verificadas no trabalho. Estes dados forneceram uma visão mais clara sobre a real influência de cada uma destas características no perfil de consumo de água e população das edificações, e conseqüentemente, no dimensionamento do reservatório, mostrando quais delas devem ser levadas em consideração para futuros projetos mais otimizados.

### 3 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A água possui total importância na vida de todos os seres vivos do Planeta, é um recurso natural essencial para o desenvolvimento social e econômico das populações e por isso deve ser preservado e utilizado de forma correta e racional. Novas tecnologias e técnicas de projeto possuem total relevância na busca por um ciclo urbano de água mais sustentável (GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 19).

A água não está distribuída de maneira homogênea nas regiões do globo, pois 60 % da água doce total disponível para consumo das populações está em menos de 10 países e, mesmo dentro destes países, ocorrem grandes variações de disponibilidade hídrica (BRASIL, 2006, p. 9). A figura 2 mostra a fatia que representa a água doce disponível no Planeta e suas fontes.

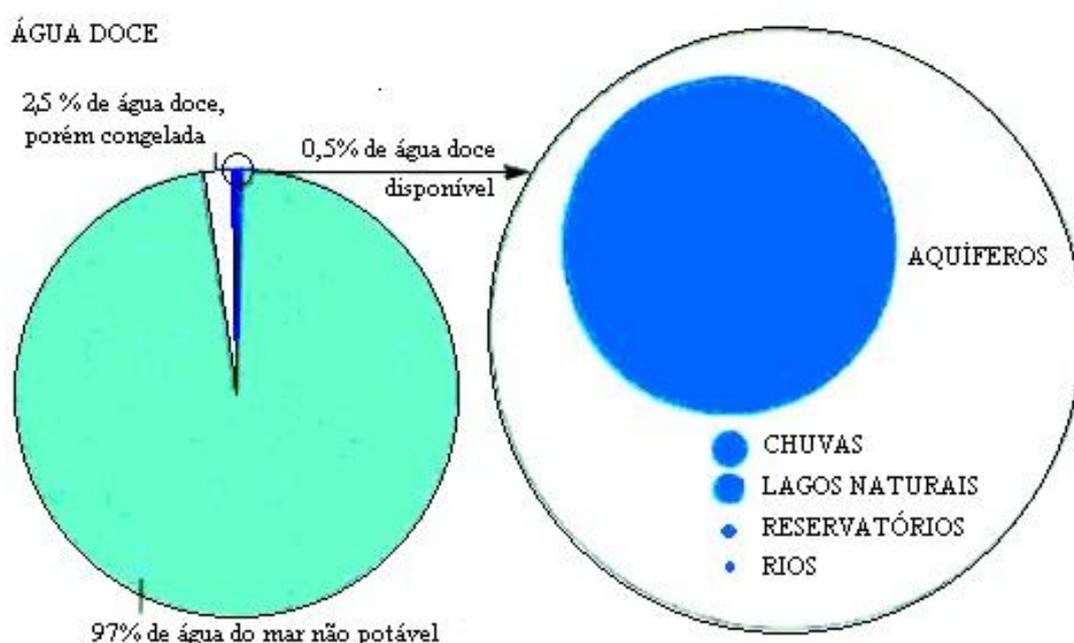


Figura 2: disponibilidade de água doce no planeta (BRASIL, 2006, p. 6)

O Brasil é um destes exemplos de heterogeneidade na distribuição geográfica dos recursos hídricos. Mesmo com uma reserva de água com cerca de 13,7% do total de água doce do mundo, 70% está concentrado na região Amazônica, justamente onde a densidade populacional é pequena. O Sudeste e Nordeste possuem uma menor parcela de água

disponível mas são responsáveis pelo seu fornecimento para 70% da população (GONÇALVES; JORDÃO, 2006, p. 2). A figura 3 detalha a distribuição de água e população no Brasil.

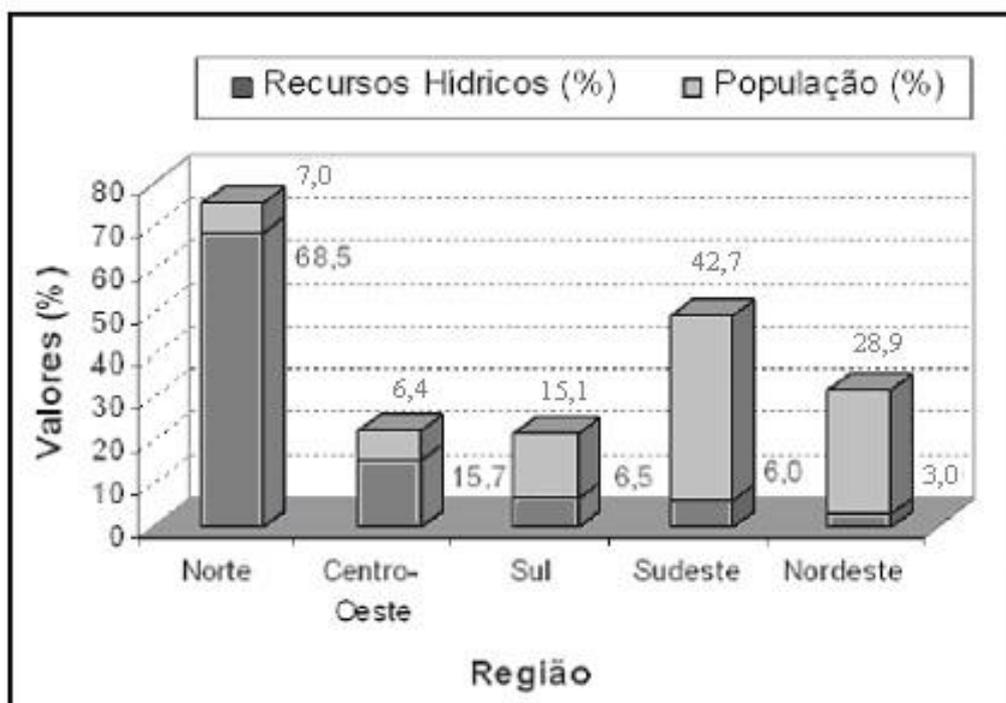


Figura 3: distribuição dos recursos hídricos e da população no Brasil (GONÇALVES; JORDÃO<sup>1</sup>, 2006, p. 2)

Gonçalves e Jordão (2006, p. 4) colocam que mesmo com esta disponibilidade ainda existente de água no Planeta é crescente a necessidade de políticas para utilizá-la de maneira racional e sustentável, principalmente nestas regiões com pouca oferta e demanda sempre crescente. Eles relatam que é dentro deste panorama que a ONU e OMS desenvolvem desde 1991 atividades conjuntas no sentido do gerenciamento global dos recursos hídricos. Os autores detalham que esta política mundial está baseada em quatro linhas principais:

- a) política hídrica integrada: Reconhece a relação indissociável entre a quantidade e a qualidade das águas, assim como sua importância para as ações de conservação dos recursos hídricos. Como exemplo podem ser citadas as diferentes formas de reúso de águas residuárias visando à conservação da água, cuja formulação de uma política para implementação deve considerar os aspectos relacionados com a quantidade e a qualidade da mesma.
- b) ação integrada e ampla na bacia hidrográfica: A bacia de drenagem é reconhecida como a unidade hidrogeográfica ideal para o gerenciamento dos recursos

<sup>1</sup> Dados retirados pelos autores do IDEC, Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor, 2002.

hídricos. O gerenciamento dos recursos hídricos por bacias hidrográficas requer um aperfeiçoamento do arcabouço jurídico e institucional, sobretudo nos casos das bacias compartilhadas por mais de um país.

- c) proteção dos recursos hídricos subterrâneos: O gerenciamento dos recursos deve considerar a proteção dos recursos hídricos subterrâneos, principalmente nas regiões onde estes são vitais para o abastecimento humano.
- d) ação conjunta internacional : Objetiva-se o aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão de bacias compartilhadas por vários países, bem como a transferência de experiências e tecnologias.

Através de todos esses dados e esforços, Gonçalves e Jordão (2006, p. 7) ainda complementam que “Desnecessária seria uma discussão sobre a importância de se garantir a eficiência no uso dos recursos estratégicos para o desenvolvimento do País. Pois não resta dúvida sobre o papel fundamental da água para o desenvolvimento sócio-econômico do Brasil,[...]”.

A consciência das pessoas para o uso racional da água está cada vez maior e isso pode modificar padrões de consumo quando comparados aos padrões de décadas atrás. Os projetos hidráulicos e hidrossanitários atuais devem respeitar normas e legislações cada vez mais voltadas para o meio ambiente e sustentabilidade no uso de recursos naturais. Em Porto Alegre, foi aprovada a Lei n. 10.506, em 5 de agosto de 2008, que instituiu o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas, tendo por objetivo reduzir desperdícios e implantar na cidade o uso de fontes alternativas de água. A Lei também busca ampliar a conscientização dos usuários sobre a importância da água para vida das pessoas.

A Lei 10.506 coloca que “Os sistemas hidráulico e sanitário das novas edificações serão projetados de modo a propiciar a economia e o combate ao desperdício de água, privilegiando a sustentabilidade dos recursos hídricos, sem prejuízo do conforto e da segurança dos habitantes.” (PORTO ALEGRE, 2008, p. 2).

Estão previstas também nesta Lei, ações educacionais, a progressiva substituição dos hidrômetros convencionais por instrumentos com medição computadorizada e por telemetria, a utilização de aparelhos economizadores e equipamentos de consumo reduzido de água. Há também o incentivo para que os novos projetos contemplem o uso de medidores individuais para condomínios e a adoção do reaproveitamento e reuso da água da chuva e águas cinzas (PORTO ALEGRE, 2008, p. 2).

É dentro deste panorama que o projetista hoje deve buscar informações e maneiras de otimizar os dimensionamentos de todos os itens que compõem o sistema hidrossanitário da edificação. Um destes itens é o projeto e dimensionamento do volume útil dos reservatórios, necessários para o consumo de água dos moradores de uma edificação. Este trabalho portanto, verificou e analisou com mais detalhes quais informações e dados podem auxiliar o projetista para um dimensionamento mais otimizado dos reservatórios em futuros projetos das edificações.

## 4 INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA

Ao consumir água, muitas vezes as pessoas não percebem o trabalho despendido no projeto e execução das instalações hidráulicas para o seu correto fornecimento. É importante que os projetistas avaliem em detalhes o dimensionamento destes sistemas para evitar desperdícios e custos desnecessários. Vianna (1998, p. 47) comenta que as pessoas quando abrem uma torneira ou utilizam um chuveiro em suas residências, tem de imediato uma fonte de água límpida e cristalina disponível. Como este gesto faz parte do cotidiano, elas não se dão conta da quantidade de operações e equipamentos que foram necessários para permitir tal conforto.

As instalações prediais de água fria (IPAF) de Porto Alegre são dimensionadas de acordo com diretrizes e critérios estabelecidos pelos seguintes documentos:

- a) Decreto Municipal n. 9369, de 29 de dezembro de 1988;
- b) NBR 5626, de setembro de 1998;
- c) Lei Municipal n. 10.506, de 5 de agosto de 2008, que institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento de Água;
- d) Decreto Municipal n. 16.305, de 26 de maio de 2009 (regulamenta a Lei n. 10.506 de 2008)

De acordo com a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 2) as instalações prediais de água fria são uma parte integrante do sistema de abastecimento e fazem a ligação da rede de distribuição com o usuário final. É devido a isso que o sistema predial de água deve ser projetado para um adequado desempenho respeitando requisitos e critérios técnicos que garantam a satisfação exigida pelo usuário.

Para Vianna (1998, p. 52), “O projeto tem início na caixa do hidrômetro.” e é importante para os empreendimentos que todos os detalhes sejam verificados para determinar instalações otimizadas dentro da edificação. Macyntire (1996, p. 1) complementa colocando que “O desconforto, os prejuízos e as questões que decorrem do descaso para com o projeto, as especificações e a execução das instalações, infelizmente, são realidades que ninguém ignora e que muitos experimentam pessoalmente.”.

Um item importante para os projetos das instalações hidráulicas é caracterizar de maneira correta o consumo de água. Os equipamentos para essa caracterização de consumo são os hidrômetros. Tomaz (1998, p. 13) define hidrômetro como “[...] aparelho destinado a medir o consumo de água, num fluxo do produtor ao consumidor.”. É um aparelho amplamente utilizado tanto na medição geral do consumo da edificação ou como submedidor em condomínios com medição individualizada. É, portanto, um equipamento chave utilizado nos sistemas de distribuição para o fornecimento de dados de demanda de água em todas as localidades, pois fornece informações importantes para acompanhamento de perdas e para futuros projetos hidráulicos.

O local da edificação e as informações sobre o abastecimento de água também são importantes para estabelecer critérios de projeto nas instalações hidráulicas. A seguir serão apresentados os principais sistemas prediais de distribuição de água utilizados nos projetos de instalações hidráulicas das edificações e, no item posterior, o método estabelecido pelas normas para dimensionar o volume dos reservatórios das edificações.

#### 4.1 SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

Uma edificação abastecida com água da rede pública pode ser distribuída de diferentes maneiras para os pontos de uso interno. Conforme Macintyre (1996, p. 9), mesmo se não houver uma clara separação entre as redes pública e interna da edificação, a instalação predial de água está classificada em sistema de abastecimento direto, indireto ou misto.

Em Porto Alegre, o Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE), através do Código de Instalações Prediais instituído pelo Decreto n. 9369, de 29 de dezembro de 1988, aceita como válido estes três sistemas de distribuição para as edificações. O Decreto ressalta que, “Na escolha do sistema de distribuição, devem ser tomadas precauções no sentido de que as pressões dinâmicas nos pontos de utilização estejam dentro dos valores mínimos da Norma Brasileira NBR 5626.” (PORTO ALEGRE, 1988, p. 8).

Os valores mínimos de pressões nos aparelhos, estabelecidos pela NBR 5626, são de 10 kPa para todos os pontos de utilização, 5 kPa para caixa de descarga e 15 kPa para uso de válvula de descarga na bacia sanitária. A pressão máxima estabelecida para qualquer ponto da rede

predial não pode ultrapassar os 400 kPa (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 12). Os itens a seguir apresentam em mais detalhes dos três sistemas de distribuição de água possíveis para estas instalações hidrossanitárias das edificações.

#### 4.1.1 Sistema direto de distribuição

O Decreto n. 9369 define que o sistema direto de distribuição ocorre quando os pontos de consumo internos da edificação são alimentados diretamente pela rede pública, ficando assim, os aparelhos hidrossanitários sujeitos a pressão de água desta rede (PORTO ALEGRE, 1988, p. 8). Não ocorre, portanto, neste tipo de sistema, a instalação de reservatórios e por isso a falta de água, quando ocorre, é percebida imediatamente pelo usuário. A figura 4 mostra detalhes deste tipo de sistema.

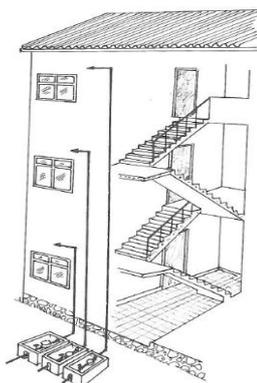


Figura 4: sistema de distribuição direto sem reservatórios (COELHO, 2009, p. 227)

Macyntire (1996, p. 9) relata que este sistema é muito utilizado nas cidades européias, pois apresentam economia devido ao não uso de reservatórios. Ele também ressalta que nas cidades brasileiras não é um sistema muito utilizado devido à falta de requisitos que viabilizam o seu uso ou devido a edificações mais altas, que necessitam de pressões da rede muito elevadas.

Mesmo sendo possível a utilização deste tipo de sistema, é comum mesmo em residências e edificações pequenas, a instalação de reservatórios. A NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 10) recomenda a instalação de reservatórios superiores com um volume mínimo de 500 L de água em pequenas residências.

#### 4.1.2 Sistema indireto de distribuição

De acordo com o Decreto n. 9369, o sistema indireto de distribuição ocorre quando os pontos de consumo internos da edificação são alimentados a partir de um reservatório superior (PORTO ALEGRE, 1988, p. 8). Isso mantém o nível de pressões na rede interna da edificação mais estável.

Este sistema por gravidade é adotado devido à intermitência ou irregularidades no abastecimento de água, e/ou devido às possíveis oscilações de pressão da rede pública decorrentes de períodos do dia com elevado consumo (MACINTYRE, 1996, p. 9). Este é o sistema mais comum nas cidades brasileiras, sendo neste caso necessário dimensionar o volume útil dos reservatórios.

Em Porto Alegre, o Decreto n. 9369 determina que para edificações com mais de quatro pavimentos é obrigatório, no sistema indireto de distribuição, a divisão do volume de água reservado em dois reservatórios, um inferior e outro superior. Neste caso é necessária a instalação de bombas de recalque na edificação para transferir a água para o reservatório superior. Edificações de até quatro pavimentos poderão possuir apenas reservatório superior ou utilizar o sistema direto de distribuição se as condições pressão na rede forem favoráveis e se liberado pelo órgão técnico do DMAE (PORTO ALEGRE, 1988, p. 12). A figura 5 mostra este sistema indireto com dois reservatórios.

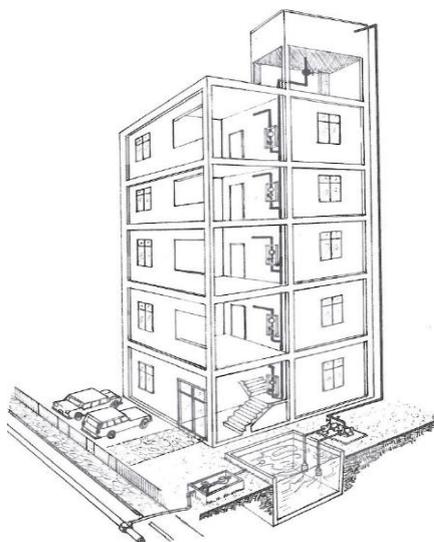


Figura 5: sistema de distribuição indireta por gravidade (COELHO, 2009, p. 226)

Quando existir na edificação o sistema com bombas para enchimento do reservatório superior, a NBR 5626 estabelece que o tempo máximo de enchimento seja de seis horas. Sendo assim, sabendo a capacidade do reservatório e o tempo de enchimento limite estabelecido pela norma, encontra-se a vazão para o projeto do sistema de recalque (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 12).

Esta verificação do enchimento estabelecido pela Norma deixa clara a influência do volume escolhido para o reservatório superior no funcionamento do sistema de recalque. Se a capacidade reservada de água estiver dimensionada de forma não otimizada ou pouco exata, ocorrerá uma operabilidade das bombas diferente da esperada. Isso irá refletir no consumo de energia elétrica que a edificação terá e assim gerar gastos desnecessários para o condomínio.

De acordo com Gonçalves et al. (2009, p. 26), as bombas de recalque em uma edificação representam, em média, 8% do consumo total de energia elétrica. É, portanto, um item importante e que conforme foi mencionado, o seu projeto depende do volume adotado para o reservatório. Isso reforça a idéia de que este volume deve ser verificado com cuidado para evitar futuros custos adicionais devido a projetos mal dimensionados.

### **4.1.3 Sistema misto de distribuição**

Este sistema engloba os dois tipos comentados anteriormente para a distribuição de água na edificação. Ocorrerão na edificação pontos de consumo alimentados diretamente da rede pública e outros pontos alimentados por gravidade, a partir do reservatório superior da edificação (MACINTYRE, 1996, p. 14).

É um sistema bastante utilizado em edifícios que possuem áreas condominiais maiores, com a presença de jardins, calçadas e até mesmo piscinas. Muitas vezes estes pontos dentro do condomínio não são alimentados pelos reservatórios, mas sim por tubulações ligadas diretamente ao ramal de entrada de água da rede pública. A figura 6 mostra ilustra uma edificação com este sistema distribuição.

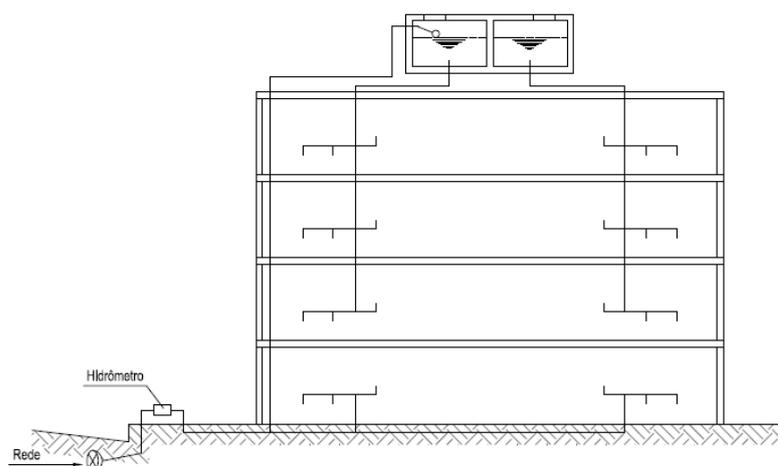


Figura 6: sistema misto de distribuição

## 4.2 DIMENSIONAMENTO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO

Como mencionado, as cidades brasileiras possuem principalmente o sistema indireto de distribuição por gravidade com reservatório superior. Por isso torna-se indispensável ao projetista conhecer quais as recomendações para dimensionar corretamente este volume do reservatório.

As edificações de Porto Alegre com mais de quatro pavimentos possuem obrigatoriamente um sistema indireto de distribuição por gravidade com dois reservatórios, existindo portanto, a necessidade de dimensionamento do volume de água dos mesmos. O total de água reservado nos dois reservatórios não pode ser inferior a um consumo diário e não deve ultrapassar o máximo três consumos diários (PORTO ALEGRE, 1988, p. 9).

Fica então a cargo do projetista dimensionar, dentro deste intervalo, o volume ideal para o reservatório, buscando o valor mais adequado ao padrão de consumo de água futuro da edificação e assim, evitando cargas e custos desnecessários para o empreendimento. Dentro deste panorama a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 10) define, para a dimensão dos reservatórios, que:

A capacidade dos reservatórios de uma instalação predial de água fria deve ser estabelecida levando-se em consideração o padrão de consumo de água no edifício e, onde for possível obter informações, a frequência e duração de interrupções do abastecimento.

Algumas vezes, a interrupção do abastecimento é caracterizada pelo fato de a pressão na rede pública atingir valores muito baixos em determinados horários do dia, não garantindo o abastecimento dos reservatórios elevados ou dos pontos de utilização.

O volume de água reservado para uso doméstico deve ser, no mínimo, o necessário para 24 h de consumo normal no edifício, sem considerar o volume de água para combate a incêndio.

No caso de residência de pequeno tamanho, recomenda-se que a reserva mínima seja de 500 L.

Para o volume máximo de reservação, recomenda-se que sejam atendidos dois critérios: garantia de potabilidade da água nos reservatórios no período de detenção médio em utilização normal e, em segundo, atendimento à disposição legal ou regulamento que estabeleça volume máximo de reservação.

A concessionária deve fornecer ao projetista o valor estimado do consumo de água por pessoa por dia, em função do tipo de uso do edifício.

Vianna (1998, p. 61) ainda complementa: “Além do volume destinado a suprir as demandas comuns do prédio, os reservatórios poderão também acumular água para outras finalidades, como por exemplo, para prevenção de combate a incêndio.”. Este volume para combate a incêndio deve ser acrescido ao volume útil de água dimensionado para um dia de consumo. A figura 7 mostra um exemplo de desenho típico de projeto do reservatório superior e suas tubulações.

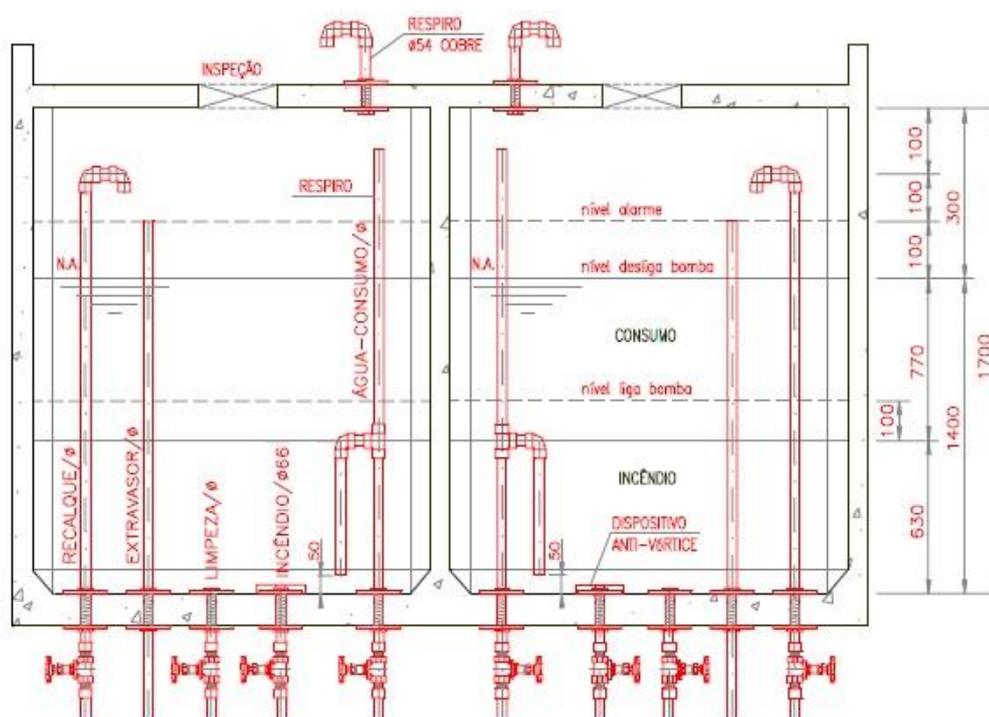


Figura 7: exemplo de desenho do projeto de um reservatório superior

Em Porto Alegre, as informações para os projetistas estão descritas no Código de Instalações Prediais de Água e Esgoto, instituído pelo Decreto n. 9369, de 29 de dezembro de 1988. Nele estão definidos os parâmetros para dimensionar os reservatórios das edificações na cidade. O quadro 1 mostra quais os valores de consumo diário devem ser considerados para cada tipo de edificação (PORTO ALEGRE, 1988).

PRÉDIOS	CONSUMO (litro/dia)
Apartamentos e residências	200 <i>per capita</i>
Cinemas, teatros e templos	2 por lugar;
Escolas - externatos	50 <i>per capita</i>
Escolas - internatos	200 <i>per capita</i>
Escolas - semi-internatos e creches	100 <i>per capita</i>
Escritórios e lojas	50 <i>per capita</i>
Estabelecimentos de banho ou saunas	300 l/pessoa/banho
Fábricas (excluído o processo industrial)	50 <i>per capita</i>
Garagens para estacionamento de veículos	25 por veículo
Hotéis e motéis	200 por hóspede
Hospitais	250 por leito
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercado	5 por m <sup>2</sup> de área
Posto de serviço para automóveis	150 por veículo
Restaurantes e similares	25 por refeição

Quadro 1: valores para o consumo em litros por dia (PORTO ALEGRE, 1988, p. 12)

É permitido ao projetista dimensionar o reservatório inferior com valor de 40% a 60% do volume útil total de água reservado, mas o somatório dos volumes reservados nos dois reservatórios não pode ultrapassar os três consumos diários estabelecidos (PORTO ALEGRE, 1988, p. 9). Um número maior de consumos diários para o volume útil dos reservatórios é utilizado pelo projetista em casos nos quais a localidade possui constantes interrupções e problemas no abastecimento de água. Mas é importante que o projetista estabeleça de maneira otimizada qual o valor ideal de volume útil para um consumo diário da edificação.

É necessário também que o projetista estipule a quantidade de pessoas que possivelmente farão uso da edificação. Essa quantidade é decorrente da tipologia de edificação e da metragem quadrada que ela apresenta. Para estimar essa quantidade mínima de pessoas o Decreto n. 9369 estabelece os dados apresentados no quadro 2 (PORTO ALEGRE, 1988, P. 13).

Apartamentos e residências	População
Dormitórios de até 12 m <sup>2</sup>	02 pessoas
Dormitórios com mais de 12 m <sup>2</sup>	03 pessoas
Cinemas, teatros e templos	
Cada 0,7 m <sup>2</sup> de área	01 lugar
Escritórios	
Cada 7 m <sup>2</sup>	01 pessoa
Banco	
Cada 5 m <sup>2</sup>	01 pessoa
Restaurante	
Cada 1,5 m <sup>2</sup>	01 pessoa
Sala de hotéis	
Cada 5,5 m <sup>2</sup>	01 pessoa
Museus e bibliotecas	
Cada 5,5 m <sup>2</sup>	01 pessoa

Quadro 2: valores para o cálculo da população  
(PORTO ALEGRE, 1988, p. 13)

Fica clara a relação entre o dimensionamento do reservatório e os parâmetros básicos de consumo de água da edificação e a estimativa do número de ocupantes das unidades residenciais. Estes dados, quando alterados por características das edificações, podem gerar projetos não otimizados para os reservatórios, visto que o seu dimensionamento é feito com valores teóricos empíricos. É com este intuito que no próximo capítulo serão abordadas importantes características que afetam o consumo de água nas edificações e que podem auxiliar neste dimensionamento.

## 5 CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO

A NBR 5626 coloca claramente que é necessário considerar o padrão de consumo da edificação para dimensionar a capacidade dos reservatórios (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 10). Conforme comentado anteriormente, percebe-se que o volume dimensionado para o reservatório está baseado em valores empíricos sobre a estimativa de consumo de água e número de moradores da edificação. Mas algumas características e particularidades quando presentes no empreendimento alteram e influenciam o consumo de água, modificando conseqüentemente os valores base utilizados para os projetos.

Segundo Gonçalves et al. (2009, p. 25), os sistemas de água das edificações se dividem em setores residencial, comercial ou público. Os setores públicos e comerciais possuem comportamentos semelhantes quanto ao sistema de água e consumo de energia. As edificações residenciais têm características diferentes. Eles ressaltam também que o consumo de água em todos os setores das áreas urbanas é alvo cada vez mais frequente de estudos e verificações que procuram entender melhor os seus padrões e características e, com isso, definir melhor as estimativas sobre demanda de água para o futuro.

Gonçalves e Jordão (2006, p. 11) definem consumo de água residencial como aquele referente ao consumo em edificações unifamiliares e multifamiliares. Ainda de acordo com os autores, “O consumo de água residencial pode constituir mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas. Na região metropolitana de São Paulo, o consumo de água residencial corresponde a 84,4% do consumo total urbano.”.

Estudos de caracterização da demanda de água dentro das edificações residenciais existem, mas ainda ocorre escassez de informações. É necessário um número maior de dados para estabelecer parâmetros mais consistentes e eficazes para os projetos dos sistemas prediais de água. Nos últimos anos surgiram muitos programas de conservação de água e a cada dia as edificações incorporam mais estes métodos de projeto que alteram a demanda de água. É nítida na construção civil habitacional a tendência de projetos que busquem incorporar mais o uso racional de água e o conceito de edificação sustentável, pois é intensa a discussão e os

debates sobre desenvolvimento sustentável do Planeta (GONÇALVES et al., 2009, p. 26). A caracterização de consumo nas edificações se distribui, em geral, de acordo com os percentuais da figura 8.



Figura 8: distribuição do consumo de água nas peças hidrossanitárias (GONÇALVES; JORDÃO, 2006<sup>2</sup>)

Na busca da redução desta demanda por água potável e projetos sustentáveis, o município de Porto Alegre criou a Lei 10.506, de 5 de agosto de 2008, que estabelece medidas para conservação e uso racional de água nos empreendimentos da cidade, instituindo o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento de Águas. Nela estão descritos conjuntos de ações para promover a redução de desperdícios, uso de fontes alternativas de captação e reaproveitamento de água, bem como ações para conscientização dos usuários sobre a importância do uso racional da água. Para as edificações residenciais a Lei estabelece também que, para o combate ao desperdício de água, devem-se instalar equipamentos economizadores de água e medidores individuais de consumo (PORTO ALEGRE, 2008, p. 2).

Ainda sobre o combate ao desperdício, para Leuck (2008, p. 19):

Dentro das edificações, o combate ao desperdício quantitativo de água segue por três vertentes complementares: a primeira, através da detecção e correção de perdas vazamentos no sistema predial de água; a segunda, pela sensibilização e conscientização do usuário, seja por campanhas educativas, seja por micromedição, ou seja, com a instalação de hidrômetros e através da medição individualizada dos

<sup>2</sup> Dados retirados pelos autores do PURA-USP, Programa de Uso Racional de Água da Universidade de São Paulo, 1995.

apartamentos; e a terceira, independente da vontade do usuário, com a substituição dos aparelhos sanitários convencionais por aparelhos economizadores.

É dentro deste panorama que este trabalho irá focar em quatro características consideradas na bibliografia como influentes na demanda por água potável. São elas:

- a) a medição individualizada;
- b) o aproveitamento de água da chuva e reúso de água cinza;
- c) aparelhos economizadores de água;
- d) classe social da edificação.

Nos itens a seguir são apresentados detalhes sobre cada uma dessas características. Será descrita a maneira de como cada uma influencia na demanda por água e qual o possível percentual de variação que pode ocorrer neste valor.

## 5.1 MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA

A medição individualizada é definida como a utilização de medidores individuais ou submedidores para o abastecimento dos apartamentos na edificação. O uso destes equipamentos afeta diretamente na conservação de água da edificação, pois permite a cobrança individual assim como ocorre com a energia elétrica. Esta atitude pode reduzir de 15 a 30% o consumo de água, sendo, portanto, uma medida importante para sua conservação (TOMAZ, 1998, p. 6).

A medição individualizada atua diretamente na percepção de consumo das pessoas, através dela é possível controlar o que realmente cada apartamento está consumindo e verificar quando vazamentos ou grandes perdas ocorrem (COELHO, 2009, p. 3). Isso indica que edificações que possuem este tipo de medição necessitam de um volume disponível de água potável menor e que por isso, devem ser analisadas ao dimensionar o volume do reservatório devido a sua influência no consumo geral de água.

Pesquisas realizadas nos Estados Unidos mostraram que, ao efetuar uma revisão geral das instalações hidráulicas, é possível obter até 15 % de economia de água. Isto ocorre apenas devido à redução de perdas por vazamentos que ocorrem principalmente em torneiras, bacias sanitárias, vazamentos visíveis e outros (TOMAZ, 1998, p. 61). Com a medição

individualizada é possível verificar com mais facilidade também os vazamentos invisíveis que ocorrem em tubulações e conexões embutidas em paredes e pisos. Na figura 9 há um exemplo de conjunto de medidores individualizados de água.

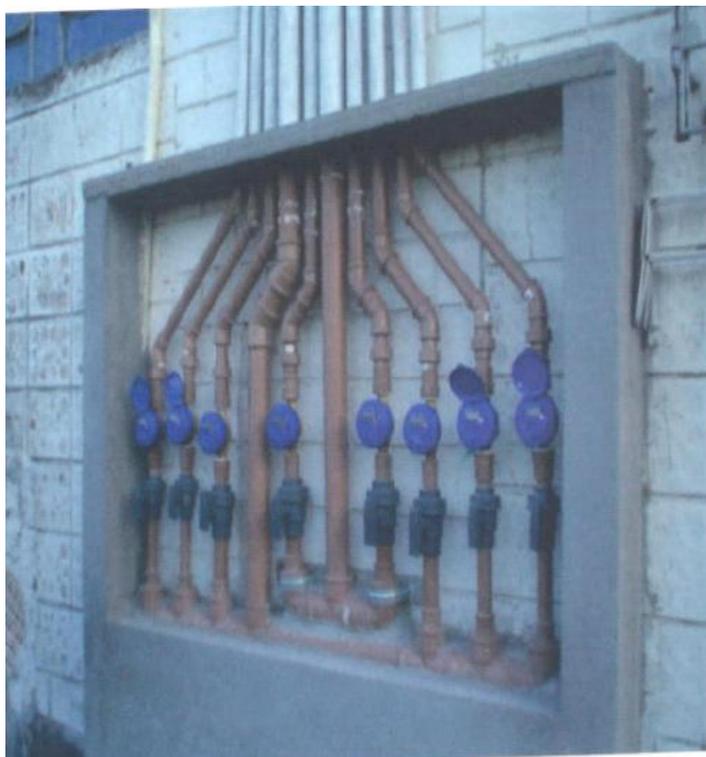


Figura 9: exemplo de caixa coletiva com hidrômetros individuais (COELHO, 2009, p. 230)

Resultados de pesquisas realizadas em outros países também reforçam a idéia de que edificações com a medição individualizada consomem menos água. Na cidade americana de Seattle, ocorreu uma economia de 20% no consumo de água com a instalação de medição individual em um condomínio de edifícios multifamiliares. Isso incentivou fortemente a cidade na criação de um programa de abatimento nas tarifas para quem utilizasse submedidores na edificação. Em Boston, outra cidade americana, pesquisas sobre o consumo antes e depois da instalação dos hidrômetros individuais em mais de 300 prédios, resultaram também em 20% de economia de água (TOMAZ, 1998, p. 7).

Para Coelho (2009, p. 5), o uso de submedidores ou micromedição “[...] é uma ferramenta essencial para a redução do desperdício e das perdas aparentes [...]”. Ele ressalta também que é importante a escolha correta do tipo de hidrômetro para cada aplicação e perfil de consumo, considerando sempre os melhores aspectos econômicos e técnicos.

### 5.1.1 Sistema de telemetria

O avanço tecnológico também atinge os projetos hidráulicos nas edificações. Cada vez mais ficam disponíveis no mercado produtos que facilitam tanto as etapas de projeto e execução como também no uso e controle do consumo de água. Um sistema que possui exatamente estas características de facilitar este controle é o de telemetria, adotado para leitura a distância dos hidrômetros. A Lei 10.506 da cidade de Porto Alegre coloca no seu artigo quarto que uma das importantes ações para combater o desperdício é “[...] a progressiva substituição dos hidrômetros convencionais e a implantação de medição computadorizada, com telemetria, para o acompanhamento do consumo [...]” (PORTO ALEGRE, 2008, p. 2).

O sistema é capaz de efetuar a leitura a distância de todos os medidores de água de uma edificação através de ondas de rádio frequência, agilizando as leituras antes realizadas manualmente, e dando assim maior confiabilidade para geração de contas do consumo de água. A figura 10 mostra um hidrômetro dotado de sistema de telemetria e o aparelho utilizado para realizar a coleta de dados por radio frequência.



Figura 10: hidrômetro com sistema de telemetria e coletor de dados por radio frequência (trabalho não publicado<sup>3</sup>)

Os dados coletados podem abastecer um software que permite verificar rapidamente qual o consumo de uma residência e sinalizar automaticamente possíveis problemas como a presença de vazamentos e fraudes. É também possível gerar relatórios e gráficos para facilitar o acompanhamento do consumo ao longo do tempo. A figura 11 mostra uma imagem da

<sup>3</sup> Material cedido por empresa de instalações hidráulicas de Porto Alegre.

interface gráfica de um destes softwares para o tratamento de dados coletados pelo sistema de telemetria.

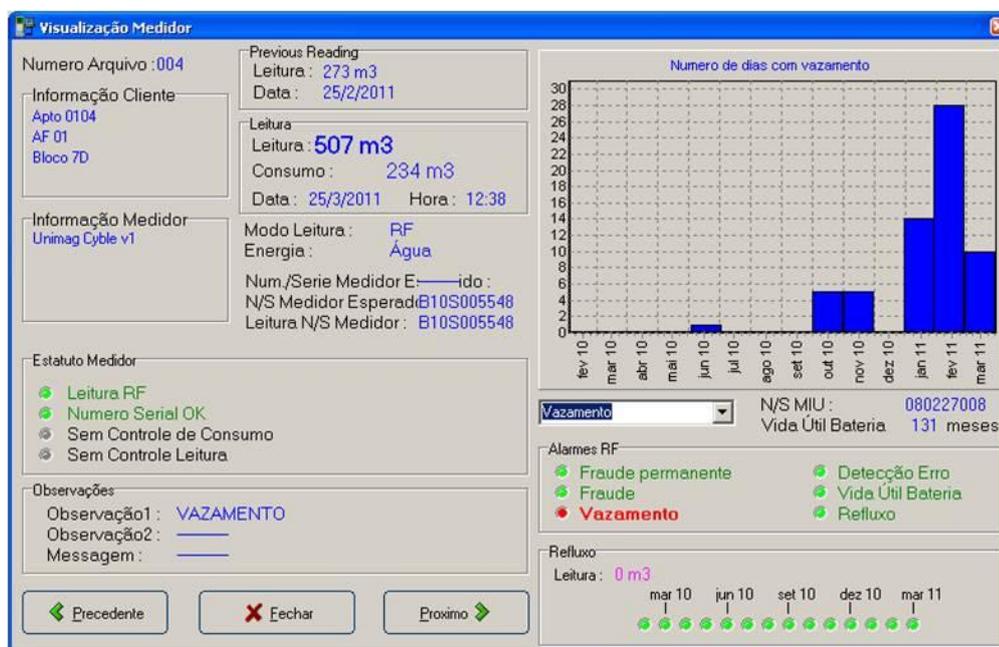


Figura 11: interface gráfica do software do sistema de telemetria (trabalho não publicado)<sup>4</sup>

### 5.1.2 O caso do Condomínio Conjunto Residencial Fernando Ferrari

Um caso que obteve significativos resultados e é tido como referência em Porto Alegre para o estudo sobre a medição individualizada é o do Condomínio Conjunto Residencial Fernando Ferrari. Entre 2008 e 2009 o condomínio popular de baixa renda, situado no bairro Rubem Berta, foi alvo de um grande projeto do Departamento Municipal de Água e Esgoto de Porto Alegre que efetuou a instalação do sistema de medição individualizada em 1232 apartamentos e 4 unidades comerciais.

Os apartamentos do conjunto habitacional estão divididos em 23 blocos que juntos possuem aproximadamente 5000 moradores. O projeto instalado também contou com o sistema de telemetria para a realização das leituras mensais pelos técnicos do DMAE através de radio frequência, o que permitiu maior agilidade e confiabilidade para o fornecimento das contas

<sup>4</sup> Material cedido por empresa de instalações hidráulicas de Porto Alegre.

aos condôminos. A figura 12 mostra uma imagem de alguns blocos deste conjunto habitacional.



Figura 12: imagem do Condomínio Fernando Ferrari (trabalho não publicado<sup>5</sup>)

A instalação do novo sistema hidráulico ocorreu no início de 2009 e o acompanhamento do consumo antes e depois das obras permitiu visualizar claramente a modificação no padrão de consumo que ocorreu. De acordo com informações e dados fornecidos pelo engenheiro do DMAE Maturino Rabello Júnior, a redução na demanda por água foi de 24,59% até o final de 2010, quando comparado ao ano anterior, e a média de consumo do condomínio sofreu redução de 15.998 m<sup>3</sup>/mês para 12.065 m<sup>3</sup>/mês.

O controle de vazamentos e a consciência sobre o uso mais racional da água dentro do condomínio aumentaram e foram determinantes para resultados expressivos de redução no consumo de água. A medição individual também diminuiu drasticamente a inadimplência entre os moradores, pois agora cada apartamento paga apenas a quantidade de água que efetivamente consumiu. A figura 13 mostra um gráfico com a evolução que ocorreu no consumo de água após a instalação do novo sistema do Condomínio Conjunto Residencial Fernando Ferrari.

---

<sup>5</sup> Material cedido por empresa de instalações hidráulicas de Porto Alegre.

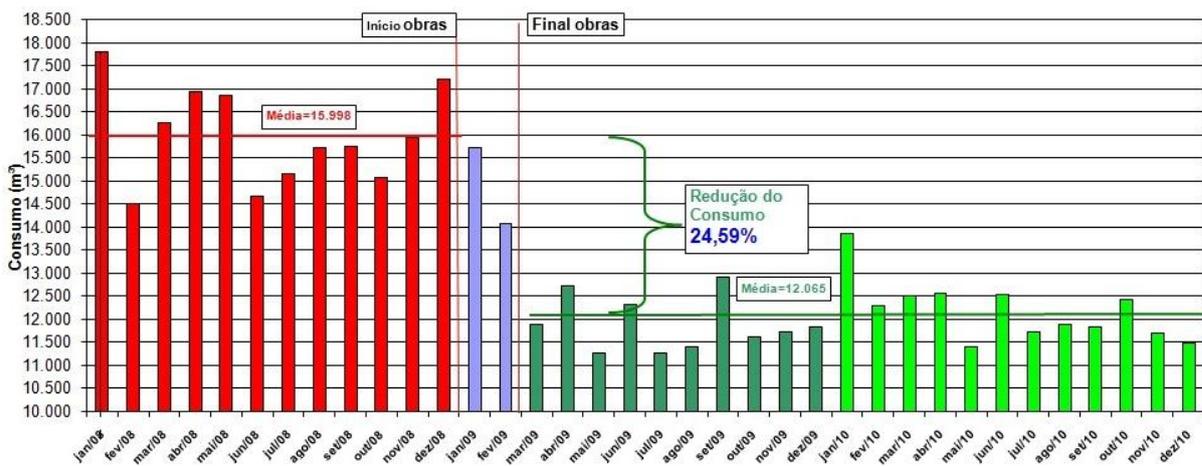


Figura 13: gráfico com a evolução no consumo de água (trabalho não publicado<sup>6</sup>)

Os resultados deste projeto mostram que um sistema com medição individual, aliado a tecnologia de leitura por radio frequência, são importantes para futuros projetos hidráulicos que busquem confiabilidade, uso mais racional, agilidade e excelência nas informações sobre o consumo de água.

## 5.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA E REÚSO DE ÁGUA CINZA

Ainda sobre a conservação de água, um item importante e que é tratado na bibliografia é o aproveitamento da água da chuva e reúso de água cinza. A Lei 10.506 de Porto Alegre ressalta esta característica como relevante na redução pela demanda de água potável. Esta Lei prevê que as ações de aproveitamento de água compreendem basicamente a captação, armazenamento e utilização de águas das chuvas e águas servidas (águas cinzas) (PORTO ALEGRE, 2008, p. 2).

Tomaz (1998, p. 176) também ressalta em seu trabalho que o reaproveitamento de águas cinzas e uso da água da chuva, têm grande importância para a conservação de água. Ele coloca que as águas servidas ou cinzas são as águas das pias, torneiras e máquinas de lavar roupas, excluindo apenas as águas negras de bacias sanitárias e pias de cozinha devido à maior quantidade de matéria orgânica presente. Essa corrente de água cinza junta-se com a

<sup>6</sup> Material cedido pelo engenheiro do DMAE Maturino Rabello Júnior.

captação da água da chuva e, através do sistema de reaproveitamento da edificação, abastece todas as bacias sanitárias e outros pontos. O esquema deste sistema é mostrado na figura 14.

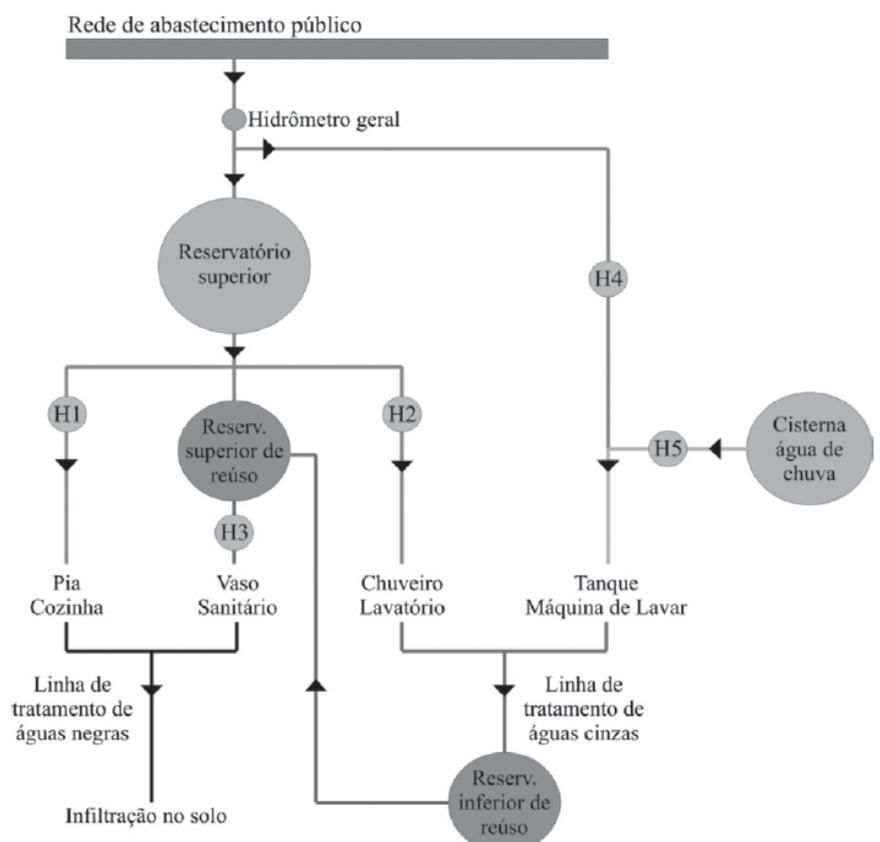


Figura 14: esquemático do sistema de aproveitamento de água da chuva e reúso de água cinza (CHEUNG et al., 2009, p. 83)

Cheung et al. (2009, p. 80) colocam que as águas cinzas e a coletada das chuvas, além de alimentar os vasos sanitários, também podem ser utilizadas no tanque, máquina de lavar e irrigação de jardins. Com este aproveitamento é possível ter uma redução em torno de 30 a 40% no consumo de água potável. Isso é coerente com o percentual colocado anteriormente na figura 8, referente ao consumo de água das bacias sanitárias, tanques e máquinas de lavar.

Este volume de água reaproveitada será armazenado em um reservatório específico do sistema de reaproveitamento e conseqüentemente, o volume do reservatório de água potável ligado ao ramal da rede pública pode sofrer uma redução de igual proporção, já que não será necessário reservar água para alimentar estes pontos de consumo. Ou seja, nestes casos onde ocorre a implantação destes sistemas pode haver otimização do volume útil no projeto do reservatório da edificação.

É importante ressaltar o aspecto sustentável do uso racional de água quando se adota nas edificações um sistema de aproveitamento como o que foi detalhado na figura 14. Leuck (2008, p. 34) coloca que:

A reutilização da água e os sistemas de coleta e utilização de água da chuva surgem como um meio de conservação da água e como alternativas para enfrentar a carência do recurso, tanto para fins potáveis quanto não potáveis, tornando-se uma alternativa para minimizar sua escassez.

É importante também observar a importância na preservação da saúde dos usuários quando se utiliza um sistema de reúso de água cinza ou de chuva na edificação. Variados componentes e organismos podem estar presentes na água e é necessário por isso verificar as exigências mínimas de tratamento para o seu reaproveitamento em determinadas utilizações na edificação (LEUCK, 2008, p. 41).

### 5.3 APARELHOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA

Os aparelhos hidrossanitários, instalados nas residências e edificações, vêm sofrendo cada vez mais avanços com novas tecnologias que demandem menos água. Esta idéia é colocada por Wolney et al. (2006, p. 276) da seguinte maneira: “O mundo definitivamente entrou na era da sustentabilidade ambiental e o consumo da água nos aparelhos sanitários empregados nas instalações hidráulicas prediais de modo geral passou a ser questionado e revisto.”.

A caracterização de consumo de água nas edificações, já apresentada na figura 8, mostra a distribuição em percentuais entre o uso de água em cada tipo de aparelho. Wolney et al. (2006, p. 267) definem os aparelhos sanitários como as peças, aparelhos e equipamentos que utilizam água instalados na edificação. Os autores detalham que os aparelhos sanitários nos quais a água é utilizada na edificação são:

- a) bacia sanitária, banheira, chuveiro e ducha, lavatório, mictório e bidê nos banheiros;
- b) pia e lavadora de louças, panelas e utensílios nas cozinhas;
- c) tanque e lavadora de roupa nas áreas de serviço;
- d) torneira de jardim e outras torneiras em garagens, pátios e superfícies similares.

A redução no consumo de água se dá nestes aparelhos de diferentes formas. Caixas sanitárias com acionamento duplo, por exemplo, possuem 2 volumes disponíveis de acordo com a quantidade de dejetos líquidos e sólidos. Volumes menores destas caixas sanitárias também são importantes na redução de consumo, mas Wolney et al. (2006, p. 273) ressaltam que volumes muito pequenos na bacia sanitária podem levar o usuário a um duplo acionamento.

Já em torneiras mais econômicas, de acordo com a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 17), a redução no consumo de água se dá devido a arejadores instalados na saída de água que permitem, através de orifícios laterais, a entrada de ar durante o escoamento e assim, dão aos usuários uma sensação de maior vazão. Segundo Wolney et al. (2006, p. 294) a redução do consumo ocorre também devido à redução na seção de saída das torneiras através de telas finas ou peças perfuradas que direcionam o fluxo e eliminam a dispersão. Leuck (2008, p. 22) apresenta no quadro 3, dados resultantes de um estudo da Agência Nacional das Águas (ANA) realizado em um conjunto habitacional de baixa renda da cidade de São Paulo, sobre o potencial de redução no consumo de água com a utilização de aparelhos com e sem economizadores de água.

Aparelhos	Sem economizadores		Com economizadores	
	% consumo	L/hab.dia	% redução	L/hab.dia
CHUVEIRO	55	110	40	66
PIA	18	36	24	27,4
LAV. ROUPA	11	22	0	22
LAVATÓRIO	8	16	24	12,2
BACIA	5	10	0	10
TANQUE	3	6	24	4,6
TOTAL	100	200	29	142,1

Quadro 3: potencial de redução do consumo com o uso de aparelhos economizadores (LEUCK, 2008, p. 22)

Cabe observar que o percentual de consumo referente às bacias sanitárias neste quadro é menor do que ilustrado na figura 8 pois, o aparelho instalado durante este levantamento era uma bacia de consumo reduzido, e deste modo, o chuveiro obteve um resultado percentual também mais elevado. É importante observar que todos estes pontos de consumo com economizadores de água instalados atuam independentemente da vontade do usuário. Os

chuveiros, que neste estudo do conjunto habitacional ficaram com o maior percentual de consumo de água, são os que apresentaram um maior potencial de redução quando com o uso de economizadores. Seu gasto elevado tem relação direta com o tempo em que o usuário fica com ele ligado e a vazão que este escoar a água.

O mais comum no Brasil é o uso de chuveiros elétricos que apresentam normalmente uma vazão pequena, no entanto pesquisas indicam que o tempo gasto no banho é relativamente alto. Dados de São Paulo mostram que os consumos de água nos chuveiros em residências populares e de classe média, representam em torno de 30% a 50% da demanda total de água. Já em residências e edifícios de padrão mais elevado, e que muitas vezes possuem aquecimento de água a gás, os chuveiros acabam impactando de maneira mais significativa. Isto porque as duchas que utilizam água aquecida a gás podem gerar consumos de água bem mais elevados devido a maiores vazões de funcionamento (WOLNEY et al., 2006, p. 285).

O mesmo ocorre na comparação entre as bacias sanitárias que usam válvula de descarga frente as que utilizam a caixa acoplada. A NBR 5626 define que para o projeto das instalações hidráulicas com uso de bacia sanitária com caixa acoplada a vazão de projeto a ser considerada é de 0,15 litros/segundo, já para as que utilizam o sistema de válvula de descarga, a vazão de projeto aumenta para 1,7 litros/segundo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 13). Percebe-se que o uso de uma bacia sanitária com caixa acoplada reduz significativamente a quantidade de água despejada em cada utilização, já que é um volume fixo e sem a interferência do usuário, diferente da bacia com válvula de descarga que possui vazão de trabalho bem mais elevada gerando assim um consumo de água maior.

As máquinas de lavar roupas também possuem um grande consumo de água, Wolney et al. (2006, p. 303) descreve que este é um equipamento já reconhecido de grande necessidade nas residências das famílias das classes média e alta no País. O consumo de água neste equipamento pode chegar a 11% em uma residência unifamiliar.

Sabendo disto, os fabricantes de máquinas de lavar estão cada vez mais empenhados em desenvolver tecnologias e equipamentos cada vez mais econômicos, tanto na questão do consumo de água, quanto na demanda por energia elétrica. Variados tamanhos de máquinas de acordo com os quilos de roupa e da tecnologia utilizada nos ciclos de lavagem, colocam a disposição dos consumidores equipamentos cada vez mais eficientes.

Dentro desta situação atual, na qual o mercado está voltado para uma maior conscientização no quesito demanda por água, um projetista deve verificar em detalhes que tipo de aparelhos e instalações poderão vir a ser utilizados no empreendimento. Isso é peça fundamental para que haja otimização nos itens do projeto hidráulico.

Cada vez mais os usuários e consumidores devem ser incentivados a adquirir produtos com características voltadas a uma maior sustentabilidade. Políticas públicas de conscientização sobre o uso racional da água são fundamentais para melhorar a cultura da população sobre o assunto. É também importante que os governos incentivem as construtoras a instalarem em todo o empreendimento aparelhos hidrossanitários que economizem água.

#### 5.4 CLASSE SOCIAL

O padrão da edificação em relação à classe social dos seus ocupantes também é importante, pois diferentes culturas e aparelhos utilizados estarão presentes em edificações populares ou de alto padrão, por exemplo. Essa idéia é reforçada por Gonçalves e Jordão (2006, p. 12) que ressaltam os dados presentes no quadro 4. Nesse quadro verifica-se que nas regiões Norte e Nordeste o consumo é bem inferior ao da região Sudeste por exemplo, indicando que características como padrão de vida das pessoas influenciam na demanda por água. Ele coloca ainda que a renda familiar é um item importante a ser destacado na estimativa de consumo.

Região	Consumo de água	
	Por habitante (L/hab.dia)	Por economia (m <sup>3</sup> /economia.mês)
Norte	111,7	16,1
Nordeste	107,3	12,5
Sudeste	174,0	15,9
Sul	124,6	11,7
Centro-Oeste	133,6	13,4
Brasil	141,0	14,1

Quadro 4: consumo de água médio por pessoa sem considerar perdas (GONÇALVES; JORDÃO<sup>7</sup>, 2006, p. 12)

<sup>7</sup> Dados retirados pelos autores do PMSS, Programa de Modernização do Setor de Saneamento, 2003.

Cohin et al. (2009, p. 8) salientam que é importante que sejam realizados trabalhos que caracterizem o consumo de água e avaliem a influência das características socioeconômicas nesta demanda. O gráfico da figura 15 mostra a relação da renda familiar e consumo de água.

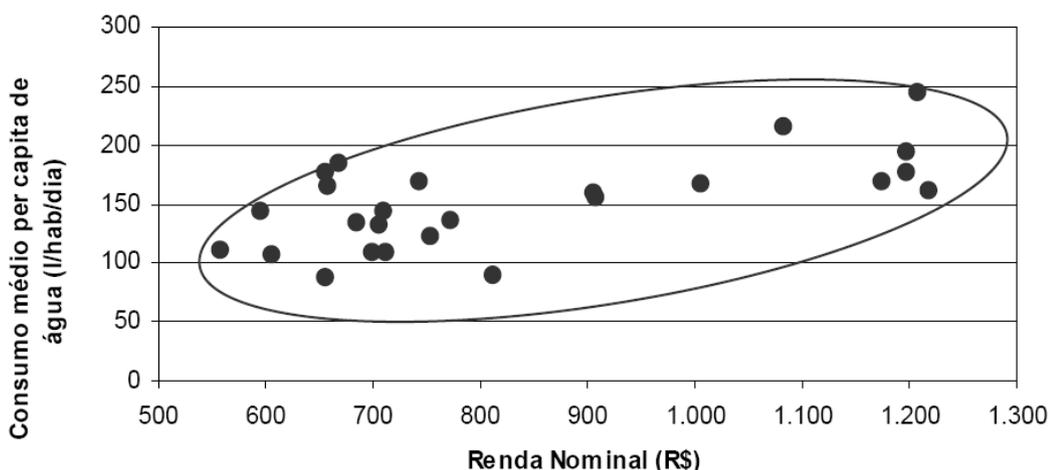


Figura 15: relação de consumo *per capita* de água versus renda nominal, nas capitais estaduais (COHIN<sup>8</sup> et al., 2009, p. 2)

Os dados mostram que ocorrem variações no padrão de consumo de acordo com o nível de renda das pessoas, mas conforme já foi apresentada anteriormente, a norma de Porto Alegre não faz distinção nos valores de consumo de água para projetos hidráulicos de edificações com diferentes características socioeconômicas. Leuck (2008, p. 22) reforça que “O consumo residencial nos centros urbanos varia significativamente com o nível social e a renda familiar.”. O autor ainda coloca que é difícil determinar no Brasil o consumo de água por pessoa devido à grande heterogeneidade existente na sua população e a variedade de costumes das diferentes regiões do País.

A necessidade de realizar uma otimização em determinados itens do sistema hidráulico para cada tipo de edificação fica evidente ao analisar outra norma, a NBR 7229, de setembro de 1993. Esta Norma detalha informações sobre o projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. O projeto destes tanques sépticos é feito, assim como para as instalações hidráulicas de água fria, a partir de uma estimativa populacional e de uma vazão, que neste caso, é a de contribuição de esgoto por pessoa e não de consumo de água *per capita* como na

<sup>8</sup> Dados retirados pelos autores do SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2005.

NBR 5626. Estes valores visam antever qual o volume de contribuição irá ocorrer na edificação e assim projetar os sistemas de esgotamento sanitário de maneira mais exata.

Mas, diferentemente da NBR 5626, de instalação predial de água fria, na NBR 7229 existem parâmetros técnicos diferenciados para diferentes padrões de edificações, auxiliando assim o projetista na escolha de valores mais adequados para cada tipo de projeto. O quadro 5 mostra em destaque os valores disponíveis de contribuição diária de esgotos, para o projeto de tanques sépticos da NBR 7229, de acordo com o padrão da edificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p. 4).

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf)	
1. Ocupantes permanentes			
- residência			
padrão alto	pessoa	160	1
padrão médio	pessoa	130	1
padrão baixo	pessoa	100	1
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- alojamento provisório	pessoa	80	1

Quadro 5: parâmetros para projeto de tanques sépticos  
(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p. 4)

De acordo com a NBR 7229, o valor adotado para a contribuição de esgoto no projeto dos tanques sépticos é 80% do consumo diário de água de uma pessoa. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p. 4). Ou seja, de acordo com esta Norma pode-se ter três níveis de consumo para os projetos hidrossanitários das edificações.

O valor de consumo de água na cidade de Porto Alegre, conforme citado anteriormente, é de 200 L/hab.dia, sem fazer distinção sobre o padrão característico do empreendimento. Portanto, uma Norma reconhece a necessidade de diferenciar as vazões de projeto de acordo com a classe social e padrão da edificação e outra estipula apenas valores fixos, sem analisar características do empreendimento, deixando margem para dimensionamentos não adequados. Seria interessante que, tanto o Decreto de Porto Alegre como também a NBR 5626, incorporassem em futuras revisões, diferentes parâmetros básicos de consumo *per capita* para elaboração de projetos hidráulicos de acordo com as características dos empreendimentos.

## 6 LEVANTAMENTOS DE DADOS DE CAMPO

No capítulo anterior foram estudados dados teóricos, casos práticos e exemplos relatados na bibliografia que evidenciam o quanto algumas características das edificações podem afetar o consumo de água e o quão importante é, para um projetista, a análise de cada uma delas na busca de projetos de reservatórios multifamiliares mais otimizados. Para reforçar os dados encontrados neste estudo bibliográfico este trabalho realizou uma segunda etapa de pesquisa, a de levantamento de dados de campo.

Este levantamento prático buscou verificar o real consumo de água e número de moradores em diferentes edificações da cidade de Porto Alegre com o objetivo de realizar, através destes dados reais, o dimensionamento de reservatórios ideais para cada uma das edificações pesquisadas. Considera-se no trabalho que volume útil ideal é o volume de reservatório mais otimizado possível, considerando para a edificação os dados do período em que foi realizado o acompanhamento de consumo e o levantamento do número de moradores. Também foi realizado para cada edificação o cálculo do volume útil do reservatório teórico utilizando os valores estabelecidos pelas normas, simulando assim a estimativa de consumo que um projetista faria nas etapas iniciais de projeto. Com estes volumes ideais e teóricos foi possível realizar uma comparação e verificar o percentual de diferença entre a estimativa teórica e o que realmente está ocorrendo na prática.

Este capítulo apresentará primeiramente uma descrição detalhada de como foi feita esta coleta de dados de campo nas edificações visitadas. Posteriormente são apresentados os detalhes das características de cada uma dessas edificações juntamente com os dados e médias de número de moradores e consumo de água *per capita* que ocorreu.

### 6.1 COLETA DE DADOS

A escolha do número de edificações e da localização de cada uma delas foi feita por conveniência, sem preocupação com representatividade estatística. Essa forma foi escolhida devido à dificuldade da determinação do universo de edificações de Porto Alegre e a

necessidade de uma grande amostra e quantidade de dados para obter resultados estatisticamente válidos. As edificações foram escolhidas a partir de contatos com empresas do ramo de projetos hidrossanitários, contatos pessoais com moradores e síndicos das edificações e indicações da área de engenharia do Departamento Municipal de Água e Esgoto da cidade de Porto Alegre.

Para ser considerada adequada para este trabalho, a edificação deveria conter alguns parâmetros de interesse para a pesquisa:

- a) possuir alguma das características estudadas na pesquisa bibliográfica;
- b) estar em pleno funcionamento com uma alta taxa de ocupação;
- c) permitir o acesso ao edifício para a coleta de dados do consumo de água e ao número de moradores existente.

Para o trabalho era importante localizar no mínimo uma edificação para cada uma das quatro características estudadas, mas edificações com reaproveitamento de água nas bacias sanitárias não foram encontradas. As únicas edificações localizadas na cidade com esta característica não atendiam algum dos requisitos acima descritos. Algumas estavam em fase de implantação, outras estavam com o sistema desativado devido a custos de manutenção e outras utilizavam esse volume reaproveitado apenas para jardins e limpeza de calçada, e portanto, sem possibilidade de verificação do impacto no consumo interno.

Após escolhidas as edificações, os seguintes dados foram colhidos:

- a) número de moradores por apartamento;
- b) metragem quadrada dos dormitórios;
- c) números de apartamentos na edificação;
- d) localização e leitura dos hidrômetros para acompanhamento do consumo;
- e) verificação de características estudadas presentes na edificação;
- f) volume dos reservatórios existentes na edificação.

## 6.2 EDIFICAÇÕES PESQUISADAS

O levantamento de dados de campo foi realizado em quatro edificações de Porto Alegre escolhidas de acordo com os parâmetros de interesse desta pesquisa citados anteriormente. As

edificações escolhidas serão identificadas neste trabalho apenas pelo bairro em que se localizam, não sendo informados seus endereços. Todos os levantamentos realizados nas edificações foram feitos com autorização e acompanhamento dos síndicos dos condomínios. A seguir são apresentados os itens com detalhes de cada uma destas edificações visitadas.

### 6.2.1 Edificação do bairro Higienópolis

A edificação localizada no bairro Higienópolis possui dez andares e dois apartamentos por andar, totalizando assim vinte apartamentos. O edifício ainda possui as seguintes características:

- a) condomínio de alto padrão;
- b) hidrômetro geral para controle do consumo de água;
- c) banheiros de ducha fria com água aquecida em aquecedor de passagem a gás individual, instalados na construção do edifício;
- d) vaso sanitário de caixa acoplada, também instalado na construção do edifício;
- e) todos os apartamentos possuem três dormitórios;
- e) todos os dormitórios com menos de 12 m<sup>2</sup>;
- f) reservatório existente projetado dentro dos critérios estabelecidos nas normas.

A figura 16 mostra uma vista frontal do edifício.



Figura 16: vista frontal edifício do bairro Higienópolis

O levantamento do número de moradores foi feito através de contato direto em cada apartamento, sendo que todos os apartamentos neste edifício estavam ocupados e em todos foi possível contatar algum morador. O quadro 6 mostra os dados de número de moradores de cada apartamento bem como o total para toda a edificação e o cálculo da média de moradores por dormitório.

Apartamento	Nº moradores		Apartamento	Nº moradores
201	3		701	3
202	4		702	2
301	2		801	4
302	1		802	1
401	1		901	2
402	3		902	2
501	3		1001	3
502	3		1002	1
601	3		1101	3
602	3		1102	2
Total de moradores		=	49	
Média de moradores/dormitório		=	0,82	

Quadro 6: dados do número de moradores do edifício do bairro Higienópolis

Pode-se verificar nestes dados apresentados, que os apartamentos com maior número de moradores são os de número 202 e 801, possuindo quatro moradores cada. A média geral de moradores para cada apartamento ficou próxima de 2,5, resultando em uma média de menos de um morador por dormitório.

O acompanhamento do consumo de água foi feito através de leituras no hidrômetro geral do edifício, a figura 17 mostra o hidrômetro onde foram efetuadas as leituras.



Figura 17: hidrômetro geral para leituras do consumo de água do edifício do bairro Higienópolis

As leituras efetuadas durante a pesquisa de campo nesta edificação são apresentadas no quadro 7 juntamente com as datas em que cada uma foi efetuada.

Data		Total de dias
24 de março	26 de maio	63 dias
Leitura 1 (Litros)	Leitura 2 (Litros)	Consumo no período
1.386.804	2.125.477	738.673 litros

Quadro 7: leituras do consumo de água edifício do bairro Higienópolis

Nesta edificação o consumo é medido de maneira geral, ou seja, no consumo total apresentado estão incluídos os consumos de água das áreas condominiais juntamente com os dos moradores. A edificação não possui piscina e sua área condominial é pequena, possui apenas alguns jardins na parte frontal que são regados diariamente. Conforme informações do síndico, além do jardim, o consumo de água condominial que ocorre é também devido à faxina dos corredores, efetuada duas vezes por semana, e do salão de festas quando ocorre algum evento organizado pelos moradores.

De posse destas leituras do hidrômetro da edificação mostrando o consumo durante 63 dias e do número total de moradores existentes, foi possível calcular a média de consumo real de água por dia e por morador desta edificação. Os dados destes cálculos são apresentados no quadro 8.

Consumos na edificação			
Consumo médio por dia	=	11.725	L/dia
Consumo médio por morador por dia	=	239,3	L/hab.dia

Quadro 8: valores reais de consumo por dia e por morador para o edifício do bairro Higienópolis

Pode-se perceber com estes resultados que o consumo diário por morador nesta edificação ficou acima do estipulado nas normas de Porto Alegre que é de 200 L/hab.dia. Para este edifício portanto, confirma-se a idéia de que características de alto padrão e de medição geral do consumo geram uma demanda mais elevada de água.

## 6.2.2 Edificação do bairro Centro

Esta edificação localizada no bairro Centro possui apenas quatro andares e quatro apartamentos em cada andar, totalizando assim 16 apartamentos. Na pesquisa de campo foram verificadas algumas características desta edificação:

- a) condomínio de padrão médio/popular;
- b) hidrômetro geral para controle do consumo de água;
- c) banheiros com chuveiros elétricos;
- d) vaso sanitário de caixa acoplada;
- e) todos os apartamentos possuem três dormitórios;
- f) todos os dormitórios com menos de 12 m<sup>2</sup>;
- g) apenas reservatórios superiores existentes, com volume total de 8000 litros divididos em quatro caixas d'água de 2000 litros cada.

Assim como na edificação anterior o levantamento do número de moradores foi feito através de contato direto em cada apartamento. Também neste edifício todos os apartamentos estavam ocupados e em todos foi possível contatar algum morador. A figura 18 mostra uma vista frontal do edifício.



Figura 18: vista frontal edifício do bairro Centro

O acompanhamento do consumo de água foi feito através de leituras no hidrômetro geral do edifício, a figura 19 mostra o hidrômetro onde foram efetuadas as leituras. Os dados com o número de moradores de cada apartamento e o total verificado para toda a edificação, juntamente com o cálculo da média de moradores por dormitório para a edificação do bairro Centro são apresentados no quadro 9.

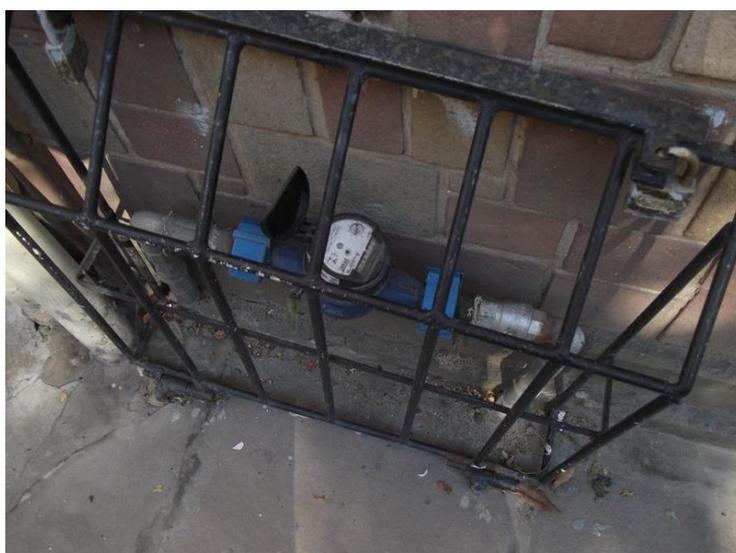


Figura 19: hidrômetro para leituras do consumo de água do edifício do bairro Centro

Apartamento	Nº moradores		Apartamento	Nº moradores
01	3		21	3
02	4		22	3
03	2		23	1
04	1		24	2
11	1		31	4
12	3		32	1
13	3		33	2
14	3		34	1
Total de moradores		=	37	
Média de moradores/dormitório		=	0,77	

Quadro 9: dados do número de moradores do edifício do bairro Centro

Novamente, como verificado na edificação de Higienópolis, o maior número de moradores em um único apartamento foi quatro. A média geral de moradores para cada apartamento ficou em 2,31, ou seja, novamente a edificação possui menos de um morador por dormitório.

Os dados referentes ao consumo de água da edificação são apresentados no quadro 10, juntamente com as datas das respectivas leituras.

Data			Total de dias
30 de março	26 de maio		57 dias
Leitura 1 (Litros)	Leitura 2 (Litros)		Consumo no período
6.251.049	6.541.817		290.768 litros

Quadro 10: leituras do consumo de água edifício Centro

Assim, como na edificação do bairro Higienópolis, nesta edificação o consumo é medido de maneira geral sendo, portanto, a soma do consumo condominial e dos moradores. Porém, nesta edificação do bairro Centro, não há praticamente áreas condominiais, de acordo com o síndico o único gasto de água do condomínio é para efetuar a limpeza dos corredores uma vez por semana, ou seja, o consumo total de água é praticamente devido somente ao consumo dos moradores do edifício.

Com o valor das leituras do hidrômetro da edificação e do número total de moradores, foi possível calcular a média de consumo real de água por dia e por morador que ocorre na edificação. Os dados destes consumos são colocados no quadro 11.

Consumos na edificação			
Consumo médio por dia	=	5.101,2	Litros
Consumo médio por morador por dia	=	137,9	L/hab.dia

Quadro 11: valores reais de consumo por dia e por morador para o edifício Centro

Nesta edificação do bairro Centro, obteve-se um resultado de consumo de água por morador abaixo do estipulado em norma para a cidade de Porto Alegre. A presença de chuveiros elétricos, vasos sanitários com caixas acopladas e o padrão da edificação, ser entre popular e médio, devem ter influenciado este resultado menor na demanda de água.

### 6.2.3 Edificação do bairro Rubem Berta

A terceira edificação onde foi efetuado o levantamento se localiza em um condomínio popular do bairro Rubem Berta que possui vários blocos de apartamentos. O bloco onde foram levantados os dados para a pesquisa foi o Bloco B que possui cinco andares com quatro apartamentos em cada andar, totalizando vinte apartamentos. As características deste condomínio verificadas são as seguintes:

- a) condomínio de padrão popular;
- b) hidrômetro individual para controle do consumo de água;
- c) banheiros com chuveiros elétricos;
- d) vaso sanitário de caixa acoplada;
- e) todos os apartamentos possuem dois dormitórios;
- f) todos os dormitórios com menos de 12 m<sup>2</sup>;
- g) o volume útil total existente para os reservatórios é de 11000 litros, projetado com valor otimizado de consumo de 130 L/hab.dia.

Esta edificação do bairro Rubem Berta possui uma característica em especial. Sabendo que seria um condomínio de padrão popular e que o sistema hidráulico seria projetado com medição individualizada, os projetistas do condomínio, juntamente com o apoio do DMAE,

realizaram o projeto dos reservatórios com o valor otimizado de consumo de água de 130 litros/hab.dia. Ou seja, de maneira pró-ativa, o projeto foi analisado e as características da edificação foram levadas em consideração para resultar em um projeto mais otimizado, reforçando assim a idéia central deste trabalho de pesquisa.

O levantamento do número de moradores foi feito através de contato direto em cada apartamento. Devido ao condomínio ser recente existem apartamentos vazios, sendo alguns a venda e outros aguardando a mudança dos moradores. No momento desta pesquisa, o Bloco B era o edifício do condomínio que apresentava o maior número de apartamentos ocupados. A figura 20 mostra uma imagem geral do condomínio e seus edifícios ou blocos, cada um com uma cor característica.



Figura 20: imagem geral do condomínio do bairro Rubem Berta

Este condomínio foi particularmente importante para o trabalho, pois avaliou a medição individualizada em edifícios de padrão popular, duas características que fortemente afetam o consumo de água em edificações. As leituras para acompanhamento do consumo de água foram realizadas em hidrômetros localizados em painéis ao longo de todos os andares do edifício. Cada painel continha dois hidrômetros, um para cada apartamento, e cada andar possuía dois destes painéis. Um destes painéis com hidrômetros é apresentado na figura 21.

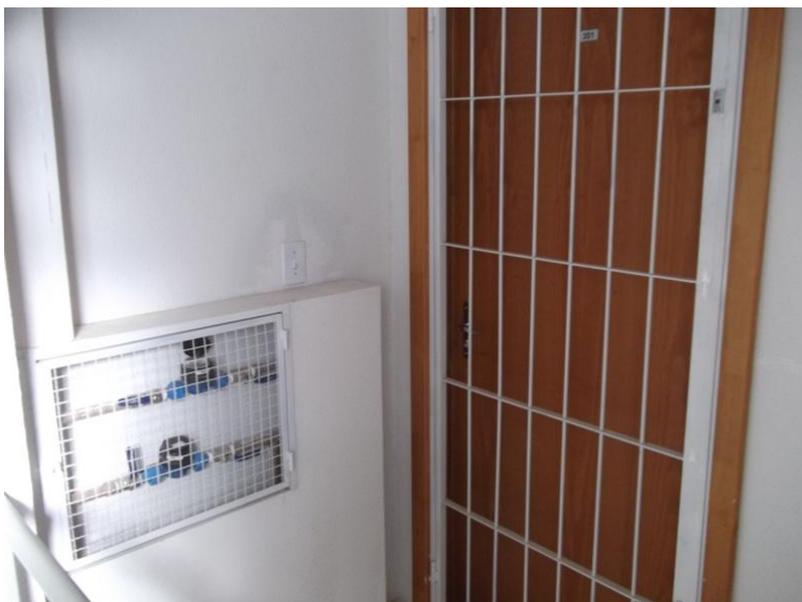


Figura 21: painel com hidrômetros individuais do bloco B no edifício Rubem Berta

O número de moradores verificados em cada apartamento do Bloco B do condomínio no bairro Rubem Berta é apresentado no quadro 12.

Apartamento	Nº moradores		Apartamento	Nº moradores
101	2		303	3
102	2		304	2
103	4		401	4
104	2		402	3
201	2		403	2
202	2		404	2
203	4		501	0
204	1		502	0
301	0		503	0
302	0		504	0
Total de moradores		=	35	
Média de moradores/dormitório		=	1,25	

Quadro 12: dados do número de moradores do bloco B do bairro Rubem Berta

Pode-se verificar nesse quadro que seis apartamentos do Bloco B estão desocupados de acordo com informações do síndico e moradores vizinhos. A média de moradores por dormitório, calculada nos 14 apartamentos habitados, resultou no valor de 1,25 morador/dormitório, valor este maior do que as encontrados para nas outras edificações até aqui apresentadas.

O quadro 13 mostra as leituras realizadas no hidrômetro de cada apartamento e sua data correspondente. Neste quadro também foram calculadas as médias de consumo por dia e por morador que ocorreram nesta edificação.

Apartamento	Nº de moradores	Leituras (litros)		Consumos		
		Leitura 1 26 de março	Leitura 2 03 de junho	No período de 69 dias (litros)	Litros/dia	Litros/hab.dia
101	2	35700	57990	22290	323,0	161,5
102	2	22320	37450	15130	219,3	109,6
103	4	2980	43270	40290	583,9	146,0
104	2	16590	34320	17730	257,0	128,5
201	2	20430	43180	22750	329,7	164,9
202	2	910	20850	19940	289,0	144,5
203	4	31810	59140	27330	396,1	99,0
204	1	11030	17130	6100	88,4	88,4
303	3	22450	43220	20770	301,0	100,3
304	2	1110	18170	17060	247,2	123,6
401	4	33470	64920	31450	455,8	113,9
402	3	29160	46000	16840	244,1	81,4
403	2	10620	14870	4250	61,6	30,8
404	2	14910	21560	6650	96,4	48,2

Quadro 13: leituras e médias do consumo de água no Bloco B do bairro Rubem Berta

Percebe-se que o fato da edificação possuir medição individual de água permitiu verificar exatamente o consumo de cada apartamento. As médias de consumo diário por apartamento e por morador para esta edificação como um todo são apresentadas no quadro 14.

Consumos na edificação			
Consumo diário médio por apartamento	=	278,0	L/dia
Consumo diário médio por morador	=	111,2	L/morador

Quadro 14: valores reais de consumo por dia e por morador para o edifício Rubem Berta

O resultado obtido de consumo diário de água por morador ficou abaixo do estabelecido pela legislação de Porto Alegre, reforçando a idéia de que este é um condomínio que possui características de baixo consumo de água. Este resultado também mostra a importância de seus projetistas utilizarem valores otimizados para esse condomínio, pois a média de consumo estimada em 130 litros/hab.dia no projeto se aproxima da que está ocorrendo realmente na edificação.

#### 6.2.4 Edificação do bairro Boa Vista

O último condomínio visitado e que foram efetuados os levantamentos localiza-se no bairro Boa Vista e possui duas torres de apartamentos com 56 apartamentos cada uma, totalizando um condomínio com 112 apartamentos. O acompanhamento de consumo de água e verificação da quantidade de moradores ocorreu apenas em uma das torres, chamada Torre 1. O condomínio possui as seguintes características:

- a) condomínio de alto padrão;
- b) hidrômetro individual para controle do consumo de água fria e água quente;
- c) banheiros de ducha fria com água aquecida por central a gás;
- d) vaso sanitário de caixa acoplada;
- e) 28 apartamentos com quatro dormitórios;
- f) 28 apartamentos com três dormitórios;
- g) todos os 196 dormitórios possuem menos de 12 m<sup>2</sup>;
- h) possui grande área condominial com jardins e duas piscinas;
- i) reservatório existente projetado dentro dos critérios estabelecidos nas normas.

A edificação no bairro Boa Vista se destaca das demais visitadas, pois possui dois hidrômetros individuais em cada apartamento, um para controle do consumo de água fria e

outro para controle do consumo de água quente, que é proveniente de uma central de aquecimento a gás. O grande número de apartamentos também é outro diferencial para o trabalho visto que a média de consumo será feita para uma quantidade de pessoas maior que as verificadas nas outras edificações. A figura 22 mostra uma imagem da edificação e suas duas torres.



Figura 22: imagem geral do condomínio do bairro Boa Vista

Diferentemente das outras edificações, nas quais o levantamento do número de moradores foi feito com contato direto em cada apartamento, nesta edificação o número de moradores foi fornecido pelo síndico através de uma lista mestra existente no sistema de segurança do condomínio. Este sistema de segurança possui equipamentos de leitura biométrica que destravam os portões de acesso da edificação através da verificação da digital do polegar, ou seja, todo e qualquer morador, de todos os apartamentos, tem suas digitais cadastradas neste sistema e assim acessam o edifício sem a necessidade de chaves.

Para diferenciar os apartamentos habitados dos desabitados foram verificados os níveis de consumo de água, assim, somente os apartamentos com consumo de água ao longo do período de observação da pesquisa foram considerados, sendo que o restante recebeu número zero de

moradores. O quadro 15 mostra o número de moradores em cada apartamento da edificação do bairro Boa Vista.

Apartamento	Nº Moradores		Apartamento	Nº Moradores		Apartamento	Nº Moradores
301	4		801	2		1301	2
302	0		802	2		1302	3
303	4		803	0		1303	2
304	1		804	0		1304	3
401	2		901	1		1401	2
402	2		902	1		1402	0
403	3		903	4		1403	2
404	1		904	2		1404	1
501	0		1001	2		1501	0
502	4		1002	2		1502	3
503	3		1003	2		1503	1
504	2		1004	2		1504	0
601	1		1101	2		1601	2
602	2		1102	0		1602	3
603	4		1103	2		1603	2
604	0		1104	3		1604	0
701	0		1201	0			
702	2		1202	1			
703	2		1203	2			
704	2		1204	2			
Total de moradores		=	97				
Média morador/dormitório			0,50				

Quadro 15: dados do número de moradores da Torre 1 do edifício do bairro Boa Vista

Mensalmente funcionários da portaria do condomínio realizam de forma manual as leituras dos 224 hidrômetros existentes para os apartamentos das duas torres, fornecendo posteriormente os dados para o síndico que realiza o rateio proporcional das contas de água condominiais. Os hidrômetros para estas leituras estão localizados em painéis fechados, sendo um painel em cada andar. Em cada um destes painéis encontram-se os hidrômetros de 4 apartamentos, totalizando oito hidrômetros por painel, sendo quatro de água fria e quatro de água quente. A figura 23 mostra um destes painéis sendo em vermelho os hidrômetros de água quente e os restantes de água fria.



Figura 23: painel com hidrômetros individuais da Torre 1 edifício do bairro Boa Vista

Devido à quantidade de dados, referentes aos levantamentos efetuados nos hidrômetros da Torre 1 deste condomínio, o quadro com todas as leituras dos hidrômetros de água quente e fria foi inserida no apêndice A para consulta. No quadro 16 são apresentados resultados obtidos destas leituras com o consumo por apartamento e consumo diário por pessoa durante o período de fevereiro a abril de 2011 do acompanhamento do trabalho.

Apartamento	Nº moradores	Consumos (litros)		Apartamento	Nº moradores	Consumos (litros)	
		No período de 65 dias	L/hab.dia			No período de 65 dias	L /hab.dia
301	4	45790	176,1	1001	2	20321	156,3
303	4	47574	183,0	1002	2	19079	146,8
304	1	2629	40,4	1003	2	26373	202,9
401	2	20280	156,0	1004	2	34801	267,7
402	2	24845	191,1	1101	2	8254	63,5
403	3	44503	228,2	1103	2	29943	230,3
404	1	10968	168,7	1104	3	76398	391,8
502	4	53973	207,6	1202	1	6791	104,5
503	3	24289	124,6	1203	2	25452	195,8
504	2	24381	187,5	1204	2	15136	116,4
601	1	6827	105,0	1301	2	28448	218,8
602	2	23431	180,2	1302	3	65093	333,8
603	4	19361	74,5	1303	2	12336	94,9
702	2	26060	200,5	1304	3	27578	141,4
703	2	23793	183,0	1401	2	12555	96,6
704	2	20642	158,8	1403	2	22936	176,4
801	2	23749	182,7	1404	1	8006	123,2
802	2	24798	190,8	1502	3	18676	95,8
901	1	10988	169,0	1503	1	8927	137,3
902	1	4202	64,6	1601	2	16299	125,4
903	4	56923	218,9	1602	3	25327	129,9
904	2	31807	244,7	1603	2	24031	184,9

Quadro 16: consumo total e diário por pessoa em cada apartamento da edificação Boa Vista

As médias que ocorreram durante o período de pesquisa, resultantes destes levantamentos para o número de moradores por dormitório e para o consumo de água por morador da torre

em questão, são apresentadas no quadro 17. Cabe salientar que, dos 56 apartamentos da Torre 1, apenas 44 foram considerados como habitados e tiveram seus dados utilizados nos cálculos das médias. Isso devido ao baixo consumo ocorrido nas leituras dos hidrômetros, indicando que, mesmo com moradores cadastrados no sistema de segurança, os apartamentos possivelmente estavam vazios.

Número de moradores por apartamento na edificação			
Média de moradores por dormitório	=	0,50	
Consumos diários na edificação			
Consumo médio por apartamento	=	367,9	Litros
Consumo médio por morador	=	166,3	L/morador

Quadro 17: valores reais de consumo por dia e por morador para o edifício Boa Vista

Percebe-se com esses resultados, que mesmo em se tratando de um condomínio com alto padrão, o consumo diário de água por pessoa durante o período de monitoramento deste trabalho ficou abaixo do estabelecido em norma para cidade de Porto Alegre reforçando a influência do uso dos hidrômetros individuais. Cabe lembrar, que além do consumo dos moradores, a edificação possui grande área condominial e de acordo com o síndico este consumo de água condominial é bem elevado, mas, devido à presença da medição individualizada nos apartamentos, foi possível verificar o perfil de consumo apenas dos moradores desta edificação.

## 7 CÁLCULO DOS RESERVATÓRIOS IDEAL E TEÓRICO E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Após obter as médias de moradores em cada apartamento e dormitório, juntamente com o consumo *per capita* que estes moradores têm em cada edificação avaliada, o passo seguinte foi comparar esses resultados com os valores teóricos estabelecidos pelas normas vigentes na cidade de Porto Alegre e, então, calcular os reservatórios teórico e ideal de cada edificação.

Com o número de moradores e consumo real verificado para cada edificação foi possível calcular o reservatório ideal, ou seja, o mais otimizado possível e que atenderia a edificação no período em que a pesquisa foi realizada. Por outro lado, através dos dados da metragem quadrada dos dormitórios e utilizando os valores estabelecidos pelas normas para dimensionar a população de uma edificação e o seu consumo de água por morador, pôde-se calcular o reservatório teórico para a edificação, simulando assim, o dimensionamento que um projetista faria para reservatório da edificação em questão.

Conforme relatado anteriormente, todos os dormitórios nas edificações pesquisadas possuem menos de 12 m<sup>2</sup> e, de acordo com o Decreto n. 9369, cada um destes dormitórios deve possuir dois moradores e um consumo de 200 L/hab.dia (PORTO ALEGRE, 1988, p. 12-13). Ou seja, para o cálculo do volume útil dos reservatórios teóricos deve-se utilizar a média de duas pessoas por dormitório em todas as edificações. Por exemplo, em apartamentos com quatro dormitórios, como o que ocorre em alguns apartamentos do edifício do bairro Boa Vista, o número de moradores total que deve ser considerado para o projeto do volume útil dos reservatórios é de oito pessoas por apartamento.

Já nas edificações menores, com apenas dois dormitórios por apartamento, como é o caso da edificação do bairro Rubem Berta, o número total de moradores em cada apartamento a ser considerado é de quatro pessoas. O quadro 18 mostra esse dimensionamento da população teórica para cada uma das edificações, realizado de acordo com a Legislação de Porto Alegre.

EDIFÍCIO	Nº de apartamentos		Nº de dormitórios por apartamento	Nº de moradores por apartamento	Total teórico de moradores	
HIGIENÓPOLIS	20		3	6	120	
CENTRO	16		3	6	96	
RUBEM BERTA	20		2	4	80	
BOA VISTA	56	28	4	8	224	392
		28	3	6	168	

Quadro 18: número de moradores de acordo com a norma de Porto Alegre

Este número de moradores, especificado pelas normas para estas edificações pesquisadas, se mostra elevado quando comparado com o número de moradores real verificado nas edificações, observando a diferença percentual entre eles. Para obter o número real de moradores na edificação foi multiplicada a média de moradores por dormitório, entre os apartamentos ocupados, pelo número total de dormitórios da edificação, ou seja, foi considerado que nos apartamentos vazios havia um número de moradores por dormitório igual à média dos apartamentos habitados. Essa comparação, apresentada no quadro 19, indica o percentual do quão abaixo está o número real de moradores comparando com os valores teóricos.

EDIFÍCIO	Nº total de dormitórios	Média teórica por dormitório	Média real por dormitório	Total teórico de moradores	Total real de moradores	Diferença (%)
HIGIENÓPOLIS	60	2	0,82	120	49	59
CENTRO	48		0,77	96	37	62
RUBEM BERTA	40		1,25	80	50	38
BOA VISTA	196		0,50	392	100	75

Quadro 19: comparação do número real e teórico de moradores

Através desse quadro pode-se perceber que o número teórico total de moradores ficou bem acima do verificado nos levantamentos de campo das edificações pesquisadas. Sabe-se que a população de uma edificação modifica-se frequentemente e que dormitórios, hoje vazios, podem ser ocupados futuramente. Mas o que um projetista espera ao dimensionar a população do edifício utilizando estes dados de do Decreto 9369 de Porto Alegre é estar com um número minimamente adequado do total de moradores, sem incorrer em superdimensionamentos.

Analisando ainda o quadro percebe-se que, em geral, o número de moradores real nas edificações pesquisadas ficou 60% abaixo do valor teórico recomendado pela legislação. Pode-se, portanto, devido a estes percentuais bastante elevados nestas edificações, verificar que há potencial de melhoria para dimensionamentos mais otimizados. A única exceção ficou para o edifício do bairro Rubem Berta onde o número real de moradores foi de 38% abaixo do valor teórico, indicando que o dimensionamento neste caso ficou mais adequado que nas outras edificações.

O próximo passo foi comparar os consumos diários de água verificados na prática, e já apresentados anteriormente em cada edificação, com o valor teórico de 200 L/hab.dia especificado para a cidade de Porto Alegre. A seguir, a figura 24 mostra através de um gráfico a comparação do consumo real *per capita* de cada edificação com o valor teórico, juntamente com a análise percentual ocorrida em cada edificação.

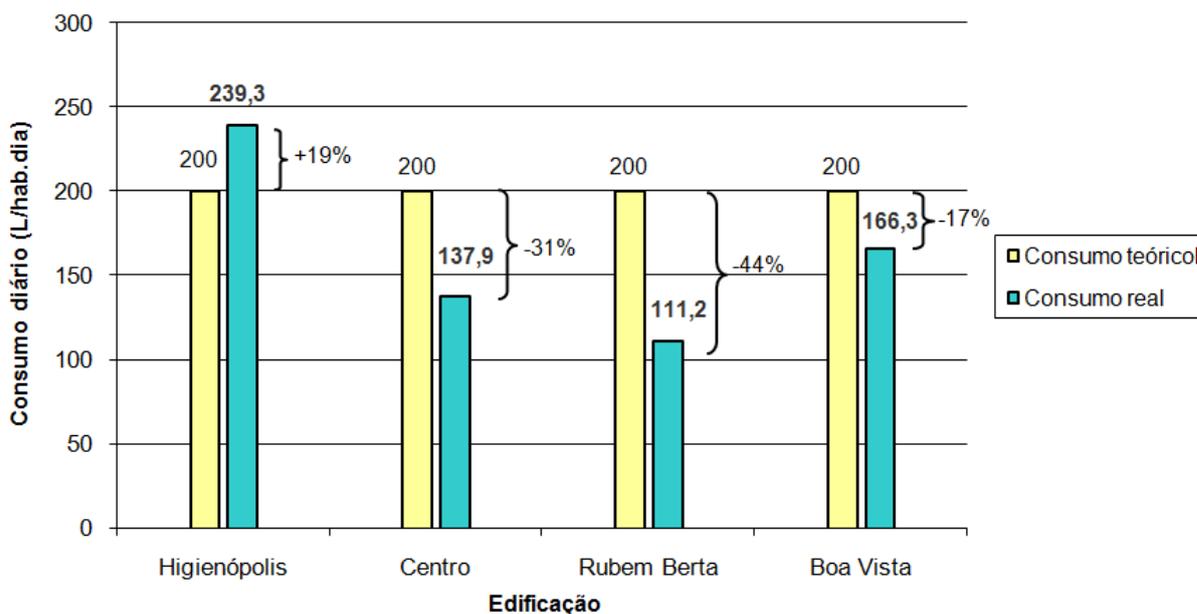


Figura 24: comparação entre consumo real e teórico em cada edificação pesquisada

Através deste gráfico percebe-se que as edificações consideradas de padrão mais elevado são as que possuem um consumo diário por pessoa maior que as de padrão popular, reforçando assim a teoria estudada no levantamento de dados bibliográficos de que a classe social é relevante na análise do padrão de consumo de água. O mesmo pode-se observar quando compara-se as edificações com medição individual com as de medição geral. As edificações que possuem medição individualizada apresentaram um menor consumo de água que as de

classe social semelhante e que não possuem os hidrômetros individuais. A edificação do bairro Boa vista ficou com o consumo cerca de 30% abaixo da verificada na edificação do bairro Higienópolis. Já a edificação Rubem Berta teve consumo de água em torno de 20% menor que a edificação do bairro Centro. Novamente isso reforça os dados dos estudos teóricos sobre esta característica.

Finalmente, após o levantamento e cálculo de todos estes dados, é possível realizar o dimensionamento teórico e ideal do volume útil do reservatório de cada uma das edificações. Cabe salientar que o reservatório ideal é o mais otimizado possível para cada edificação de acordo com o levantamento realizado no período da pesquisa. O projetista não faz o projeto exatamente no valor mais otimizado possível, mas é necessário conhecê-lo para projetar usando margens de segurança e não incorrendo em superdimensionamentos. Já o dimensionamento teórico visa simular um cálculo de volume útil que um projetista faria para cada uma das edificações em questão, dentro dos parâmetros estipulados para a cidade de Porto Alegre.

A comparação entre estes dois valores mostra a dimensão das diferenças entre os valores teóricos e os ideais. O quadro 20 apresenta todas as médias teóricas de consumo e número de moradores encontrados e exhibe os resultados destes dimensionamentos dos reservatórios juntamente com o percentual de diferença que mostra quão abaixo do valor teórico está o valor de volume útil ideal.

Edificação	Número de moradores		Consumo de água (L/hab.dia)		Volume útil do reservatório (litros)		
	Teórico	Real	Teórico	Real	Teórico	Ideal	Diferença (%)
HIGIENÓPOLIS	120	49	200	239,3	24.000	11.725	-51
CENTRO	96	37		137,9	19.200	5.102	-73
RUBEM BERTA	80	50		111,2	16.000	5.560	-65
BOA VISTA	392	100		166,3	78.400	16.630	-78

Quadro 20: dimensionamento do reservatório teórico e ideal e comparação dos resultados

Esse quadro mostra claramente a diferença que ocorre nestas edificações entre o valor projetado e o que realmente seria necessário de volume útil de água potável para um dia de consumo da edificação. Pode-se observar que ocorre uma grande diferença na estimativa

populacional das edificações, mostrando que a densidade de moradores por dormitório estipulada pelo Decreto n. 9369 é bem acima do nível de ocupação que ocorre na prática. Sabe-se que em um projeto são necessárias margens de segurança para não ocorrerem subdimensionamentos, mas é necessário avaliar com cuidado esses resultados e questionar se um valor em torno de 70% não é um percentual muito acima do necessário para essa margem de segurança. Esses resultados mostram que, nestas edificações pesquisadas, os dados das normas vigentes estão levando ao dimensionamento de reservatórios com volumes úteis acima do necessário e que esta diferença é ainda maior quando na edificação existem características de baixo consumo de água como a classe popular e a presença de medidores individuais. A figura 25 mostra graficamente esta diferença entre reservatório ideal e teórico juntamente com cada percentual verificado.

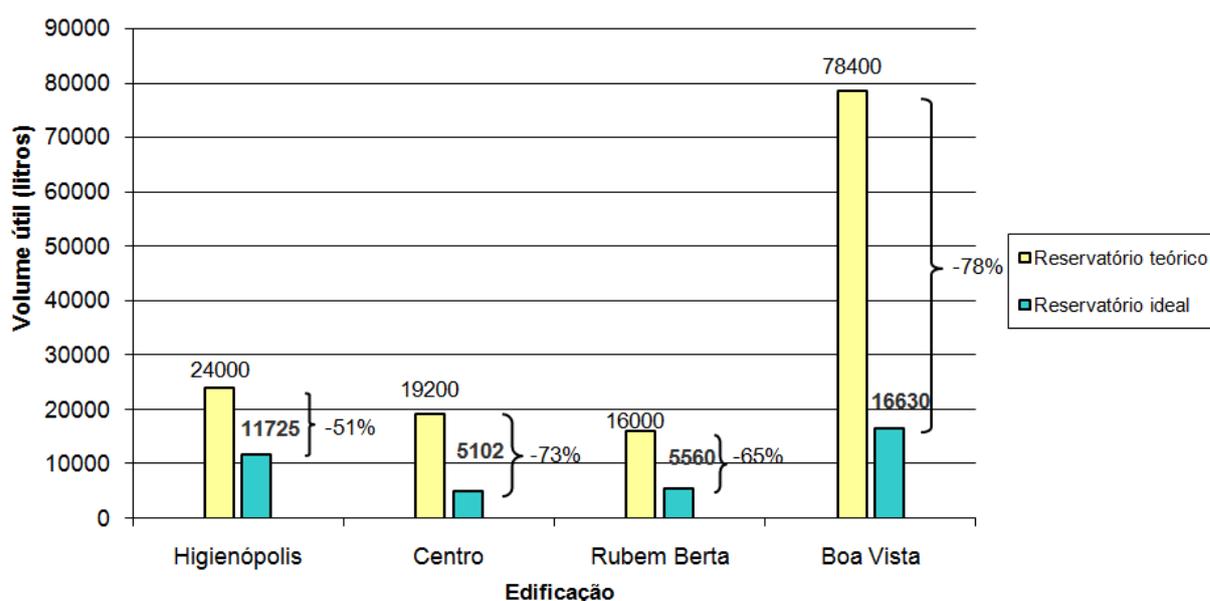


Figura 25: comparação reservatórios ideais e teóricos

Pode-se perceber neste gráfico que a maior diferença ocorre no edifício Boa vista, 78%. Isto pois a presença de uma grande quantidade de apartamentos, muitos deles de quatro dormitórios, levou a um número teórico de moradores muito acima do verificado na prática. Essa diferença no número de moradores, aliados a medição individualizada existente na edificação, podem ter sido determinantes para que o volume útil necessário fosse tão inferior ao teórico. Já na edificação do bairro Higienópolis, que possui alto padrão, chuveiros com ducha e medição geral, a diferença percentual foi a menor entre todas as edificações

pesquisadas. Isso ocorre justamente devido a presença de todas essas características de maior consumo de água, levando neste caso, a necessidade de reservatórios com volumes maiores.

Duas das edificações pesquisadas possuem reservatórios existentes com volumes úteis diferentes dos estipulados teoricamente com os valores do Decreto de Porto Alegre. Foi verificado durante a pesquisa de campo que o reservatório da edificação no bairro Rubem Berta foi projetado de maneira otimizada, antecipando na fase de projeto que a edificação, por ser popular e com medição individual, possuiria um perfil de consumo abaixo do estipulado no Decreto. O volume útil de água reservado no Bloco B da edificação Rubem Berta é de 11.000 litros, sendo um reservatório inferior com 5.000 litros e dois reservatórios superiores com 3.000 litros cada. O projeto destes volumes foi realizado considerando um consumo de 130 litros/hab.dia em todos os blocos do condomínio, ou seja, foi considerado um consumo 35% menor para os moradores deste condomínio que o estipulado pelo Decreto. A figura 26 mostra uma imagem dos reservatórios do Bloco B do edifício do Bairro Rubem Berta.



Figura 26: imagem dos reservatórios do Bloco B da edificação Rubem Berta

Já na edificação do bairro Centro o volume útil existente é de 8.000 litros apenas, sendo todo ele armazenado em quatro reservatórios superiores de 2.000 litros cada. Cada reservatório alimenta quatro apartamentos e a rede pública de água é ligada diretamente nos reservatórios superiores. Os reservatórios existentes nas outras duas edificações foram projetados e possuem volumes de acordo com as normas estabelecidas no Decreto n. 9369/88, da cidade de

Porto Alegre, ou seja, são iguais ou muito similares aos reservatórios teóricos já calculados. A figura 27 mostra os quatro reservatórios superiores do edifício no bairro centro.



Figura 27: reservatórios do edifício do bairro Centro

Com estes dados dos reservatórios existentes nas edificações dos bairros Centro e Rubem Berta, foi possível realizar a comparação entre o volume existente e o volume de reservatório ideal calculado. Esta comparação mostra o nível de otimização existente no projeto dos reservatórios destas edificações. O quadro 21 mostra a comparação destes reservatórios e a diferença percentual entre o valor ideal em frente ao volume existente.

Edificação	Volume útil do reservatório (litros)		Diferença (%)
	Existente	Ideal	
CENTRO	8.000	5.102	-36%
RUBEM BERTA	11.000	5.560	-49%

Quadro 21: diferença entre reservatório existente e reservatório ideal das edificações dos bairros Centro e Rubem Berta

Através destes resultados do quadro 21 pode-se perceber que o edifício do bairro Centro está com seu reservatório existente bastante adequado, ou seja, a necessidade de consumo diário real verificado na pesquisa está 36% abaixo do volume reservado. Esta margem de segurança é mais adequada para o projeto de reservatórios do que a dimensionada com os valores teóricos, que resultaram em uma diferença de 73% frente ao volume ideal, conforme mostrado no quadro 20 anteriormente. De acordo com o síndico e alguns moradores não há reclamações

de falta de água freqüente, esta só ocorre quando há manutenções internas e na rede pública pelo DMAE e ocorre sempre com aviso prévio ao condomínio.

Na edificação Rubem Berta o reservatório ideal está 49% abaixo do existente, diferencial este também menor que o identificado quando comparado com o reservatório teórico e ideal do quadro 20. Isto mostra que a otimização realizada para o projeto deste condomínio popular foi correta e que não incorreu em subdimensionamento. Pelos resultados obtidos, o volume do reservatório nesta edificação poderia ser ainda mais otimizado, visto que, além de um consumo de água baixo, o número de moradores real da edificação também ficou abaixo do estipulado pelo Decreto.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando se analisa a competitividade crescente da construção civil fica evidente que é necessário que projetistas busquem soluções para dimensionamentos cada vez mais adequados e exatos. No entanto, os itens hidráulicos projetados para as edificações devem buscar soluções que vão além da melhoria nos custos, eles devem contemplar aspectos de sustentabilidade e uso racional pois lidam diretamente com a água, um recurso natural de extrema importância para a humanidade. É por esse motivo que diversas legislações são elaboradas para aumentar a consciência das populações e profissionais para um uso mais racional e sem desperdícios deste recurso.

O projeto de um destes itens do sistema hidráulico, o reservatório de água potável, implica em grandes cargas na estrutura da edificação e na medida em que seu volume pode ser reduzido, pode-se também obter redução de custos com o reforço estrutural. Sabe-se que é necessário margens de segurança para não gerar volumes subdimensionados mas cabe ao projetista avaliar se esta margem não está levando a superdimensionamentos. É necessário portanto, conhecer exatamente as particularidades e características do empreendimento, e avaliar qual o volume útil ideal de consumo diário necessário para cada tipo de edificação, para então escolher de forma mais adequada os parâmetros que levem a projetos mais otimizados.

Avaliando-se os resultados obtidos nesta pesquisa constatou-se que as quatro características estudadas são importantes para análise dos futuros projetos do volume útil dos reservatórios. O estudo teórico exemplificou a maneira como cada uma delas influencia no consumo de água e, conseqüentemente, afetam os parâmetros teóricos estabelecidos pelas normas para o dimensionamento dos reservatórios. Foi possível verificar, através do estudo bibliográfico, dados teóricos e casos práticos relatados que corroboraram a idéia de que cada característica tem um papel importante na influência do consumo de água. Cada uma delas pode ser analisada pelo projetista na busca de parâmetros que, juntamente com seu bom senso na análise do empreendimento, levem a projetos mais adequados e sem desperdícios.

O objetivo principal do trabalho foi alcançado na medida em que resultados reais de consumo das edificações, verificados nos levantamentos de campo, mostraram uma clara diferença de

consumo de água entre as edificações pesquisadas. As edificações com padrão mais elevado tiveram um consumo maior que as de padrão médio e popular. Outro importante resultado foi a diferenciação no consumo de água que ocorreu entre edificações com e sem medidores individuais. Claramente as edificações com medidores individuais tiveram consumos mais baixos quando comparadas as edificações sem os medidores e de mesmo padrão.

O aproveitamento de água da chuva e reuso de águas cinzas também foi colocado no trabalho como importante na análise prévia do dimensionamento dos reservatórios. Este sistema quando instalado na edificação reduz a necessidade de reservar água no reservatório de água potável para alimentar certos pontos de consumo. Isto ocorre visto que, para estes pontos, haverá um reservatório específico no sistema de reaproveitamento de água. Conforme já mencionado, não foram levantados dados práticos do consumo em edificações com sistema de reaproveitamento de água devido a dificuldade de encontrar edificações com este sistema em pleno uso. Isso se deve, possivelmente, ao custo de implantação e manutenção que ainda é uma barreira para instalação deste sistema nas edificações de Porto Alegre.

A premissa do trabalho se mostrou válida na medida em que a Legislação vigente na cidade de Porto Alegre, ao não diferenciar os parâmetros básicos de projeto para diferentes edificações, levou a dimensionamentos de volume úteis teóricos bem acima dos valores ideais verificados para as edificações acompanhadas por este trabalho. Os reservatórios ideais dimensionados de acordo com os dados reais de consumo e número de moradores ficaram entre 51% e 78% abaixo do reservatório teórico dimensionado de acordo com o Decreto 9369/1988. Isso mostra que há margem para otimização do volume útil dos reservatórios e consequente redução de cargas estruturais nas edificações.

Adicionalmente podem-se destacar alguns importantes resultados obtidos através da pesquisa realizada neste trabalho:

- a) obtenção de resultados reais do consumo de água para a cidade de Porto Alegre em edificações com diferentes características;
- b) dados reais do nível de ocupação e total de moradores em edificações da cidade de Porto Alegre;
- c) descrição detalhada de características influentes no consumo de água e que projetistas podem levar em consideração para futuros projetos;
- d) verificação prática dos percentuais de diferença entre projetos teóricos de reservatórios frente a necessidade ideal das edificações;

- e) base de dados para futuras melhorias e considerações nos projetos de novos empreendimentos.

Por fim, pode-se afirmar que em todas as edificações pesquisadas foi possível constatar a possibilidade de otimização dos reservatórios de água potável, e que as diferentes características existentes nas edificações influenciam nos parâmetros teóricos do projeto do seu volume útil. Uma futura reavaliação das normas e decretos vigentes na cidade de Porto Alegre poderia contemplar diferenciados parâmetros e dados sobre a população e consumo de água para algumas características presentes nos empreendimentos, semelhante ao que ocorre na norma NBR 7229/1993 do projeto de tanques sépticos.

Um exemplo da importância da análise das características, visando a otimização do dimensionamento, foi o projeto realizado de forma otimizada no edifício do bairro Rubem Berta, com parâmetros diferenciados devido às características do empreendimento. Através desta pesquisa foi possível verificar que a otimização deste projeto foi realizada de forma acertada, sem incorrer em subdimensionamentos. Fica portanto, a recomendação para que os projetistas realizem nos seus futuros projetos, uma análise mais detalhada sobre as características particulares de cada edificação, e que aliem estes estudos ao seu bom senso para gerar projetos cada vez mais otimizados e exatos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 5626**: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional das Águas. Água, Fatos e Tendências. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2006/AguaFatosETendencias.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2011.

CHEUNG, P. B.; KIPERSTOK, A.; COHIN, E.; ALVES, W. C.; PHILIPPI, L. S.; ZANELLA, L.; ABE, N.; GOMES, H. P.; SILVA, B. C.; PERTEL, M.; GONÇALVES, R. F. Consumo de água. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 36-98.

COELHO, A. C. **Micromedição em sistemas de abastecimento de água**. João Pessoa: Editora da UFPB, 2009.

COHIN, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A.; DIAS, M. C. Consumo de água em residências de baixa renda: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25., 2009, Recife. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2009. 1 CD-ROM.

GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P. Introdução. In: \_\_\_\_\_. (Coord.). **Uso racional de água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 1-28.

GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P.; JANUZZI, G. Introdução. In: \_\_\_\_\_. (Coord.). **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 21-35.

LEUCK, M. F. **Avaliação econômica do impacto de medidas individualizadas de conservação de água em Porto Alegre**. 2008. 176 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MACINTYRE, A. J. **Instalações hidráulicas prediais e industriais**. 3 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996.

PORTO ALEGRE. Departamento Municipal de Água e Esgoto. Decreto n. 9369, de 29 de dezembro de 1988. Regulamenta a Lei Complementar n. 170, de 31 de dezembro de 1987, alterada pela Lei Complementar n. 180, de 18 de agosto de 1988 que estabelece normas para instalações hidrossanitárias e serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário prestados pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <[http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae/usu\\_doc/cip9369-decreto.pdf](http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae/usu_doc/cip9369-decreto.pdf)>. Acesso em: 23 maio 2011.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Lei n. 10.506, de 5 de agosto de 2008. Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas. Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000029949.DOCN.&l=20&u=%2Fnetahtml%2Fsirel%2Fsimples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT>>. Acesso em: 23 maio 2011.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Decreto n. 16.305, de 26 de maio de 2009. Regulamenta a Lei nº 10.506, de 5 de agosto de 2008, que institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas. Disponível em: <<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000030452.DOCN.&l=20&u=/netahtml/sirel/simples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT>>. Acesso em: 09 jul. 2011.

TOMAZ, P. **Conservação da água**. São Paulo: Parma, 1998.

VIANNA, M. R. **Instalações hidráulicas prediais**. 2 ed. Belo Horizonte: Imprimatur Artes, 1998.

WOLNEY, C. A.; ROCHA, A. L.; GONÇALVES, R. F. Aparelhos sanitários economizadores. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Uso racional de água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 267-322.

**APÊNDICE A – Dados detalhados do levantamento do edifício do bairro  
Boa Vista**

PLANILHA DE CONSUMO DE AGUA EDIFÍCIO BOA VISTA													
Apt	Numero Moradores	FEVEREIRO		MARÇO		CONSUMO NO PERIODO FEV - MAR			ABRIL		CONSUMO NO PERIODO MAR - ABR		
		18/fev	18/fev	18/mar	18/mar	Período de	28	dias	25/abr	25/abr	Período de	37	dias
		Leitura AF (m³)	Leitura AQ (m³)	Leitura AF (m³)	Leitura AQ (m³)	Consumo total (m³)	l/dia	l/pessoa	Leitura AF (m³)	Leitura AQ (m³)	Consumo total (m³)	l/dia	l/pessoa
AP.301	4	235,910	113,291	248,550	116,605	15,954	569,8	142,4	270,950	124,041	29,836	806,4	201,6
AP.302	0	1,100	6,398	1,100	7,495	1,097	39,2		1,100	8,612	1,117	30,2	
AP.303	4	80,600	34,499	95,730	38,67	19,301	689,3	172,3	116,900	45,773	28,273	764,1	191,0
AP.304	1	14,960	6,746	16,120	7,32	1,734	61,9	61,9	16,720	7,615	0,895	24,2	24,2
AP.401	2	75,080	36,791	81,970	39,241	9,340	333,6	166,8	89,610	42,541	10,940	295,7	147,8
AP.402	2	0,900	142,077	0,920	152,535	10,478	374,2	187,1	0,920	166,902	14,367	388,3	194,1
AP.403	3	113,250	63,128	123,110	67,281	14,013	500,5	166,8	142,790	78,091	30,490	824,1	274,7
AP.404	1	37,490	42,683	38,740	44,099	2,666	95,2	95,2	42,750	48,391	8,302	224,4	224,4
AP.501	0	4,040	0,465	4,070	0,465	0,030	1,1		4,090	0,465	0,020	0,5	
AP.502	4	237,930	87,922	254,080	92,839	21,067	752,4	188,1	279,610	100,215	32,906	889,4	222,3
AP.503	3	91,270	58,552	97,740	62,01	9,928	354,6	118,2	106,970	67,141	14,361	388,1	129,4
AP.504	2	63,480	52,967	68,830	55,739	8,122	290,1	145,0	78,060	62,768	16,259	439,4	219,7
AP.601	1	6,930	1,379	10,080	1,546	3,317	118,5	118,5	12,880	2,256	3,510	94,9	94,9
AP.602	2	204,030	41,14	209,320	43,941	8,091	289,0	144,5	219,240	49,361	15,340	414,6	207,3
AP.603	4	143,090	83,175	151,100	86,866	11,701	417,9	104,5	151,390	94,236	7,660	207,0	51,8
AP.604	0	1,760	0,871	1,770	0,871	0,010	0,4		1,770	0,871	0,000	0,0	
AP.701	0	5,680	1,684	5,730	1,69	0,056	2,0		5,760	1,711	0,051	1,4	
AP.702	2	97,970	98,198	106,110	102,393	12,335	440,5	220,3	115,780	106,448	13,725	370,9	185,5
AP.703	2	74,630	47,705	81,820	51,152	10,637	379,9	189,9	90,690	55,438	13,156	355,6	177,8
AP.704	2	78,120	65,85	82,080	68,817	6,927	247,4	123,7	90,180	74,432	13,715	370,7	185,3
AP.801	2	30,870	41,678	34,060	44,257	5,769	206,0	103,0	43,620	52,677	17,980	485,9	243,0

Continua...

Continuação

AP.802	2	76,340	34,042	82,010	36,359	7,987	285,3	142,6	92,930	42,25	16,811	454,4	227,2
AP.803	0	3,100	0,948	3,160	0,958	0,070	2,5		3,280	0,961	0,123	3,3	
AP.804	0	20,110	10,616	16,860	12,886	-0,980	-35,0		22,270	18,09	10,614	286,9	
AP.901	1	51,210	18,118	54,680	19,147	4,499	160,7	160,7	59,700	20,616	6,489	175,4	175,4
AP.902	1	0,500	33,038	0,500	34,922	1,884	67,3	67,3	0,500	37,24	2,318	62,6	62,6
AP.903	4	211,890	96,505	234,610	104,31	30,525	1090,2	272,5	252,800	112,518	26,398	713,5	178,4
AP.904	2	45,000	30,331	53,250	33,401	11,320	404,3	202,1	66,980	40,158	20,487	553,7	276,9
AP.1001	2	67,340	38,708	73,140	41,11	8,202	292,9	146,5	81,410	44,959	12,119	327,5	163,8
AP.1002	2	88,530	62,764	92,620	65,893	7,219	257,8	128,9	99,830	70,543	11,860	320,5	160,3
AP.1003	2	76,090	73,972	81,940	79,801	11,679	417,1	208,6	90,330	86,105	14,694	397,1	198,6
AP.1004	2	4,220	1,134	10,730	6,082	11,458	409,2	204,6	24,350	15,805	23,343	630,9	315,4
AP.1101	2	35,580	10,136	38,000	11,79	4,074	145,5	72,8	42,180	11,79	4,180	113,0	56,5
AP.1102	0	3,590	0,907	3,990	0,907	0,400	14,3		3,990	0,907	0,000	0,0	
AP.1103	2	106,570	62,528	114,850	66,423	12,175	434,8	217,4	126,950	72,091	17,768	480,2	240,1
AP.1104	3	113,770	101,263	121,460	106,066	12,493	446,2	148,7	176,810	114,621	63,905	1727,2	575,7
AP.1201	0	5,450	0,519	5,450	0,519	0,000	0,0		5,810	0,589	0,430	11,6	
AP.1202	1	25,640	5,515	27,650	6,024	2,519	90,0	90,0	30,890	7,056	4,272	115,5	115,5
AP.1203	2	32,770	21,619	39,530	25,97	11,111	396,8	198,4	48,100	31,741	14,341	387,6	193,8
AP.1204	2	29,380	4,042	32,420	6,201	5,199	185,7	92,8	38,100	10,458	9,937	268,6	134,3
AP.1301	2	8,330	2,964	16,740	7,942	13,388	478,1	239,1	27,580	12,162	15,060	407,0	203,5
AP.1302	3	69,220	29,828	93,740	36,226	30,918	1104,2	368,1	117,880	46,261	34,175	923,6	307,9
AP.1303	2	112,640	78,317	118,710	82,003	9,756	348,4	174,2	120,400	82,893	2,580	69,7	34,9
AP.1304	3	66,230	58,263	88,970	60,077	24,554	876,9	292,3	88,970	63,101	3,024	81,7	27,2
AP.1401	2	7,380	2,245	9,820	4,065	4,260	152,1	76,1	14,970	7,21	8,295	224,2	112,1
AP.1402	0	97,440	34,534	109,600	39,932	17,558	627,1		119,580	43,314	13,362	361,1	
AP.1403	2	85,720	52,062	91,820	55,675	9,713	346,9	173,4	100,540	60,178	13,223	357,4	178,7
AP.1404	1	32,760	17,768	35,380	19,098	3,950	141,1	141,1	38,120	20,414	4,056	109,6	109,6
AP.1501	0	17,920	1,142	18,340	1,218	0,496	17,7		21,200	2,804	4,446	120,2	

Continua...

Continuação

AP.1502	3	95,440	48,715	100,620	50,505	6,970	248,9	83,0	109,130	53,701	11,706	316,4	105,5
AP.1503	1	39,500	13,211	42,460	13,784	3,533	126,2	126,2	47,070	14,568	5,394	145,8	145,8
AP.1504	0	3,620	1,952	3,670	1,963	0,061	2,2		3,780	1,988	0,135	3,6	
AP.1601	2	74,810	60,805	79,250	63,889	7,524	268,7	134,4	84,290	67,624	8,775	237,2	118,6
AP.1602	3	153,470	97,561	160,270	102,075	11,314	404,1	134,7	168,880	107,478	14,013	378,7	126,2
AP.1603	2	23,620	20,196	28,010	26,258	10,452	373,3	186,6	34,400	33,447	13,579	367,0	183,5
AP.1604	0	3,980	2,243	4,190	2,328	0,295	10,5		4,190	2,506	0,178	4,8	
<b>Total =</b>	<b>97</b>	N° de apartamentos considerados para médias =			44	<b>Média de consumo por morador =</b>		<b>157,5</b> L/hab.dia			<b>Média de consumo por morador =</b>		<b>175,1</b> L/hab.dia