

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

Flávia Ilha de Aragão

**RESERVATÓRIOS DOMICILIARES EM PORTO ALEGRE:
ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE DA
ÁGUA**

Porto Alegre
julho 2011

FLÁVIA ILHA DE ARAGÃO

**RESERVATÓRIOS DOMICILIARES EM PORTO ALEGRE:
ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE DA
ÁGUA**

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

Orientadora: Carmen Maria Barros de Castro

Porto Alegre
julho 2011

FLÁVIA ILHA DE ARAGÃO

**RESERVATÓRIOS DOMICILIARES EM PORTO ALEGRE:
ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE DA
ÁGUA**

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

Porto Alegre, julho de 2011

Profa. Carmen Maria Barros de Castro
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Eng^o. Tiago Carrard Centurião
Eng^o. Químico pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Profa. Carmen Maria Barros de Castro (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Gino Roberto Gehling (UFRGS)
Dr. pela Universitat Politecnica de Catalunya

Dedico este trabalho a meus pais que me ensinaram a enfrentar os desafios e, em especial, ao Rafael pelo incentivo incansável durante todo o período do meu Curso de Graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Profa. Carmen por atenciosa e perspicaz orientação e incomparável ternura.

Agradeço a Profa. Carin pela disponibilidade, paciência e ensinamentos ao longo do deste trabalho.

Agradeço aos meus colegas da Caixa Econômica Federal pela compreensão na minha escolha em priorizar a faculdade, aceitando minhas ausências e horários alternativos.

Agradeço aos funcionários do Laboratório de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, em especial ao mestrando Tiago Centurião, pela gentileza e ajuda na realização dos testes em laboratório.

Agradeço a minha mãe, Hiélda, que além de seu apoio imensurável, ainda me acompanhou nas coletas de água.

Agradeço aos meus familiares e amigos pela confiança e paciência durante esta árdua caminhada.

Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para minha formação acadêmica e crescimento pessoal.

Enquanto o poço não seca,
não sabemos dar valor à água.

Thomas Fuller

RESUMO

ARAGÃO, F. I. **Reservatórios domiciliares de Porto Alegre:** análise das características da qualidade da água. 2011. 85 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Hábitos domiciliares e manutenção inadequada dos reservatórios domésticos podem alterar a qualidade da água de consumo humano, podendo afetar a saúde de seus consumidores. Este trabalho apresenta uma verificação da conservação das características de qualidade da água distribuída pelo DMAE na cidade de Porto Alegre/RS. Essa verificação foi realizada através de coletas de amostras de água dos reservatórios domiciliares em bairros economicamente contrastantes. Inicialmente, fez-se necessária, a definição dos índices que compõem o padrão de potabilidade brasileira – regido Portaria n. 518 do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004 – e, também, as normas construtivas e de manutenção dos reservatórios domiciliares. A seleção dos bairros utilizou como parâmetro o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que considera a renda média, escolaridade e expectativa de vida para atribuir uma nota, mas a escolha das edificações ocorreu de forma aleatória. Simultaneamente, foram aplicados questionários aos os síndicos para determinação de suas características sócio-culturais e hábitos higiênicos, buscando estabelecer alguma relação entre nível econômico e conhecimento sobre a qualidade da água consumida e necessidade de manutenção dos reservatórios. Após a coleta das amostras de água, foram realizadas análises das características físicas, biológicas e químicas em laboratório e, posteriormente, se realizou a comparação dos resultados obtidos com os divulgados mensalmente pelo DMAE. Este estudo mostrou que apesar da deterioração dos parâmetros de qualidade ter sido mais acentuada no bairro com IDH mais baixo, também ocorreu em menor quantidade no bairro com alto IDH. Ainda se observou que, apesar dos entrevistados conhecerem a finalidade dos reservatórios domiciliares e a importância da limpeza periódica desses equipamentos, não há a manutenção necessária dos reservatórios. Além disso, apesar dos entrevistados considerarem a água distribuída pelo DMAE boa, a falta de confiança na qualidade da água recebida e o desconhecimento da legislação sobre qualidade da água para consumo humano, leva os cidadãos a buscar diferentes formas de água para beber, como água envasada ou filtrada.

Palavras-chave: hábitos em relação ao uso da água; qualidade da água; padrão de potabilidade; reservatórios domiciliares

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: diagrama das etapas da pesquisa.....	19
Figura 2: mapa do Índice de Desenvolvimento Humano dos bairros de Porto Alegre....	21
Figura 3: mapa de Porto Alegre com a indicação dos bairros escolhidos para coletas.....	24
Figura 4: mapa de Porto Alegre com indicação dos sistemas de abastecimento de água.	29
Figura 5: processo de formação do cloro residual.....	37
Figura 6: reservatório fabricado em fibrocimento.....	41
Figura 7: reservatório fabricado em fibra de vidro.....	41
Figura 8: reservatório fabricado em polietileno.....	42
Figura 9: reservatório de concreto armado cilíndrico moldado <i>in loco</i>	43
Figura 10: cena do Bairro Rio Branco, onde predominam edifícios residenciais de alto ou médio padrão construtivo.....	48
Figura 11: cena do Bairro Cristal, onde predominam edifícios residenciais de médio a baixo padrão construtivo.....	48
Figura 12: cena do Bairro Rubem Berta, onde predominam edifícios residenciais populares.....	49
Figura 13: materiais utilizados para as coletas de água.....	49
Figuras 14: (A) recipientes utilizados para amostragem das bactérias coliformes; (B) máquina seladora para realização dos testes de bactérias coliformes.....	54
Figura 15: (A) materiais utilizados para verificação da quantidade de cloro nas amostras; (B) compostos químicos reagentes; (C) reações químicas ocorridas durante a verificação da quantidade de cloro.....	55
Figura 16: (A) equipamento para determinação de pH; (B) turbidímetro; (C) equipamento para determinação da cor nas amostras.....	56
Figura 17: (A) e (B) detalhes do reservatório da edificação n.1, do Bairro Rio Branco...	58
Figura 18: (A) e (B) detalhes do reservatório da edificação n. 2, do Bairro Rio Branco..	58
Figura 19: reservatório de concreto armado da edificação n. 6.....	59
Figura 20: (A) e (B): detalhes do reservatório da edificação n.7 do Bairro Rio Branco...	59
Figura 21: (A) reservatórios da edificação n.1; (B) reservatório da edificação n. 4.....	60
Figura 22: detalhe do local de instalação do reservatório na edificação n.6.....	61
Figura 23: (A) reservatório da edificação n. 1do Bairro Rubem Berta; (B) reservatório n. 3 do mesmo bairro.....	62
Figura 24: detalhe do local de instalação do reservatório na edificação n.7.....	62
Figura 25: reservatório da edificação n.6 do Bairro Rubem Berta.....	63
Figura 26: reservatório da edificação n.5 do Bairro Rio Branco.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: bairros de Porto Alegre com IDH 1, 2 e 3, apresentados por valores decrescentes.....	22
Quadro 2: bairros de Porto Alegre com IDH 4, apresentados por valores decrescentes...	22
Quadro 3: bairros de Porto Alegre com IDH 5, apresentados por valores decrescentes...	23
Quadro 4: características, hábitos e opiniões em relação ao uso da água dos síndicos do Bairro Rio Branco.....	51
Quadro 5: características, hábitos e opiniões em relação ao uso da água dos síndicos do Bairro Cristal.....	52
Quadro 6: características, hábitos e opiniões em relação ao uso da água dos síndicos do Bairro Rubem Berta.....	53
Quadro 7: parâmetros de qualidade analisados referentes ao Bairro Rio Branco.....	57
Quadro 8: informações adicionais das edificações analisadas no Bairro Rio Branco.....	57
Quadro 9: parâmetros de qualidade analisados referentes ao Bairro Cristal.....	60
Quadro 10: informações adicionais das edificações analisadas no Bairro Cristal.....	60
Quadro 11: parâmetros de qualidade analisados referentes ao Bairro Rubem Berta.....	61
Quadro 12: informações adicionais das edificações analisadas no Bairro Rubem Berta..	61
Quadro 13: dados DMAE e limites definidos pela Portaria n. 518/2004.....	64
Quadro 14: parâmetros de qualidade analisados referentes ao Bairro Rio Branco e dados divulgados do Sistema Moinhos de Vento.....	65
Quadro 15: parâmetros de qualidade analisados referentes ao Bairro Cristal e dados divulgados do Sistema Menino Deus.....	67
Quadro 16: parâmetros de qualidade analisados referentes ao Bairro Rubem Berta e dados divulgados do Sistema São João.....	68
Quadro 17: características dos entrevistados por bairro de estudo.....	69
Quadro 18: água de consumo humano - síntese das respostas por bairro de estudo.....	70
Quadro 19: o uso e responsabilidade em relação aos reservatórios domiciliares - síntese das respostas por bairro de estudo.....	72

LISTA DE SIGLAS

Conama: Conselho Nacional do Meio Ambiente

CRL: Cloro Residual Livre

CRT: Cloro Residual Total

DMAE: Departamento Municipal de Água e Esgotos

IDH: Índice de Desenvolvimento Humano

IPH: Instituto de Pesquisas Hidráulicas

ODM: Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

ONU: Organização das Nações Unidas

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 MÉTODO DE PESQUISA	16
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA.....	16
2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	16
2.2.1 Objetivo principal	16
2.2.2 Objetivo secundário	17
2.3 HIPÓTESE.....	17
2.4 PRESSUPOSTO.....	17
2.5 PREMISA.....	17
2.6 DELIMITAÇÕES.....	18
2.7 LIMITAÇÕES.....	18
2.8 DELINEAMENTO.....	18
2.8.1 Pesquisa bibliográfica	19
2.8.2 Escolha dos bairros economicamente contrastantes	20
2.8.3 Definição das características da qualidade da água a serem testadas e aspectos construtivos e conservativos dos reservatórios domiciliares	24
2.8.4 Coleta das amostras de água e aplicação dos questionários	24
2.8.5 Realização dos testes químicos, físicos e biológicos	25
2.8.6 Análise e Avaliação dos resultados obtidos	25
2.8.7 Conclusões	25
3 A ÁGUA SOB SEUS DIFERENTES ASPECTOS	26
3.1 ÁGUA COMO FATOR DE INCLUSÃO SOCIAL.....	26
3.2 GARANTIA DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	26
3.2.1 Resolução do Conama n. 357, de 17 de março de 2005	27
3.2.2 Portaria n. 518, de 25 de março de 2004	27
3.2.3 A água distribuída em Porto Alegre pelo DMAE	29
3.3 ANÁLISE DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	31
3.3.1 Características Físicas	32
3.3.1.1 Cor.....	32
3.3.1.2 Sabor e Odor.....	33
3.3.1.3 Turbidez.....	34
3.3.2 Características Químicas	34
3.3.2.1 pH.....	35

3.3.2.2 Cloro.....	35
3.3.3 Características Biológicas.....	37
3.3.3.1 Bactérias Coliformes.....	37
4 A CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS RESERVATÓRIOS DOMICILIARES.....	39
4.1 A ESCOLHA DO TIPO DE RESERVATÓRIO DOMICILIAR.....	40
4.1.1 Reservatórios industrializados.....	40
4.1.1.1 Fibrocimento.....	40
4.1.1.2 Fibra de vidro.....	41
4.1.1.3 Polietileno.....	42
4.1.2 Concreto Armado.....	42
4.2 LEGISLAÇÕES PARA RESERVATÓRIOS DE ÁGUA.....	44
4.3 A NECESSIDADE DA MANUTENÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DOMICILIARES.....	46
5 PESQUISA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA EM BAIROS ECONOMICAMENTE CONTRASTANTES DE PORTO ALEGRE.....	48
5.1 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA.....	49
5.2 CARACTERÍSTICAS E PERCEPÇÕES DOS SÍNDICOS ENTREVISTADOS.....	50
5.3 ANÁLISES QUÍMICAS E BIOLÓGICAS NO LABORATÓRIO IPH/UFRGS.....	54
5.3.1 Dados obtidos referentes ao Bairro Rio Branco.....	57
5.3.2 Dados obtidos referentes ao Bairro Cristal.....	59
5.3.3 Dados obtidos referentes ao Bairro Rubem Berta.....	61
6 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE EM RESERVATÓRIOS DOMICILIARES DE PORTO ALEGRE.....	64
6.1 COMPARAÇÃO ENTRE A ÁGUA DISTRIBUÍDA PELO DMAE E AS AMOSTRAS COLETADAS.....	64
6.1.1 Bairro Rio Branco.....	65
6.1.2 Bairro Cristal.....	67
6.1.3 Bairro Rubem Berta.....	68
6.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ENTREVISTADOS.....	69
6.2.1 Percepções e comportamentos em relação ao uso da água de consumo humano.....	70
6.2.2 Percepções e comportamentos sobre o uso do reservatório de água domiciliar.....	71
7 CONCLUSÕES.....	73
REFERÊNCIAS.....	75
APÊNDICE A.....	78

APÊNDICE B.....	80
ANEXO A.....	82
ANEXO B.....	84

1 INTRODUÇÃO

Os índices de abastecimento de água, esgoto domiciliar e coleta de lixo são importantes indicadores de condições ambientais e de qualidade de vida da população de determinada região. Segundo dados estatísticos fornecidos pela ONU (Organização das Nações Unidas) existem hoje 1,1 bilhão de pessoas praticamente sem acesso à água potável no mundo, seja por morarem em regiões secas ou por causa da poluição.

No Brasil, o consumo de água *per capita* multiplicou-se por mais de dez ao longo do último século, sendo o maior consumo na agricultura. Nas águas potáveis, aquelas que precisam tratamento e transporte, há uma distribuição diferente, tendo seus principais usos divididos em 60% para fins domésticos, 15% para fins comerciais e 13% em indústrias.

Os índices de saneamento básico brasileiros também apresentaram melhora expressiva: a rede de água potável já chega a nove em cada dez famílias brasileiras, conforme informação do 4. Relatório Nacional de Acompanhamento dos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM). O estado com maior oferta de água tratada é São Paulo, com 98,9% das residências atendidas. Na ponta oposta está o Pará, onde só 51,5% da população possuem acesso ao serviço (PAÍS..., 2010). No Rio Grande do Sul, a taxa é de 79,66% (RIO GRANDE DO SUL, 2010).

A capital do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, tem 100% do abastecimento de água tratada. Mesmo a população residente em loteamentos irregulares, áreas de risco ou zonas de preservação ambiental é atendida pelo serviço gratuito de carros-pipas. Toda a água da capital é fornecida pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE), através de sete sistemas de abastecimento compostos por:

- a) estações de tratamento de água (ETA): 7;
- b) estações de bombeamento de água bruta (EBAB): 8
- c) estações de bombeamento de água tratada (EBAT): 92;
- d) reservatórios: 99;
- e) rede de água: aproximadamente 3,7 mil quilômetros.

De forma simplificada, o sistema de tratamento de água consiste na remoção de impurezas e contaminantes utilizando um conjunto de estruturas, equipamentos e instrumentos destinados a produzir água para consumo humano em quantidade e qualidade adequadas através de um serviço contínuo a um custo razoável. Uma série de requisitos físicos, químicos e microbiológicos deve ser cumprida para garantir uma água livre de organismos ou qualquer substância inorgânica que possa prejudicar a saúde do consumidor final. É de vital importância que a comunidade conte com um abastecimento seguro que satisfaça as necessidades domésticas tais como o consumo, preparação de alimentos e a higiene pessoal.

A qualidade da água tratada depende do seu uso e do seu modo de tratamento. A classificação é definida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), em sua Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Essa Resolução busca facilitar o enquadramento e o planejamento do uso de recursos hídricos, criando instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas e preservar a saúde humana. Já a potabilidade é estabelecida pela Portaria 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.

Para adequação dessas exigências e garantir a qualidade da água, o DMAE realiza, diariamente, cerca de quatro mil análises, a partir de 500 amostragens de água coletadas desde a captação até as ligações domiciliares. Essa preocupação teve como resultados a certificação da Empresa com o ISO 9001, em 2007, e o aumento da confiança da população, pois se estima que, atualmente, chega a 85% o índice de pessoas que consomem água diretamente da torneira.

Entretanto, os serviços prestados e controle do DMAE sobre a qualidade da água terminam na entrada do ramal das edificações, sendo o consumidor final responsável pelo armazenamento e distribuição até as torneiras. Normalmente, as caixas de armazenamento são fabricadas em polietileno, concreto armado ou fibra de vidro e todas necessitam de limpeza periódica.

É extremamente importante a realização de limpeza e desinfecção dos reservatórios residenciais, pois apesar da água receber muitos cuidados nas estações de tratamento, a falta de manutenção pode transformar o armazenamento da água em fator deteriorador das características de qualidade obtidas pela empresa de tratamento e distribuição. Assim, este projeto de pesquisa possui como objetivo avaliar se as características da qualidade da água, obtidas pelo DMAE, permanecem até o consumidor final, realizando testes em amostras de água de reservatórios domiciliares em bairros economicamente contrastantes de Porto Alegre.

O trabalho está estruturado em sete capítulos, incluindo essa introdução e conclusões. Os **Métodos de Pesquisa**, apresentados no capítulo 2, determinam as questões, objetivos e demais diretrizes relativas ao tema pesquisado, além de detalhar o método empregado em todas as etapas para execução deste trabalho. No capítulo 3, **A água sob seus diferentes aspectos**, são destacados os parâmetros e legislação federal que determinam o padrão de potabilidade da água própria para o consumo humano, além de demonstrar o seu papel como forma de inclusão social.

As leis estaduais e federais que versam sobre as responsabilidades na construção e manutenção dos reservatórios domiciliares, além da caracterização dos modelos utilizados em edificações residenciais, são descritas no capítulo 4: **A conservação da qualidade da água nos reservatórios domiciliares**. O capítulo 5, intitulado **Pesquisa sobre qualidade da água em bairros economicamente contrastantes de Porto Alegre**, apresenta os resultados dos testes químicos, físicos e biológicos realizados em laboratório, além das características sócio-culturais, percepções e hábitos em relação ao uso da água dos síndicos dos edifícios em estudo.

O capítulo seguinte trata da discussão dos resultados obtidos nas análises de laboratório e na determinação do perfil dos responsáveis pelas edificações analisadas e é apresentado com o título: **Análise das características de qualidade em reservatórios domiciliares de Porto Alegre**. No último capítulo, denominado **Conclusões**, observado o atendimento dos objetivos principal e secundário, além da verificação da validade da hipótese deste trabalho, são apresentadas as principais conclusões e recomendações. Para finalizar, apresento as referências utilizadas para o embasamento teórico deste trabalho e material necessário à realização das pesquisas.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Para a elaboração do presente trabalho foram definidas as seguintes diretrizes que determinaram o desenvolvimento do trabalho.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste trabalho é: as características de qualidade da água distribuída pelo DMAE, determinadas pela Portaria n. 518/2004 do Ministério da Saúde, permanecem inalteradas até seu consumo final independentemente do nível econômico de seus usuários?

2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

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

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho é a verificação se as características físicas, biológicas e químicas da água fornecida pelo DMAE, permanecem até o consumidor final, realizando testes em reservatórios de edificações residenciais de bairros economicamente contrastantes de Porto Alegre.

2.2.2 Objetivo secundário

O objetivo secundário deste trabalho é a avaliação, através de uma pesquisa de perfil, se as características sócio-culturais dos síndicos estão associadas ao seu comportamento no que diz respeito à manutenção dos reservatórios domiciliares e ao uso da água.

2.3 HIPÓTESE

A hipótese do trabalho é que as características de qualidade da água distribuída pelo DMAE podem ser alteradas até o consumidor final, ocorrendo diferentes níveis de deterioração em razão do armazenamento e condições dos reservatórios domiciliares.

2.4 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que a qualidade da água distribuída pelo DMAE cumpre as exigências estabelecidas pela Portaria n. 518/2004, do Ministério da Saúde, e que essas características permanecem adequadas até entrada do ramal das edificações.

2.5 PREMISA

O trabalho tem por premissa que a realização de limpeza e manutenção dos reservatórios residenciais torna-se indispensável para permitir que a qualidade da água obtida pela empresa de tratamento e distribuição, o DMAE, chegue ao consumidor final.

2.6 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a realização de testes químicos, físicos e biológicos na água de edificações multifamiliares em bairros economicamente contrastantes da cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

2.7 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- a) estudo em três bairros economicamente contrastantes da cidade de Porto Alegre;
- b) foram analisados os parâmetros físicos, químicos e biológicos apresentados pelo DMAE, através do site da Prefeitura de Porto Alegre, e que sejam possíveis de realizar nos equipamentos disponibilizados pelo laboratório do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS;
- c) o número de reservatórios residenciais pesquisados foi limitado, mas considerado suficiente ao âmbito deste trabalho de diplomação;
- d) os questionários para determinação do perfil sócio-cultural foram aplicados somente aos responsáveis pelo controle da manutenção dos reservatórios domiciliares, os síndicos.

2.8 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) escolha dos bairros economicamente contrastantes que serão analisados;
- c) definição das características da qualidade da água a serem testadas e aspectos construtivos e conservativos dos reservatórios domiciliares;
- d) coleta das amostragens de águas em reservatórios residenciais e aplicação dos questionários;
- e) realização dos testes químicos, físicos e biológicos nas amostras coletadas;

- f) análises e avaliações dos resultados obtidos;
- g) conclusões.

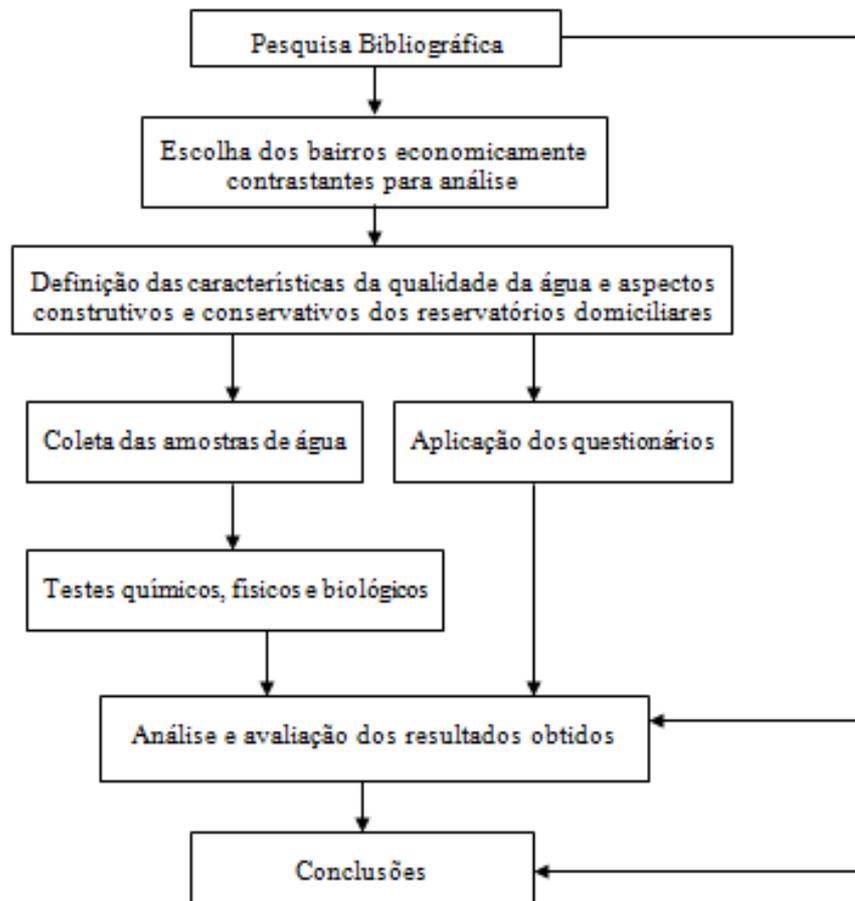


Figura 1: diagrama das etapas da pesquisa

2.8.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica teve como objetivo o aprofundamento na questão de pesquisa, buscando informações em livros, revistas técnicas, além de legislação federal e municipal que versa sobre o tema abordado. Ressalta-se que essa etapa foi executada com maior intensidade no início do projeto de pesquisa, mas continuou durante todo o desenvolvimento do trabalho, com a finalidade de fornecer subsídios para as etapas posteriores.

2.8.2 Escolha dos bairros economicamente contrastantes

A escolha dos três bairros, onde foram coletadas as amostras de água, foi baseada no artigo Índice de Desenvolvimento Humano dos bairros de Porto Alegre/RS. Nesse trabalho, para determinação dos índices aproximados de IDH, os autores utilizaram como metodologia (DAGNINO et. al., 2006, p. [3-4]):

[...] foram atribuídas notas de 0 a 100 para cada um dos bairros de Porto Alegre. Esta nota é constituída por: 1/3 da nota relativa a escolaridade (habitantes com mais de 15 anos de estudo), 1/3 da nota relativa renda mediana (valor que divide a população residente de cada bairros em duas metades iguais) e 1/3 da nota relativa a composição etária (relação entre o número de idosos e o número de crianças). Esta composição é equivalente a média aritmética entre as notas atribuídas a cada uma destas variáveis. Assim, para cada indicador a nota máxima foi atribuída ao bairro de melhor desempenho no indicador estudado. [...] foi estabelecido que o valor máximo atingido em cada indicador corresponderia ao valor ideal. Dessa forma o bairro com máximo valor em cada indicador é, ao mesmo tempo, aquele que mais se aproxima deste ideal hipotético e que representa o melhor desempenho possível dentro da realidade da cidade de Porto Alegre. Os demais bairros recebem uma nota comparativa ao desempenho do melhor bairro.

[...]

Cálculo das notas dos três itens utilizados:

I. Escolaridade: Atribuiu-se a nota máxima (100) ao bairro que apresentasse a maior taxa de escolaridade (porcentagem dos habitantes com mais de 15 anos de estudo). As demais notas seguem o critério da nota comparativa ao melhor desempenho [...];

II. Renda mediana: Atribuiu-se a nota máxima (100) ao bairro que apresentasse a maior renda mediana (valor que divide a população em duas metades iguais);

III. Composição etária: Atribuiu-se a nota máxima (100) ao bairro que apresentasse a maior relação entre o número de idosos e de crianças (número de idosos dividido pelo número de crianças, multiplicado por 100).

Cada bairro de Porto Alegre recebeu uma nota de IDH, que varia de zero a oitenta, a nota máxima alcançada. Os bairros foram divididos em cinco grupos, conforme se visualiza na figura 2 e quadros 1, 2 e 3 (DAGNINO et al., 2006, p. [2]).

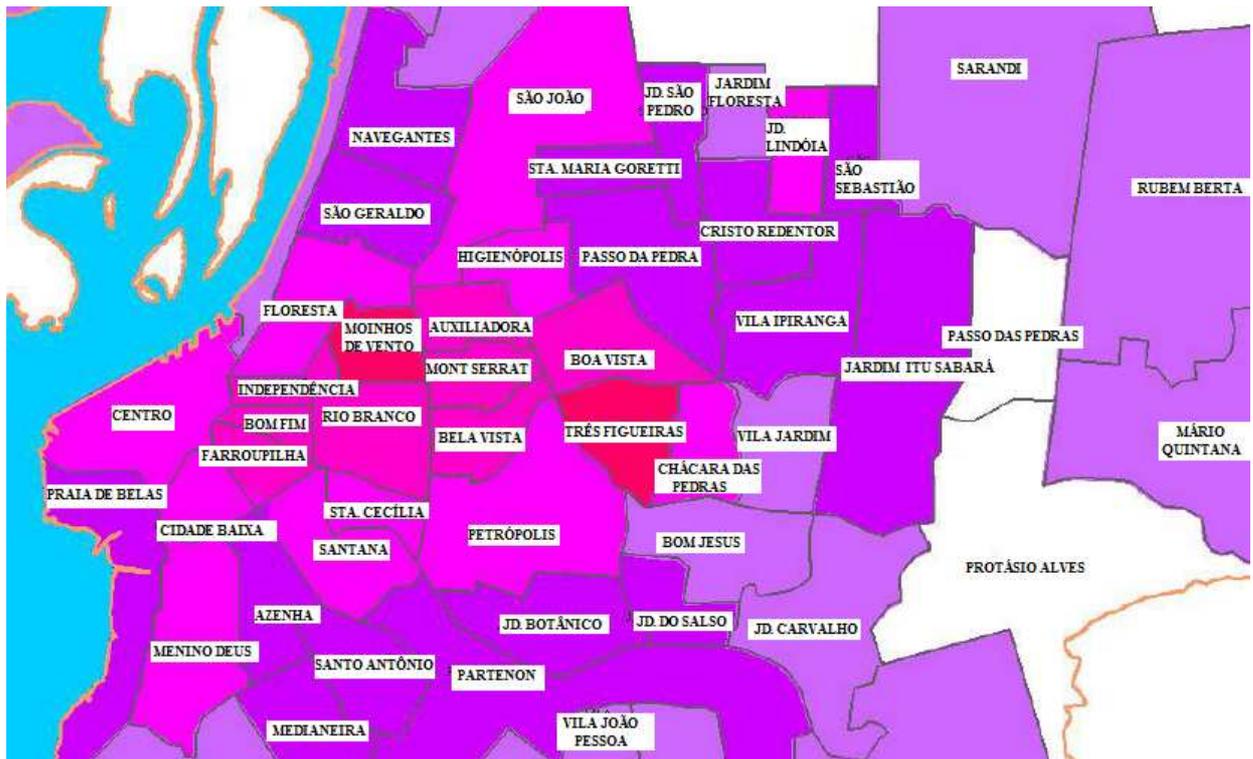


Figura 2: mapa de Índice de Desenvolvimento Humano dos bairros de Porto Alegre (DAGNINO et al., 2006, p. [3])

BAIRROS COM IDH 1, 2 E 3			
Bairro	Nota	Bairro	Nota
Moinhos de Vento	86,3	Santa Cecília	54,1
Três Figueiras	81,7	Centro	51,7
Bela Vista	77,5	Higienópolis	51,4
Independência	76,4	Santana	51,1
Farroupilha	72,7	Menino Deus	50,7
Rio Branco	64,1	Chácara das Pedras	50,5
Bom Fim	62,8	Cidade Baixa	50,3
Boa Vista	62,6	Pedra Redonda	48,1
Mont' Serrat	60,2	Floresta	47,2
Auxiliadora	60,1	Jardim Lindóia	47,0
Vila Assunção	59,9	São João	42,1
Petrópolis	59,3		

Quadro 1: bairros de Porto Alegre com IDH 1, 2 e 3, apresentados por valores decrescentes (adaptado de DAGNINO et al., 2006, p. [9])

BAIRROS COM IDH 4			
Bairro	Nota	Bairro	Nota
Tristeza	38,8	São Sebastião	31,7
Azenha	38,8	Vila Ipiranga	29,9
Jardim Botânico	38,1	Santa Maria Goretti	29,3
Praia de Belas	37,6	Guarujá	28,4
Passo da Areia	35,0	Navegantes	28,1
Jardim São Pedro	33,9	Teresópolis	27,1
Jardim do Salso	33,8	Vila Conceição	26,9
Santo Antônio	33,5	Espírito Santo	24,2
São Geraldo	33,3	Partenon	24,1
Cristo Redentor	33,3	Jardim Itu-Sabará	23,9
Medianeira	33,3	Anchieta	23,1
Ipanema	31,9	Cristal	22,7
Glória	31,9	Cavallhada	22,5

Quadro 2: bairros de Porto Alegre com IDH 4, apresentados por valores decrescentes (adaptado de DAGNINO et al., 2006, p. [9])

BAIRROS COM IDH 5			
Bairro	Nota	Bairro	Nota
Vila Floresta	20,0	Sem especificação	10,6
Camaquã	19,5	Cel. Aparício Borges	10,4
Nonoai	17,9	Bom Jesus	9,9
Humaitá	15,4	São José	9,3
Vila João Pessoa	14,7	Rubem Berta	8,7
Jardim Carvalho	14,1	Agronomia	8,2
Vila Jardim	13,8	Farrapos	8,1
Sarandi	13,2	Lageado	7,9
Santa Tereza	12,7	Arquipélago	7,2
Vila Nova	12,1	Cascata	7,2
Lami	11,7	Restinga	6,6
Belém Novo	11,7	Lomba do Pinheiro	6,1
Ponta Grossa	11,1	Serraria	5,9
Hípica	10,7	Mário Quintana	4,9
Belém Velho	10,7	Marcílio Dias	3,6

Quadro 3: bairros de Porto Alegre com IDH 5, apresentados por valores decrescentes (adaptado de DAGNINO et al., 2006, p. [9])

Assim, com base nas diferenças sócio-econômicas apresentadas nas faixas de IDH e buscando zonas geograficamente distantes de Porto Alegre, conclui-se pela escolha dos seguintes bairros do Município:

- a) bairro com IDH alto e localizado na zona central – Rio Branco;
- b) bairro com IDH médio e localizado na zona sul – Cristal;
- c) bairro com IDH baixo e localizado na zona norte – Rubem Berta.

A figura 3 mostra o contorno do município de Porto Alegre e de seus bairros, com a indicação dos bairros escolhidos para a realização desta pesquisa.

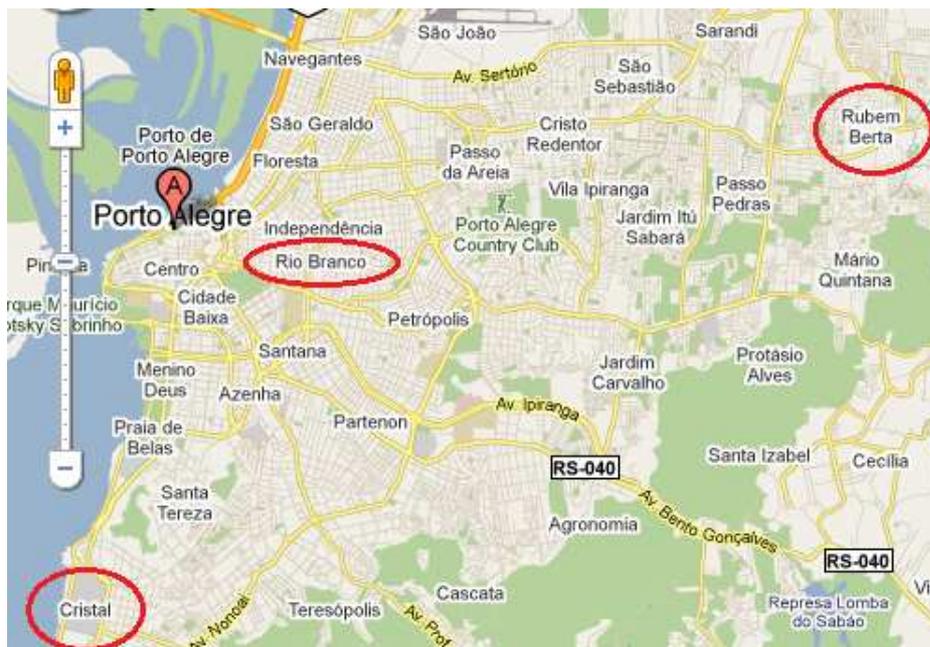


Figura 3: mapa de Porto Alegre com a indicação dos bairros escolhidos para coletas (adaptado de GOOGLE MAPS, 2011)

2.8.3 Definição das características da qualidade da água a serem testadas e aspectos construtivos e conservativos dos reservatórios domiciliares

A etapa da pesquisa bibliográfica foi direcionada, entre os vários aspectos estudados, à determinação dos parâmetros da qualidade da água estabelecidos pela legislação vigente, bem como ao estudo sobre materiais utilizados, aspectos construtivos, procedimentos e regulamentação para limpeza e desinfecção dos reservatórios residenciais.

2.8.4 Coleta das amostras de água e aplicação dos questionários

Na etapa seguinte, definidos os bairros, foram coletadas amostras de água. As edificações multifamiliares foram escolhidas de forma aleatória visando não interferir nas conclusões finais.

Após a seleção das edificações, foi providenciado contato com o responsável, buscando obter autorização para a realização das coletas, registros fotográficos e aplicação dos questionários. O questionário, apresentado no apêndice A, constou de perguntas simples e objetivas que

visavam avaliar o conhecimento do síndico com relação à finalidade e deveres de manutenção dos reservatórios domiciliares, além da determinação de algumas opiniões sobre a qualidade da água e características sócio-culturais.

2.8.5 Realização dos testes químicos, físicos e biológicos

As amostras coletadas foram analisadas no laboratório do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS. As análises foram biológicas e físicas, que envolveram a análise de parâmetros como cor, pH, cloro residual total, odor, turbidez e coliformes. Os parâmetros analisados foram limitados aos índices químicos e biológicos publicados mensalmente pelo DMAE, através do site da Prefeitura de Porto Alegre, e ainda limitados aos procedimentos possíveis de realização no IPH/UFRGS.

2.8.6 Análise dos resultados obtidos

Assim, com base nos dados experimentais obtidos, dados divulgados pelo DMAE e limites estabelecidos pelas legislações específicas, tornou-se possível a realização da análise dos resultados e verificação da validade da hipótese deste trabalho. Ainda, com os dados obtidos nos questionários, pode-se estabelecer um perfil sócio-cultural e hábitos em relação ao uso da água. Essas análises são apresentadas no capítulo 6 desse trabalho.

2.8.7 Conclusões

Finalmente, após o cumprimento de todas as etapas previstas para realização do trabalho e com base nos resultados descritos no capítulo 6, as principais conclusões são apresentadas no capítulo 7, intitulado **Conclusões**.

3 A ÁGUA SOB SEUS DIFERENTES ASPECTOS

A água imprópria para consumo limita o desenvolvimento humano e pode ser um importante catalisador da pobreza e da desigualdade social. Parâmetros e legislação federal determinam um padrão de potabilidade da água que deve ser cumprido para garantir água com valores mínimos de qualidade aos seus usuários.

3.1 ÁGUA COMO FATOR DE INCLUSÃO SOCIAL

A água potável é condição essencial ao desenvolvimento de qualquer sociedade. Esse desenvolvimento antecede a melhoria da qualidade de vida da população, que está vinculada ao acesso das camadas sociais mais pobres aos serviços públicos, como água potável, e proteção social, como previdência e assistência. Assim sendo, uma boa estratégia de inclusão social e combate à pobreza é garantir o acesso à água de boa qualidade e em quantidades suficientes para atendimento das necessidades humanas (REYMÃO; SABER, 2007).

No Brasil, apesar do aumento do número de residências com acesso à água potável nos últimos anos, percebe-se que o avanço ainda não é suficiente para quebrar o ciclo da pobreza, desigualdades acentuadas em decorrência de fatores como o local de moradia das pessoas, sua etnia e seus níveis de escolaridade, além dos fracassos governamentais que envolvem o tema (REYMÃO; SABER, 2007).

3.2 GARANTIA DA QUALIDADE DA ÁGUA

A preocupação com a qualidade da água é relativamente recente, como explicam Moraes et al.¹ (1999 apud BRASIL, 2006, p. 20, grifo nosso):

1 MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C.; TOSTA, C. S. Qualidade da água da rede de distribuição e de beber em assentamento periurbano: estudo de caso. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999.

O aumento da cobertura da população com esses serviços nas últimas décadas, principalmente nas áreas urbanas, aliado ao agravamento da qualidade das águas nos mananciais de abastecimento e nos sistemas de distribuição, bem como as pressões da sociedade, fizeram com que, no final da década de 1980, as preocupações com a qualidade se ampliassem. **Legislações passaram a ser elaboradas e deu-se início à revisão das existentes, a exemplo da Resolução n° 357/2005 do Conama, que busca classificar e proteger as águas dos mananciais, e da Portaria n° 518/2004 do Ministério da Saúde, que estabelece normas e padrões para a qualidade da água de consumo humano.**

Essa legislação federal é detalhada nos próximos itens.

3.2.1 Resolução do Conama n. 357, de 17 de março de 2005

A Resolução do Conama n. 357/2005, estabelece uma divisão das águas brasileiras de manancial em três tipos: doces, salobras e salinas. Além disso, essas águas são ainda classificadas em outras treze classes de qualidade segundo seu principal uso. As águas destinadas ao consumo humano, após tratamento convencional – processo de clarificação com o uso de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH – são classificadas em água doces, classe 2 (BRASIL, 2005).

A Resolução também estabelece valores individuais para cada substância para determinar os valores padrões para a qualidade da água. Inúmeros parâmetros dessas águas doces classe 2, assemelham-se as exigências das águas doces classe 1, destinadas ao abastecimento humano após tratamento simplificado que consiste na clarificação por meio de filtração e desinfecção apenas (BRASIL, 2005).

3.2.2 Portaria n. 518, de 25 de março de 2004

A Portaria n. 518, publicada em 2004, regulamenta a garantia da qualidade da água para consumo humano no Brasil. Nela há uma divisão de papéis, determinando responsabilidades a quem produz a água, a quem cabe o controle da água e das autoridades sanitárias. Assim, com a divulgação e a implementação dessa Portaria tem-se um instrumento para o exercício da vigilância e do controle da qualidade da água para consumo humano, buscando garantir a prevenção de doenças e promoção da saúde da população (BRASIL, 2004).

Essa Portaria estabelece algumas definições (BRASIL, 2004, Capítulo II, Art. 4.):

I. água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;

II. sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão;

[...]

IV. controle da qualidade da água para consumo humano – conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelo(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição;

V. vigilância da qualidade da água para consumo humano – conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende a esta Norma e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana;

[...]

No Artigo 9. da mesma Portaria (BRASIL, 2004), são citados os deveres e obrigações do Responsável pela Operação do Sistema. Dentre suas inúmeras atribuições destacam-se:

- a) a manutenção e controle da qualidade da água distribuída - através de controle operacional das unidades e análises laboratoriais de amostras de água;
- b) o fornecimento das informações atualizadas e de maneira compreensível à população das características da água distribuída, além da disponibilização desses dados à consulta pública, nos termos do Código de Defesa do Consumidor.

Entretanto, Silva (2007, p. 78, grifo nosso) saliente um importante aspecto:

[...] a Portaria n. 518 regulamenta o controle da qualidade da água distribuída à população até o hidrômetro, o que não garante essa qualidade na torneira do domicílio. O consumidor tem um papel importante nesse processo e, para tanto, faz-se necessário que ele saiba disso e, igualmente importante, que ele saiba como proceder para isso.

3.2.3 A água distribuída pelo DMAE em Porto Alegre

O Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE) é o órgão responsável pelo tratamento e distribuição de água potável em Porto Alegre. Para o atendimento de 100% da população da capital (os moradores residentes em locais irregulares são abastecidos com nove carros-pipas), o Departamento possui sete estações de tratamento de água, conforme mostrado na figura 4, que produzem aproximadamente 10,9 mil litros de água por segundo, e uma rede de distribuição de água com cerca de 3,7 mil quilômetros que é constantemente reavaliada para acompanhar as mudanças dos sistemas de abastecimento e expansão do desenvolvimento da cidade (PORTO ALEGRE, 2011).



Figura 4: mapa de Porto Alegre com indicação dos sistemas de abastecimento de água (PORTO ALEGRE, 2011)

Com base no mapa indicativo das regiões atendidas por cada sistema do DMAE, figura 4, percebe-se que os bairros escolhidos para coleta das amostras de água recebem fornecimento de água de diferentes sistemas de abastecimento:

- a) bairro Rio Branco – abastecido pelo Sistema Moinhos de Vento;
- b) bairro Cristal – abastecido pelo Sistema Menino Deus;
- c) bairro Rubem Berta – abastecido pelo Sistema São João.

Silva et al. (2009, p. 530, grifo nosso) destacam um aspecto extremamente importante:

O desconhecimento da origem ou mesmo do processo ao qual a água é submetida antes de chegar ao domicílio é um fator importante a ser considerado pelos órgãos públicos de saúde e de saneamento para o investimento em atividades que possam promover a confiança do sujeito na qualidade da água que recebe, como também no entendimento da necessidade dos cuidados que ele precisa ter no domicílio para a garantia da continuidade da qualidade dessa água para o seu consumo. A falta de informação pode implicar em falta de confiança que muitos sujeitos mostram na qualidade da água que consomem.

[...]

Além disso, a pessoa bem informada é capaz de fazer escolhas de maior custo-efetividade que lhe ofereçam melhor nível de proteção à saúde, o que pode evitar que muitos desses recorram a fontes inseguras de água para consumo.

Essa situação de desconfiança sobre a qualidade da água distribuída é agravada pela precariedade das ações de controle e vigilância. Muitos municípios brasileiros não possuem laboratórios nem mão de obra treinada a realizar o monitoramento da qualidade da água, tendo até dificuldades em cumprir as exigências de potabilidade da Legislação vigente (BRASIL, 2006). Em Porto Alegre, para garantir o padrão de potabilidade da água distribuída estabelecido pela Portaria n. 518, de 2004, o DMAE efetua, diariamente, cerca de quatro mil análises a partir de 500 amostragens coletadas em toda a rede de distribuição, desde a captação até a entrada dos ramais domésticos (PORTO ALEGRE, 2011). Os critérios como representatividade (locais de grande circulação de público) e densidade populacional, além de trechos vulneráveis do sistema de distribuição, como pontas de rede ou locais de manobras, estabelecem os pontos de coleta das amostras de água (BRASIL, 2004).

A preocupação do DMAE com a qualidade da água teve como resultado o aumento do consumo da água tratada na Capital (AUMENTA..., 2010). Mas, mesmo assim, muitos

consumidores acreditam que a água deve ser filtrada para o consumo, pois acreditam que ela vem limpa para todos os usos, exceto para beber. Outros tantos, compram a água envasada, justificando que essa água é melhor que a água da torneira por possuir um sabor melhor, pela não-presença do cloro, ou pelo *status* sócio-econômico associado à preocupação com alimentos saudáveis. O consumo de água envasada reflete um modo de vida e este por ser um hábito que está se estendendo no mundo. Outros, ainda, tomam providências não recomendadas pelos procedimentos técnicos, sem ter noção da possível contaminação por bactérias patogênicas (SILVA et al., 2009).

3.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

A água contém inúmeras substâncias, elementos químicos e microorganismos. Para o consumo humano, esses diversos componentes devem ser eliminados ou reduzidos a concentrações que não sejam prejudiciais a saúde do homem (DI BERNARDO, 1995).

A verificação desses componentes, de acordo com Brasil (2006, p. 25-26) ocorre através:

Essa inspeção do produto ocorre mediante a realização de análises físico-químicas e microbiológicas, estrategicamente planejadas, para conjunto de parâmetros de qualidade, conforme definido na legislação relativa aos padrões de potabilidade. A concepção desse procedimento é probabilística. Assim, procura-se, determinar, por uma amostragem no sistema, o risco à saúde da qualidade da água.

A avaliação da qualidade microbiológica da água tem um papel destacado no processo, em vista do elevado número e da grande diversidade de microorganismos patogênicos, em geral de origem fecal, que pode estar presente na água. Em função da extrema dificuldade, quase impossibilidade, de avaliar a presença de todos os mais importantes microorganismos na água, a técnica adotada é a de se verificar a presença de organismos indicadores.

[...]

Quanto à qualidade física, a estratégia principal consiste na identificação de parâmetros que representem, de forma indireta, a concentração de sólidos – em suspensão ou dissolvidos – na água. Esses parâmetros têm duplo significado para a saúde pública. Por um lado, revelam a qualidade estética da água, cuja importância sanitária reside no entendimento de que águas com inadequado padrão estético, mesmo microbiologicamente seguras, podem conduzir os consumidores a recorrerem a fontes alternativas menos seguras. Por outro lado, águas com elevado conteúdo de sólidos comprometem a eficiência da desinfecção, ou seja, nesse caso sólidos podem se mostrar associados à presença de microorganismos.

Já a qualidade química é aferida pela própria identificação do componente na água, por meio de métodos laboratoriais específicos. Tais componentes químicos não

devem estar presentes acima de certas concentrações determinadas com auxílio de estudos epidemiológicos e toxicológicos.

3.3.1 Características Físicas

As características físicas da água são analisadas na determinação da potabilidade porque “[...] estimam as propriedades organolépticas da água, verificando em especial o seu aspecto estético, isto é, se ela é atraente do ponto de vista do consumidor.” (CASTRO, 2009, p. 14).

As características descritas a seguir correspondem aos principais parâmetros físicos considerados na avaliação da qualidade da água e que são divulgados pelo DMAE mensalmente através do site da Prefeitura de Porto Alegre.

3.3.1.1 Cor

A água pura deve ser incolor, mas devido à presença de substâncias coloridas dissolvidas, como resíduos industriais ou compostos de ferro, e coloidais (partículas minúsculas de dimensões inferiores a $1\mu\text{m}$), devido ao contato com resíduos orgânicos ou vegetais, a água pode adquirir certa cor. Essas cores resultantes do contato com diferentes substâncias são denominadas de cor aparente (causada por matéria em suspensão) ou cor verdadeira (causada por extratos vegetais ou orgânicos). Normalmente, a cor aparente pode ser removida mais facilmente nas etapas do tratamento de água convencional (CASTRO, 2009).

Adota-se como procedimento para determinação da intensidade da cor da água, “[...] a comparação da amostra com um padrão de cobalto-platina, sendo o resultado fornecido em unidades de cor, também chamadas uH (unidades Hazen).” (BRASIL, 2006, p. 45). Segundo Castro (2009), as águas naturais possuem teores de cor entre os valores de 0 a 200 uH, mas, quando esse valor for maior que 25 uH, os processos de coagulação química e filtração são necessários para remoção das impurezas. A Portaria n. 518/2004 (BRASIL, 2004) determina o valor máximo de 15 uH como padrão de aceitação para consumo humano; entretanto, o Ministério da Saúde (BRASIL, 2006) estabelece uma redução nesse valor, determinando que água potável deve possuir o teor de cor limitado a 5 uH.

Libânio (2008, p. 21-22) esclarece que:

A importância da cor como parâmetro de qualidade da água adquiriu maior evidência após a confirmação, no início da década de 1970, da perspectiva de formação de produtos potencialmente cancerígenos (trihalometanos- THM) como consequência da cloração de águas coloridas com a finalidade de abastecimento. Vale ressaltar que os THM não são os únicos subprodutos da desinfecção, mas, principalmente, verifica-se maior prevalência na formação de espécies halogenadas do que de outros subprodutos, e seus efeitos na saúde tem sido avaliados há mais de duas décadas [...].

3.3.1.2 Sabor e Odor

Embora sabor e odor sejam duas sensações distintas e não mensuráveis, o conceito de sabor envolve uma interação de gosto (salgado, doce, azedo e amargo) com o odor e, por isso, usualmente, são referenciadas em conjunto. Sua origem está associada à presença de substâncias químicas ou gases dissolvidos (que podem ser utilizados no próprio tratamento, como o cloro) ou atuação de microorganismos, como algas e cianobactérias (BRASIL, 2006).

Os compostos que podem causar sabor e odor às águas são inúmeros, como despejos industriais ou metais pesados. Podem ser destacados os compostos orgânicos naturais, como o 2-metilisoborneol (MIB) e geosmina, produzidos por algas e cianobactérias, não associados a efeitos venenosos à saúde, mas passíveis de serem percebidos a concentrações inferiores a 5,0 mg/L e gerando odores como de terra molhada ou ovo podre. Como são compostos naturalmente presentes no ambiente, possuem padrão variável e difícil remoção, tornaram-se a principal causa de reclamações entre os consumidores (CASTRO, 2009).

Esses parâmetros são importantes, como destaca Libânio (2008, p. 27 – 29, grifo nosso):

A importância desse parâmetro testifica-se na significativa possibilidade de rejeição, pela população abastecida, de água adequada ao consumo e uso de outra fonte de qualidade duvidosa, mas sem odor e sabor.

[...]

Enquanto a maioria dos parâmetros de qualidade de água encontra-se com os valores máximos permissíveis estabelecidos, as análises de sabor e odor apresentam dificuldade intrínseca relacionada à variedade de compostos químicos que não causam malefícios à saúde, mas que se constituem, com as características concernentes ao aspecto visual da água (cor e turbidez), nas reclamações mais recorrentes dos consumidores.

[...]

Para consumo humano e usos mais nobres, o padrão de potabilidade exige que a água seja insípida e completamente inodora. Todavia, mesmo em nível internacional, não há metodologia estabelecida bem como padrões de qualidade aptos a se inserir na rotina operacional das estações de tratamento para detecção de odor e sabor nas águas de abastecimento.

3.3.1.3 Turbidez

A turbidez é uma característica decorrente da presença de substâncias em suspensão de matéria orgânica e inorgânica e microorganismos que interferem na passagem de luz através do líquido. Sua origem pode ser natural, decorrente de erosão do solo às margens do rio, além da deposição de esgotos domésticos e industriais (CASTRO, 2009).

Sua medição é feita através de um processo de nefelometria (comparação da intensidade de luz dispersa de uma fotocélula da amostra com solução de referência e expressa em unidades de turbidez). A turbidez natural das águas varia entre 3 a 500 unidades de turbidez (uT), mas para garantia de qualidade microbiológica deve ser inferior a uma unidade (CASTRO, 2009). Já a Portaria n. 518/2004 (BRASIL, 2004) amplia para o valor máximo de 5 unidades de turbidez como padrão de aceitação para consumo humano. Esse limite extremamente baixo é explicado pela “[...] influência da turbidez nos processos usuais de desinfecção, atuando como **escudo** aos microorganismos patogênicos a assim minimizando a ação do desinfetante.” (BRASIL, 2006, p. 46, grifo do autor).

3.3.2 Características Químicas

As características químicas da água são essenciais na determinação da potabilidade, pois “[...] determinam os teores qualitativos e quantitativos de certas substâncias, que embora não sejam nocivas até determinados limites, devem ser conhecidas para aferir a perfeição ou a necessidade dos processos de tratamento [...]” (CASTRO, 2009, p. 18). As características descritas a seguir correspondem aos principais parâmetros químicos considerados na avaliação da qualidade da água e, assim como as características físicas, também são divulgados mensalmente.

3.3.2.1 pH

A sigla pH significa potencial hidrogênio e representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas de um meio através da medição da quantidade de íons hidrogênio (H⁺). Seu valor influencia na distribuição das formas livre e ionizada dos componentes químicos e contribui para determinação da solubilidade e toxicidade de diversas substâncias (BRASIL, 2006). Suas alterações podem ocorrer devido a fatores naturais, como fotossíntese ou absorção de gases da atmosfera, ou fatores causados pelo homem, como lançamento de esgotos (CASTRO, 2009).

Além disso, segundo Castro (2009, p. 18, grifo do autor), o valor do pH deve ser observado principalmente nas águas de abastecimento devido:

[...] a sua influência no processo de tratamento e no processo de corrosão das estruturas das instalações hidráulicas. Em águas de abastecimento, valores baixos de pH podem contribuir para a corrosividade e agressividade da água, enquanto valores elevados aumentam a possibilidade de incrustações.

A Legislação específica de potabilidade determina que os valores de pH para as água de consumo humano esteja limitado de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2004). Contudo, para obtenção de melhores resultados, a cloração deve ocorrer com pH inferior a 8,0. (BRASIL, 2006).

3.3.2.2 Cloro

Inicialmente, o cloro era utilizado na desinfecção de águas somente em caso de epidemias. Somente a partir do início do século XX, a adição de cloro foi adotada de forma contínua. Sua escolha deve-se ao fato dessa substância possuir características que definem um bom desinfetante, como:

- a) capacidade de destruir, em tempo razoável, os organismos patogênicos existentes na água (MEYER, 1994);
- b) não tóxico para o homem e animais domésticos (MEYER, 1994);
- c) não causa odor ou gosto à água, nas dosagens usuais. Ressalta-se que “[...] maiores concentrações de cloretos conferem sabor à água de consumo e maior índice de rejeição por parte da população abastecida” (LIBÂNIO, 2008, p. 40);
- d) custo de utilização razoável (MEYER, 1994);

- e) sua concentração na água é de fácil e rápida determinação (BRASIL, 2006);
- f) produz concentração residual resistente na água, servindo como barreira sanitária a eventuais recontaminações (MEYER, 1994).

A utilização de cloro na água possui como objetivos a desinfecção (destruição ou inativação dos organismos patogênicos ou outros organismos indesejáveis) e oxidação (alteração das características da água pela oxidação dos compostos orgânicos e inorgânicos nela existentes). Fatores como temperatura da água, pH, tempo de contato, grau de mistura, turbidez, presença de substâncias interferentes e concentração de cloro disponível determinam seu desempenho. Em geral, a reatividade do cloro diminui com o aumento do pH e a velocidade de reação aumenta com a elevação da temperatura (MEYER, 1994).

A Portaria nº 518/2004 (BRASIL, 2004, Capítulo V, Art. 16.) determina que “Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição [...]”. Recomenda ainda, no Artigo 16 do mesmo capítulo, que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2,0 mg/L (BRASIL, 2004).

A autora Meyer (1994, p. 102) descreve o processo de formação do cloro residual:

O cloro residual (cloro residual combinado) inicialmente aumenta com o aumento do cloro aplicado, passando por um máximo, e, em seguida, diminui até um mínimo; a partir deste mínimo, o cloro residual, agora sob a forma de cloro residual livre, aumenta proporcionalmente com a quantidade de cloro aplicada. O ponto de inflexão encontrado é chamado de *breakpoint* (cloração ao *breakpoint*). Com o início da cloração, o nitrogênio amoniacal consome o cloro na formação de cloraminas. O ponto máximo é atingido quando toda a amônia disponível se combinou com o cloro para a formação de cloraminas. Como são compostos quimicamente instáveis, quando a curva atinge o máximo, com a continuação da adição de cloro à água as cloraminas são oxidadas e destruídas, formando produtos inertes, como N₂ e HCl. O ponto mínimo de inflexão é atingido depois da destruição das cloraminas.

[...]

Durante a distribuição da água tratada, as cloraminas funcionarão como uma fonte de cloro frente a qualquer substância oxidável que surgir na rede (recontaminação).

A figura 5 exemplifica o processo de formação do cloro residual descrito acima.

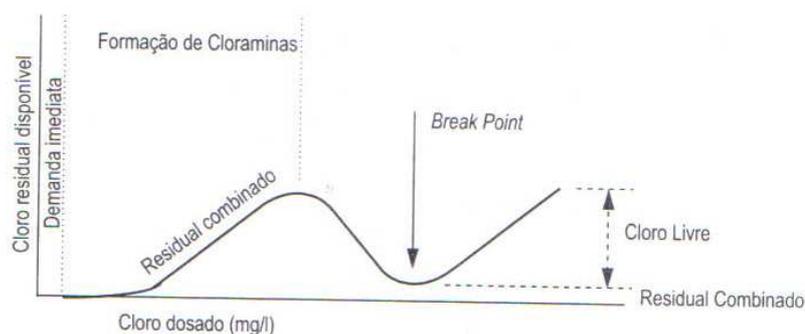


Figura 5: processo de formação do cloro residual (LIBÂNIO, 2008, p. 390)

A diminuição do cloro residual livre (CRL) pode ser causada por “[...] problemas gerados pela má conservação das instalações prediais e pelas condições sanitariamente precárias de armazenamento da água, o que favoreceria o aparecimento de coliformes [...]” (SCHEMBRI; ENNES, 1997, p. 1164).

3.3.3 Características Biológicas

A identificação de organismos patogênicos na água é um procedimento complexo e com custo elevado. Por essa razão, recorre-se à identificação de organismos indicadores de contaminação por fezes, como as bactérias do grupo coliforme.

3.3.3.1 Bactérias coliformes

As bactérias do grupo coliforme habitam o intestino de homens e animais de sangue quente e são eliminados nas fezes em números elevados ($10^6/g$ a $10^8/g$). Dessa forma havendo contaminação da água por esgotos domésticos, é elevada a chance de se encontrar coliformes em pequenas amostragens. Principalmente em climas tropicais, os coliformes apresentam capacidade de se multiplicar na água. Além disso, sua identificação é relativamente fácil, pois esse grupo fermenta a lactose, produzindo gases que são observados durante os ensaios (BRASIL, 2006).

A Portaria n. 518/2004 (BRASIL, 2004, Capítulo II, Art. 4. grifo nosso), apresenta algumas definições:

[...]

VI. coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ °C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros Escherichia, Citrobacter, Klebsiella e Enterobacter, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo;

VII. coliformes termotolerantes - subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas; tendo como principal representante a Escherichia coli, de origem exclusivamente fecal;

VIII. Escherichia coli - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β glucuronidase, **sendo considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos;**

[...]

A Portaria nº 518/2004 (BRASIL, 2004) determina que a água potável deve comprovar ausência de bactérias coliformes totais ou Escherichia coli em volume de amostragem de 100 ml.

4 A CONSERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS RESERVATÓRIOS DOMICILIARES

Em Porto Alegre, a água distribuída é de excelente qualidade, como comprovam as análises diárias, porém a conservação da mesma qualidade após a entrada nos domicílios pode não ocorrer, como explica Brasil (2006, p. 24, grifo nosso):

Após a ligação predial, a água fornecida pelo sistema público ainda passa por diversas operações, desde o armazenamento predial até os habituais tratamentos domiciliares, passando por toda a instalação predial. **Essa etapa do consumo, em nosso país, impõe elevados riscos à saúde, a ponto de todo o esforço desenvolvido nas diversas unidades do sistema coletivo frequentemente se ver comprometido por um manuseio inadequado da água no nível extradomiciliar.** Adicione-se a essa situação de risco a tradicional dificuldade do poder público em estabelecer a vigilância no interior do domicílio, comumente considerado domínio sanitário do indivíduo e não da coletividade.

A Portaria n. 518 estabelece procedimentos que buscam garantir a qualidade da água até a entrada do domicílio. O usuário tem, portanto, um papel importante na garantia da continuidade no interior do domicílio. Deve-se dar especial atenção às tubulações e reservatórios de água, bem como às práticas de higiene domiciliar no que diz respeito à limpeza e manutenção (BRASIL, 2004).

No mundo são poucos os países que usam o reservatório domiciliar; nos Estados Unidos e Europa, o abastecimento de água potável é contínuo e direto, não havendo necessidade de reservatórios domiciliares. No Brasil, o sistema de distribuição de água é indireto, pois a água passa pela caixa d'água antes de ser distribuída. A reservação domiciliar é necessária devido às condições de distribuição da água, sujeita a grande oscilação de pressão na rede pública e possíveis interrupções de abastecimento, além do crescimento do número de andares nas edificações (SCHEMBRI; ENNES, 1997).

No modelo convencional de sistema hidráulico, é instalado um reservatório na parte inferior do edifício, que recebe a água da distribuidora, e outro na parte superior, que abastece todo o empreendimento. Esse sistema busca facilitar o fluxo da água nos apartamentos dos edifícios (NÁRLIR, 2011).

4.1 A ESCOLHA DO TIPO DE RESERVATÓRIO DOMICILIAR

Em edifícios, costuma-se executar reservatórios de água inferiores e superiores. Para o correto dimensionamento dos reservatórios domiciliares deve-se considerar (BRASIL, 2006, p 98):

[como] objetivos principais o atendimento às demandas máximas diárias e horárias, bem como, quando necessário, o combate a incêndios e a outras situações emergenciais, além da equalização das pressões no sistema de distribuição. Usualmente, os projetos dos reservatórios de abastecimentos enfatizam essencialmente a integridade estrutural, os aspectos funcionais e estéticos.

A escolha do reservatório depende da necessidade de armazenamento da habitação, mas outras variáveis como as condições do local de instalação, características de abastecimento da região, manutenção e preço também podem influenciar na escolha. Os reservatórios podem ser moldados *in loco* com concreto armado ou pré-fabricados, utilizando materiais como polietileno, fibra de vidro ou fibrocimento. Independentemente do tipo de material, o produto precisa manter níveis de potabilidade e de toxicidade que não prejudiquem a qualidade da água (LEAL, 2003).

4.1.1 Reservatórios industrializados

A indústria de fabricação de caixas d'água desenvolveu diversos materiais, praticamente todos com desempenho semelhante quanto ao peso, dimensões, facilidade de limpeza e riscos de contaminação da água. Tecnicamente, as diferenças intrínsecas de cada material e as condicionantes de execução, principalmente facilidade de limpeza, acabam por influenciar na escolha do reservatório mais adequado para cada projeto (LEAL, 2003).

4.1.1.1 Fibrocimento

Historicamente, o mercado brasileiro de caixas d'água era dominado pelo fibrocimento, exemplificado pela figura 6, que contém em sua fórmula cimento Portland, fibras de amianto e água, com eventuais adições (ANTUNES, 2004). Mas, devido ao apontamento do amianto como responsável por doenças como asbestose (endurecimento do tecido pulmonar) e câncer,

o mercado necessitou de uma reestruturação, investindo em diferentes tipos de amiantos, como o CRFS - cimento reforçado com fio sintético - ou crisotila, de cor branca e menos tóxico, ambos permitidos pela legislação brasileira (LEAL, 2003).



Figura 6: reservatório fabricado em fibrocimento (LEAL, 2003, p. 58)

4.1.1.2 Fibra de vidro

A fibra de vidro é o material mais resistente aos efeitos do tempo e, devido sua estrutura, permite a fabricação de grandes reservatórios bastante leves, o que facilita sua instalação. Para facilitar a higiene, suas paredes internas são lisas e possuem camada protetora de raios ultravioleta, evitando que a incidência de luz e o acúmulo de sujeira e organismos, principalmente algas, interfiram no produto armazenado. Entretanto, esse filtro solar não impede que a água se aqueça caso a caixa esteja exposta ao sol, como mostrado na figura 7. Em ambientes externos, é necessária a amarração do reservatório e das tampas (LEAL, 2003).



Figura 7: reservatório fabricado em fibra de vidro (LEAL, 2003, p. 57)

4.1.2.3 Polietileno

Os reservatórios fabricados em polietileno, modelo apresentado na figura 8, destacam-se por serem leves, facilitando o transporte e armazenagem, atóxicos e duráveis, mas é importante que a resistência mecânica seja garantida, para não comprometer a vida útil do material. Por possuírem o interior em cores claras e parede interna lisa, as eventuais sujeiras que se incrustarem na superfície interna podem ser facilmente identificadas e removidas (LEAL, 2003).



Figura 8: reservatório fabricado em polietileno (LEAL, 2003, p. 57)

Esse modelo de caixa d'água pode ser instalado ao ar livre, mas precisa de amarração especial para que o vento não o desestabilize. Quanto à vedação, nos modelos tradicionais, as tampas possuem trava, diminuindo a chance de deslocamento, e nos modelos de tanque, as tampas são rosqueáveis, garantindo vedação total (LEAL, 2003).

O assentamento da base é fundamental, pois a superfície deve estar isenta de elementos que possam prejudicar sua estrutura e devem-se respeitar os locais indicados para os furos de instalação, pois são especialmente reforçados. Em caso de fissura, não é possível fazer reparos, pois o material não permite esse tipo de manutenção (ANTUNES, 2004).

4.1.2 Concreto Armado

Em empreendimentos como condomínios residenciais e industriais, é necessário reservar ou distribuir uma quantidade de água maior que comporta grande parte dos reservatórios pré-fabricados, sendo a construção de reservatórios de concreto a solução mais indicada (LEAL, 2003). Esses reservatórios são encontrados em dois formatos: o cilíndrico, como na figura 9, e

o paralelepípedo, e podem ser construídos *in loco* ou com estruturas pré-moldadas (NÁRLIR, 2011).



Figura 9: reservatório de concreto armado cilíndrico moldado *in loco* (NÁRLIR, 2011, p. 57)

Os reservatórios moldados *in loco* são construídos em conjunto com a estrutura da edificação. Todas as peças da tubulação, com exceção dos tubos leves, como PVC ou cobre, devem estar posicionadas, pois após a concretagem, a remoção ou acréscimo de tubulações é de extrema dificuldade. Costuma-se utilizar duas variantes de fôrmas: as deslizantes e as trepantes (BAYEUX, 2000).

As fôrmas deslizantes possuem como idéia básica moldar grandes áreas de superfície de concreto com uma fôrma de área reduzida, em torno de um metro de altura, suspensa por cavaletes acoplados a macacos hidráulicos acionados por bombas hidráulicas. Como o concreto em início de pega tem condição de suportar pequenas cargas, a fôrma é empurrada para cima por meio de macacos hidráulicos e fica apoiada na própria estrutura de concreto. Esse método não admite interrupções, a concretagem deve ser contínua, e a espessura da parede não deve ser inferior a 18 cm, pois em espessuras menores, o atrito entre a fôrma e o concreto pode levar ao arraste total do material, o que descobre a armadura e compromete a integridade da estrutura (NÁRLIR, 2011).

Para reservatórios de até 20 m de altura utilizam-se, por motivos econômicos, as fôrmas trepantes. O processo destaca-se pela rapidez, utilizando dois ou três jogos de fôrmas metálicas para a construção de um anel que é preenchido por armadura e concreto. Após a

secagem do anel de baixo, ocorre a desforma e todo o material é utilizado para montar outra estrutura acima do último anel concretado (NÁRLIR, 2011).

Após a concretagem, cura e remoção de fôrmas, procede-se a limpeza do reservatório antes de sua impermeabilização. A impermeabilização de reservatórios de concreto armado pode ser feita com manta asfáltica, argamassa polimérica ou cristalização. É necessária a realização de testes de escoamento, corrigindo possíveis empoçamentos, e arredondamento dos cantos e arestas (BAYEUX, 2000).

No método de montagem com de peças pré-moldadas, a execução é semelhante a um empilhamento de estruturas, que se interligam para formar um reservatório completo (NÁRLIR, 2011).

4.2 LEGISLAÇÕES PARA RESERVATÓRIOS DE ÁGUA

Uma série de leis, decretos e normas estaduais e municipais buscam estabelecer responsabilidades e exigências para a construção e manutenção dos reservatórios domiciliares. O Decreto Sanitário n. 23.430, de 24 de outubro de 1974 (RIO GRANDE DO SUL, 1974) estabelece algumas condições construtivas para os reservatórios, como:

- a) devem ser perfeitamente estanques e paredes internas com superfície lisa, impermeável e resistente e de material que não polua, contamine ou prejudique a potabilidade das águas;
- b) a cobertura deve ser adequada e conservada sempre limpa, possuindo abertura que permita inspeção e proteção a entrada de mosquitos, líquidos ou qualquer matéria estranha;
- c) sobre os reservatórios não podem ser construídos depósito de lixo ou qualquer edificação que possa poluir ou contaminar a água;

A Portaria n. 21 (RIO GRANDE DO SUL, 1988), considera como agentes potencialmente contaminantes qualquer objeto ou substância estranha ao meio líquido, mas destaca como principais impurezas:

- a) resíduos sólidos da deterioração da estrutura dos reservatórios;

- b) agentes químicos decorrentes da deterioração da pintura inadequada do interior do reservatório;
- c) lodo sedimentado no fundo do reservatório, resultante da deposição de material sólido vindo da rede pública de distribuição.

A Norma Técnica Portaria n. 2 (PORTO ALEGRE, 2007, p. 1-3, grifo nosso) ainda estabelece responsabilidades e procedimentos para limpeza dos reservatórios:

[...]

1.1 Regulamentar as obrigações do responsável do sistema de abastecimento interno de água potável de prédios e habitações coletivas;

1.1.1 Considera-se responsável: síndico, proprietários ou pessoa jurídica que administra prédios e habitações coletivas;

[...]

3.1 A segurança sanitária do sistema de abastecimento interno de água potável de prédios e habitações coletivas, bem como dos reservatórios de água potável, é de competência do responsável (síndico, proprietário ou administrador);

3.2 Os reservatórios devem ser conservados e inspecionados a cada seis meses, observando-se:

3.2.1 as condições adequadas de vedação do reservatório ou a necessidade de impermeabilização devido a infiltrações e/ou vazamentos;

3.2.2 as condições da tampa de vedação da abertura de inspeção;

[...]

3.5 No caso de existir um compartimento específico para o reservatório inferior, este local também deverá estar limpo, isento de animais ou objetos que possam contribuir para a contaminação da água. Isto também serve para os reservatórios superiores de água, localizados no sótão de prédios e habitações coletivas;

3.6 Os reservatórios de água potável, inferior e/ou superior, devem ter fácil acesso, de forma a garantir sua efetiva operação, manutenção e fiscalização;

3.7 A limpeza e desinfecção bacteriológica dos reservatórios de água potável somente poderá ser efetuada por firmas cadastradas na Coordenadoria Geral de Vigilância em Saúde desta Secretária Municipal de Saúde;

3.7.1 A impermeabilização de reservatórios de água potável de prédios e habitações coletivas deverá ser executada por empresa com responsável técnico devidamente registrado no CREA;

3.8 A limpeza e desinfecção bacteriológica dos reservatórios de água potável devem ser feitas anualmente ou a critério da autoridade sanitária, na dependência do risco sanitário associado;

3.8.1 Considera-se como exceção os hospitais e unidades de saúde, cuja periodicidade deve ser semestral;

[...]

4.2.2 As firmas cadastradas devem obedecer às seguintes etapas na inspeção e avaliação de reservatórios de água em prédios e habitações coletivas:

a) antes do processo de limpeza e desinfecção bacteriológica em reservatórios de água potável, **o responsável pela firma contratada deverá realizar uma inspeção nos reservatórios do prédio, para se assegurar das condições de vedação, das tubulações de ventilação e extravasão e da estrutura do reservatório;**

[...]

4.3 A NECESSIDADE DA MANUTENÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DOMICILIARES

Nos domicílios, os níveis de contaminação elevam-se pela precariedade das instalações hidráulico-sanitárias, pela falta de manutenção dos reservatórios e pelo manuseio inadequado da água (BRASIL, 2006). Assim, não há certeza sobre a qualidade da água efetivamente consumida pela população, pois nenhum órgão se responsabiliza pelo que ocorre nas tubulações, peças e equipamentos das instalações prediais e na reservação domiciliar (SCHEMBRI; ENNES, 1997).

Brasil (2006, p. 98, grifo nosso), ressalta, ainda, uma importante relação entre a reservação e a qualidade da água:

As questões associadas à qualidade da água nos reservatórios são usualmente tratadas como itens de importância secundária, resumindo-se à manutenção dessas unidades. Entretanto, vários episódios recentes de surtos de doenças de veiculação hídrica foram relacionados a problemas de reservação, principalmente pela deterioração da qualidade da água.

Existem inúmeros possíveis causadores de deterioração da qualidade da água durante a reservação, dentre eles estão:

- a) dependendo da configuração dos dispositivos de entrada e saída de água nos reservatórios, podem ocorrer zonas de estagnação, aumentando o tempo de reservação. Em unidades com dispositivo comum de entrada e saída, geralmente localizado no fundo da estrutura, verifica-se que as águas mais distantes apresentam idades elevadas, apresentando uma queda na quantidade de cloro residual, devido a nitrificação - crescimento e aclimatação de bactérias

nitrificantes - (BRASIL, 2006). O uso de dispositivo, com saída lateral, pode ser uma solução para promover a recirculação da água nos reservatórios;

- b) em reservatórios fechados, devido à ausência de luz solar, pode ocorrer um crescimento de bactérias nitrificantes; mas, em reservatórios descobertos, há maior risco da proliferação de algas e contaminação pelas mais diversas substâncias (BRASIL, 2006);
- c) o contato da água armazenada com o concreto das paredes do reservatório. A deteriorização do concreto resulta na formação de superfícies rugosas, o que facilitaria a adesão de patogênicos ou outros microorganismos, bem como pode comprometer a estrutura dessas unidades (BRASIL, 2006);
- d) a reação álcali-agregado em estruturas de concreto. Na presença de água, pode ocorrer essa reação expansiva entre álcalis, provenientes do cimento ou aditivos, e uma fase reativa dos agregados utilizados no concreto, formando um gel. A possibilidade de ocorrência em reservatórios é muito grande, gerando fissuração e, em estágio mais avançado, até deformações no concreto (NÁRLIR, 2011).
- e) as dificuldades de acesso aos pontos internos das instalações hidráulicas prediais (SCHEMBRI; ENNES, 1997);

Assim, “A garantia da potabilidade da água consumida depende, entre outras ações, de uma avaliação integrada da sua qualidade ao longo do abastecimento, do manancial ao consumidor.” (BRASIL, 2006, p. 125). Entretanto, “A melhoria da higiene pública não se reduz à questão de disponibilidade dos recursos financeiros, materiais e humanos necessários, pois também é um problema de educação das populações, [...] convencê-las de que os resultados valem a pena.” (SILVA, 2007, p. 63).

5 PESQUISA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA EM BAIROS ECONOMICAMENTE CONTRASTANTES DE PORTO ALEGRE

Conforme mencionado no capítulo **Método de Pesquisa**, as edificações multifamiliares foram escolhidas de forma aleatória visando não interferir nas conclusões finais. Entretanto, buscou-se estabelecer uma amostra exemplar: escolhendo como pontos de coleta os edifícios que representassem os padrões construtivos predominantes em cada bairro escolhido. As cenas de cada bairro de estudo são mostradas nas figuras 10 a 12.



Figura 10: cena do Bairro Rio Branco, onde predominam edifícios residenciais de alto ou médio padrão construtivo



Figura 11: cena do Bairro Cristal, onde predominam edifícios residenciais de médio a baixo padrão construtivo



Figura 12: cena do Bairro Rubem Berta, onde predominam edifícios residenciais populares

5.1 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

As amostragens de água para análises foram coletadas em dois tipos de recipientes: recipientes de plástico com tampa em alíquotas de 500 ml e recipientes de vidro de 100 ml para os ensaios das bactérias coliformes. Todos os recipientes foram devidamente identificados, conforme figura 13.



Figura 13: materiais utilizados para as coletas de água

As coletas foram realizadas na torneira mais próxima ao reservatório e foram desprezados os primeiros litros de água, isso buscando diminuir a interferência das instalações hidráulicas na perda da qualidade da água. Posteriormente, os recipientes foram armazenados em caixa térmica com gelo e transportadas ao laboratório do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS para ensaios químicos e biológicos dos índices considerados. O tempo entre a coleta das amostras e o início das análises não excedeu 24 horas.

Simultaneamente, foram aplicados questionários aos síndicos das edificações que foram pontos de estudo, buscando determinar alguma relação entre nível econômico e a qualidade da água consumida, através de suas características, percepções e comportamentos em relação ao uso da água. Após o término de cada entrevista, a pesquisadora colocava-se à disposição do entrevistado para qualquer esclarecimento ou mesmo respostas às perguntas que haviam sido propostas no questionário. Para todos os bairros escolhidos, foram realizadas sete coletas e aplicação de questionários, totalizando assim, 21 pontos investigados.

5.2 CARACTERÍSTICAS E PERCEPÇÕES DOS SÍNDICOS ENTREVISTADOS

As características sócio-culturais, hábitos e opiniões em relação ao uso da água e cuidados despendidos à manutenção dos reservatórios, dos locais onde foram coletadas as amostragens de água, são apresentados a seguir, nos quadros 4, 5 e 6. As respostas estão organizadas por bairro em estudo e todos os dados foram registrados de forma a não permitir a identificação do participante ou edificação por pessoas alheias à pesquisa.

CARACTERÍSTICAS, HÁBITOS E OPINIÕES AO USO DA ÁGUA DOS SÍNDICOS DAS EDIFICAÇÕES ANALISADAS								
BAIRRO RIO BRANCO								
Identificação da edificação		1	2	3	4	5	6	7
Dados Básicos	Sexo	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Masculino	Feminino	Feminino
	Faixa etária	40 - 60 anos	40 - 60 anos	20 - 40 anos	20 - 40 anos	40 - 60 anos	acima de 60 anos	acima de 60 anos
	Escolaridade	Superior	Superior	Superior	Superior	Superior	2º grau completo	2º grau completo
Sobre a água	Água distribuída pelo DMAE	É boa	É limpa, mas apresenta alterações dependendo da estação do ano	Não é boa	É boa	É limpa, mas apresenta alterações dependendo da estação do ano	Não é boa	É boa
	Origem da água consumida	Envasada	Envasada	Envasada	Envasada	Filtro domiciliar	Filtro domiciliar	Envasada
	Diferença entre água para beber e água para outros usos	Existe	Existe	Existe	Existe	Não existe	Existe	Existe
	Legislação sobre a qualidade da água para consumo humano	Existe	Existe	Não tem certeza	Não tem certeza	Não tem certeza	Não tem certeza	Não tem certeza
	Consulta as informações sobre a qualidade da água contidas na conta do DMAE	Não sabia que continha esses dados	Não sabia que continha esses dados	Não	Sim	Não sabia que continha esses dados	Não sabia que continha esses dados	Não
Sobre o reservatório	Função do reservatório domiciliar	Importante no caso de falta de água, necessita de tampa de vedação e manutenção e limpeza periódicas	Necessita de manutenção e limpeza periódicas	Necessita de manutenção e limpeza periódicas	Importante no caso de falta de água e necessita de manutenção e limpeza periódicas	Importante no caso de falta de água e necessita de manutenção e limpeza periódicas	Necessita de manutenção e limpeza periódicas	Importante no caso de falta de água e necessita de manutenção e limpeza periódicas
	Tempo médio entre as limpezas dos reservatórios	A cada 12 meses	A cada 6 meses	A cada 12 meses	A cada 12 meses	A cada 12 meses	A cada 12 meses	A cada 12 meses
	Responsabilidade pela limpeza dos reservatórios	Síndico e administradora do condomínio	Síndico	Síndico e administradora do condomínio	Administradora do condomínio	Síndico	Síndico e administradora do condomínio	Síndico

Quadro 4: características, hábitos e opiniões em relação ao uso da água dos síndicos do Bairro Rio Branco

CARACTERÍSTICAS, HÁBITOS E OPINIÕES AO USO DA ÁGUA DOS SÍNDICOS DAS EDIFICAÇÕES ANALISADAS								
BAIRRO CRISTAL								
Identificação da edificação		1	2	3	4	5	6	7
Dados Básicos	Sexo	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Feminino	Feminino	Masculino
	Faixa etária	40 - 60 anos	40 - 60 anos	acima de 60 anos	40 - 60 anos	acima de 60 anos	40 - 60 anos	acima de 60 anos
	Escolaridade	Superior	2º grau completo	Superior	2º grau completo	2º grau completo	2º grau completo	2º grau completo
Sobre a água	Qualidade da água distribuída pelo DMAE	Não é boa	É limpa, mas apresenta alterações dependendo da estação do ano	É boa	É limpa, mas apresenta alterações dependendo da estação do ano	É boa	É boa	É boa
	A origem da água consumida	Envasada	Filtro domiciliar	Envasada	Filtro domiciliar	Filtro domiciliar	Filtro domiciliar	Torneira
	Diferença entre água para beber e água para outros usos	Existe	Existe	Existe	Não existe	Existe	Não existe	Não existe
	Legislação sobre a qualidade da água para consumo humano	Não tem certeza	Não tem certeza	Não tem certeza	Existe	Não tem certeza	Existe	Não tem certeza
	Informações sobre a qualidade da água contidas na conta do DMAE	Não sabia que continha esses dados	Não sabia que continha esses dados	Não sabia que continha esses dados	Não sabia que continha esses dados	Sim	Não sabia que continha esses dados	Não
Sobre o reservatório	Função do reservatório domiciliar	Necessita de manutenção e limpeza periódicas	Importante no caso de falta de água e necessita de manutenção e limpeza periódicas	Necessita de manutenção e limpeza periódicas	Necessita de manutenção e limpeza periódicas	Importante no caso de falta de água, necessita de tampa de vedação e manutenção e limpeza periódicas	Necessita de tampa de vedação e manutenção e limpeza periódicas	Necessita de manutenção e limpeza periódicas
	Tempo médio entre as limpezas dos reservatórios	A cada 12 meses	A cada 6 meses	A cada 12 meses	A cada 12 meses	A cada 12 meses	A cada 6 meses	A cada 6 meses
	Responsabilidade pela limpeza dos reservatórios	Síndico	Síndico e administradora do condomínio	Administradora do condomínio	Síndico	Síndico	Síndico e administradora do condomínio	Síndico

Quadro 5: características, hábitos e opiniões em relação ao uso da água dos síndicos do Bairro Cristal

CARACTERÍSTICAS, HÁBITOS E OPINIÕES AO USO DA ÁGUA DOS SÍNDICOS DAS EDIFICAÇÕES ANALISADAS								
BAIRRO RUBEM BERTA								
Identificação da edificação		1	2	3	4	5	6	7
Dados Básicos	Sexo	Masculino	Masculino	Masculino	Masculino	Feminino	Feminino	Masculino
	Faixa etária	20 - 40 anos	acima de 60 anos	acima de 60 anos	40 - 60 anos	acima de 60 anos	40 - 60 anos	40 - 60 anos
	Escolaridade	2º grau completo	2º grau completo	1º grau completo	1º grau completo	1º grau completo	2º grau completo	2º grau completo
Sobre a água	Água distribuída pelo DMAE	É boa	É boa	É boa	É boa	É boa	É limpa, mas apresenta alterações dependendo da estação do ano	Não é boa
	Origem da água consumida	Torneira	Torneira	Torneira	Torneira	Torneira	Filtro domiciliar	Filtro domiciliar
	Diferença entre água para beber e água para outros usos	Não existe	Não existe	Não existe	Não existe	Não existe	Não existe	Existe
	Legislação sobre a qualidade da água para consumo humano	Não tem certeza	Existe	Não existe	Não tem certeza	Não tem certeza	Não tem certeza	Não tem certeza
	Consulta as informações sobre a qualidade da água contidas na conta do DMAE	Não sabia que continha esses dados	Não	Não sabia que continha esses dados	Não sabia que continha esses dados	Não	Não sabia que continha esses dados	Não sabia que continha esses dados
Sobre o reservatório	Função do reservatório domiciliar	Necessita de manutenção e limpeza periódicas	Necessita de tampa de vedação e manutenção e limpeza periódicas	Importante no caso de falta de água e possibilita economizar água	Necessita de tampa de vedação e manutenção e limpeza periódicas	Necessita de tampa de vedação e manutenção e limpeza periódicas	Importante no caso de falta de água e necessita de manutenção e limpeza periódicas	Importante no caso de falta de água
	Tempo médio entre as limpezas dos reservatórios	A cada 12 meses	A cada 12 meses	Não tem certeza	A cada 12 meses	Não tem certeza	A cada 12 meses	A cada 12 meses
	Responsabilidade pela limpeza dos reservatórios	Síndico	Síndico	Não tem certeza	Síndico	Não tem certeza	Síndico	Síndico

Quadro 6: características, hábitos e opiniões em relação ao uso da água dos síndicos do Bairro Rubem Berta

5.3 ANÁLISES QUÍMICAS E BIOLÓGICAS NO LABORATÓRIO DO IPH/UFRGS

As análises bacteriológicas e físico-químicas foram realizadas seguindo os procedimentos estabelecidos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e de acordo com a disponibilidade de equipamentos no laboratório do IPH/UFRGS:

- a) teste Colilert, para detecção de bactérias coliformes totais e *Escherichia coli*, realizado apenas duas amostragens por bairro;
- b) leitura do cloro residual e total, através do método DPD (N, N-dietil-p-fenileno diamina);
- c) determinação dos valores de cor, turbidez e pH, através de equipamentos específicos para cada leitura.

As figuras 14 a 16 apresentam os equipamentos e técnicas dos ensaios.



(A)



(B)

Figuras 14: (A) recipientes utilizados para amostragem das bactérias coliformes; (B) máquina seladora para realização dos testes de bactérias coliformes



(A)



(B)



(C)

Figura 15: (A) materiais utilizados para verificação da quantidade de cloro nas amostras; (B) compostos químicos reagentes; (C) reações químicas ocorridas durante a verificação da quantidade de cloro



(A)



(B)



(C)

Figura 16: (A) equipamento para determinação de pH; (B) turbidímetro;
(C) equipamento para determinação da cor nas amostras

Ressalta-se que o índice de flúor não foi possível de realizar devido à indisponibilidade do equipamento e que o valor mínimo do equipamento para determinação da cor da água era de 5 uH. Por isso, nas análises se utilizou de indicadores como muito menor (\ll), menor ($<$) ou semelhante (\sim) para comparação entre as amostragens de água coletadas com o padrão de cor zero.

Ainda, durante as coletas, foram anotadas algumas informações adicionais sobre os reservatórios e edificações que foram pontos de estudo, utilizando para isso o formulário denominado Ficha de Coleta, apresentado no apêndice B. Essas informações, sintetizadas nos quadros 8, 10 e 12, são apresentadas em conjunto com os valores obtidos para cada bairro analisado.

Para análise do estado de conservação dos reservatórios foram utilizados dois parâmetros distintos, dependendo do material de construção:

- a) para reservatórios de concreto armado, foram observados limpeza e aparência geral do reservatório e entorno, impermeabilização e tampa de vedação;
- b) para reservatórios de polietileno, fibrocimento e fibra de vidro, foram observados a limpeza e aparência geral do reservatório e entorno, além da tampa com amarração.

5.3.1 Dados obtidos referentes ao Bairro Rio Branco

A seguir são apresentados os valores obtidos nas análises de laboratório para os parâmetros de qualidade e as informações adicionais referentes às edificações analisadas no Bairro Rio Branco, anotadas no formulário Ficha de Coleta.

BAIRRO RIO BRANCO - SISTEMA MOINHOS DE VENTO								
Identificação da edificação		1	2	3	4	5	6	7
Parâmetros de qualidade da água analisados	Cor	<5	<5	<<5	<<5	<5	<5	<5
	Odor	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ferrugem
	Turbidez	0,383	0,342	0,182	0,201	0,385	0,330	0,485
	pH	6,75	6,34	6,16	5,98	6,27	6,60	6,47
	Coliformes Totais	Ausente	5,2	X	X	X	X	X
	Cloro Residual Total	0,5	0,6	1,1	1,4	1,0	0,9	0,6
	Cloro Residual Livre	0,0	0,0	0,6	0,9	0,4	0,3	0,0

Quadro 7: parâmetros de qualidade analisados referentes ao Bairro Rio Branco

PERFIL DAS EDIFICAÇÕES ANALISADAS - BAIRRO RIO BRANCO								
Identificação da edificação		1	2	3	4	5	6	7
Sobre a edificação	Padrão de construção	Residencial médio	Residencial alto	Residencial médio	Residencial alto	Residencial médio	Residencial médio	Residencial alto
	Conservação de edificação	Boa	Boa	Boa	Muito boa	Regular	Ruim	Muito boa
	Número de pavimentos	5	10	3	13	3	4	12
	Número de apartamentos	25	39	30	113	3	14	22
Sobre o reservatório	Material	Concreto	Concreto armado	Polietileno	Fibra de vidro	Fibra de vidro	Concreto armado	Concreto armado
	Conservação do reservatório	Ruim	Ruim	Boa	Muito boa	Boa	Ruim	Ruim

Quadro 8: informações adicionais das edificações analisadas no Bairro Rio Branco

Nos reservatórios de concreto armado analisados neste bairro, considerou-se o estado de conservação como ruim, principalmente, devido à deterioração das estruturas, fissuras e falta de impermeabilização, como se observa nas figuras 17 até 20.



Figura 17: (A) e (B) detalhes do reservatório da edificação n.1 do Bairro Rio Branco



Figura 18: (A) e (B): detalhes do reservatório da edificação n. 2 do Bairro Rio Branco



Figura 19: reservatório de concreto armado da edificação n. 6



(A)



(B)

Figura 20: (A) e (B) detalhes do reservatório da edificação n.7 do Bairro Rio Branco

5.3.2 Dados obtidos referentes ao Bairro Cristal

A seguir são apresentados os valores obtidos nas análises de laboratório para os parâmetros de qualidade e as informações adicionais referentes ao Bairro Cristal, anotadas no formulário Ficha de Coleta.

BAIRRO CRISTAL - SISTEMA MENINO DEUS								
Identificação da edificação		1	2	3	4	5	6	7
Parâmetros de qualidade da água analisados	Cor	<5	<5	<5	<5	<5	<<5	<<5
	Odor	Ausente						
	Turbidez	0,361	0,235	0,257	0,336	0,253	0,217	0,277
	pH	7,04	7,05	6,91	6,99	6,96	6,88	6,7
	Coliformes Totais	X	X	X	Ausente	4,0	X	X
	Cloro Residual Total	0,7	0,8	0,8	0,7	0,9	1,1	1,00
	Cloro Residual Livre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Quadro 9: parâmetros de qualidade analisados referentes ao Bairro Cristal

PERFIL DAS EDIFICAÇÕES ANALISADAS - BAIRRO CRISTAL								
Identificação da edificação		1	2	3	4	5	6	7
Sobre a edificação	Padrão de construção	Residencial médio	Residencial médio	Residencial médio	Residencial médio-baixo	Residencial médio-baixo	Residencial médio-baixo	Residencial médio-baixo
	Conservação de edificação	Muito boa	Boa	Muito boa	Regular	Muito boa	Boa	Boa
	Número de pavimentos	8	17	7	6	4	4	4
	Número de apartamentos	48	94	58	80	96	112	96
Sobre o reservatório	Material	Concreto armado	Fibra de vidro	Fibra de vidro	Concreto armado	Fibra de vidro	Fibra de vidro	Fibra de vidro
	Conservação do reservatório	Regular	Boa	Boa	Ruim	Boa	Boa	Boa

Quadro 10: informações adicionais das edificações analisadas no Bairro Cristal

Nos reservatórios de concreto armado analisados neste bairro, verificou-se, assim como no Bairro Rio Branco, a falta de impermeabilização e pequenas fissuras, figura 21. Já nos reservatórios de fibra de vidro, mesmo o estado de conservação ter sido considerado bom, percebe-se o descumprimento das normas técnicas quanto à limpeza do local, como demonstra a figura 22.



(A)



(B)

Figura 21: (A) reservatórios da edificação n.1; (B) reservatório da edificação n. 4



Figura 22: detalhe do local de instalação do reservatório na edificação n.6

5.3.3 Dados obtidos referentes ao Bairro Rubem Berta

A seguir são apresentados os valores obtidos nas análises de laboratório para os parâmetros de qualidade e as informações adicionais referentes às edificações analisadas no Bairro Rubem Berta, anotadas no formulário Ficha de Coleta.

BAIRRO RUBEM BERTA - SISTEMA SÃO JOÃO								
Identificação da edificação		1	2	3	4	5	6	7
Parâmetros de qualidade da água analisados	Cor	~5	<5	~5	~5	~5	<<5	<5
	Odor	Ausente	Ausente	Ruim	Ausente	Ruim	Ausente	Ausente
	Turbidez	0,357	0,306	0,336	0,378	0,315	0,212	0,310
	pH	6,94	6,57	6,86	7,07	6,95	6,50	6,41
	Coliformes Totais	10,3	X	2,0	X	X	X	X
	Cloro Residual Total	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	1,1	0,70
	Cloro Residual Livre	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0

Quadro 11: parâmetros de qualidade analisados referentes ao Bairro Rubem Berta

PERFIL DAS EDIFICAÇÕES ANALISADAS - BAIRRO RUBEM BERTA								
Identificação da edificação		1	2	3	4	5	6	7
Sobre a edificação	Padrão de construção	Residencial modesto	Residencial médio-baixo	Residencial modesto	Residencial modesto	Residencial modesto	Residencial médio-baixo	Residencial médio-baixo
	Conservação de edificação	Boa	Boa	Muito ruim	Muito ruim	Ruim	Muito boa	Ruim
	Número de pavimentos	4	4	4	4	4	5	7
	Número de apartamentos	16	16	20	16	18	35	58
Sobre o reservatório	Material	Fibra de vidro	Fibra de vidro	Polietileno	Fibra de vidro	Polietileno	Fibra de vidro	Fibra de vidro
	Conservação do reservatório	Regular	Boa	Muito ruim	Ruim	Ruim	Muito boa	Regular

Quadro 12: informações adicionais das edificações analisadas no Bairro Rubem Berta

Nas edificações analisados no Bairro Rubem Berta, predominantemente, os reservatórios estão localizados na cobertura externa, com exceção das edificações 2 e 7. Nos reservatórios externos, notaram-se falhas na vedação da tampa e estado de limpeza do reservatório. Percebeu-se que, nos reservatórios localizados na cobertura do edifício, a limpeza e instalações eram precárias; como exceção, ressalta-se o reservatório da edificação n. 6, que mesmo sendo externo, cumpre as exigências construtivas. As figuras 23 a 25 demonstram tais situações.



(A)



(B)

Figura 23: (A) reservatório da edificação n. 1 do Bairro Rubem Berta;
(B) reservatório n. 3 do mesmo bairro



Figura 24: detalhe do local de instalação do reservatório na edificação n.7



Figura 25: reservatório da edificação n.6 do Bairro Rubem Berta

6 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE EM RESERVATÓRIOS DOMICILIARES DE PORTO ALEGRE

A avaliação da possível alteração na qualidade da água entre a distribuição e o consumo pela população dos bairros escolhidos, baseou-se na comparação das amostragens de água coletadas nas 21 edificações, divididas em três bairros, e os parâmetros publicados mensalmente pelo DMAE, através do site da Prefeitura de Porto Alegre, trazido em íntegra no anexo A. No quadro 13 estão apresentados, de forma sucinta, os dados divulgados pelo DMAE dos sistemas distribuidores de água de cada bairro analisado, referente a maio/2011, e os limites definidos pela Portaria n. 518/2004 para os parâmetros indicadores da qualidade da água.

ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA					
Sistema de distribuição DMAE	Moinhos de Vento	Menino Deus	São João	Limites definidos pela Portaria n. 518/2004	
Parâmetros de qualidade da água analisados	Cor	1	1	1	Máximo 15 uH ou mg Pt-Co/L
	Odor	Não verificado	Não verificado	Não verificado	Não objetável
	Turbidez	0,6	0,5	0,6	Máximo 5 uT
	pH	6,0	6,5	6,4	6,0 a 9,5
	Coliformes Totais	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
	Cloro Residual Total	1,8	2,0	1,3	Não há valor máximo
	Cloro Residual Livre	0,9	0,1	0,8	0,2 a 2,0 mg/L

Quadro 13: dados DMAE e limites definidos pela Portaria n. 518/2004

Ressalta-se que o parâmetro odor, mesmo não dimensionável e não verificado pelo DMAE como um parâmetro de definição da qualidade, foi incluído nas análises por ter sido mencionado pelos entrevistados durante as coletas de água e aplicação dos questionários.

6.1 COMPARAÇÃO ENTRE A ÁGUA DISTRIBUÍDA PELO DMAE E AS AMOSTRAS COLETADAS

A análise da perda qualidade da água distribuída, em cada bairro, foi analisada utilizando-se dois critérios: a depreciação de cada parâmetro individualmente e o atendimento dos limites de potabilidade determinados pela Portaria n. 518/2004.

6.1.1 Bairro Rio Branco

BAIRRO RIO BRANCO									Sistema Moinhos de Vento
Identificação da edificação	1	2	3	4	5	6	7		
Parâmetros de qualidade	Cor	<5	<5	<<5	<<5	<5	<5	<5	1
	Odor	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ferrugem	Não verificado
	Turbidez	0,383	0,342	0,182	0,201	0,385	0,330	0,485	0,6
	pH	6,75	6,34	6,16	5,98	6,27	6,60	6,47	6,0
	Coliformes Totais	Ausente	5,2	X	X	X	X	X	Ausente
	Cloro Residual Total	0,5	0,6	1,1	1,4	1,0	0,9	0,6	1,8
	Cloro Residual Livre	0,0	0,0	0,6	0,9	0,4	0,3	0,0	0,9
Sobre o reservatório	Material	Concreto armado	Concreto armado	Polietileno	Fibra de vidro	Fibra de vidro	Concreto armado	Concreto armado	
	Conservação do reservatório	Ruim	Ruim	Boa	Muito boa	Boa	Ruim	Ruim	

Quadro 14: parâmetros de qualidade analisados referentes ao Bairro Rio Branco e dados divulgados do Sistema Moinhos de Vento

Analisando os parâmetros físicos das amostragens, com base nos quadros 13 e 14, percebe-se que em todas as pontos de coleta a cor está dentro do padrão de potabilidade, em apenas uma das edificações o odor de ferrugem foi reclamado pelo entrevistado, possivelmente das instalações internas da edificação. A turbidez também está abaixo do valor máximo, sendo valores mais altos apresentados nos reservatórios de concreto armado.

O DMAE distribui a água neste bairro com pH de 6,0, menor valor de todos os bairros analisados e o mínimo estabelecido pela Portaria n. 518/2004. Os dados mostram que em seis reservatórios houve aumento deste valor, ocorrendo de forma mais acentuada nos reservatórios de concreto armado. A única exceção é a amostragem n. 4 que, mesmo tendo a menor variação absoluta, está fora do limite entre 6,0 e 9,0 determinada pela Legislação.

Na amostragem n. 2 foram encontradas bactérias coliformes totais, o que inviabilizaria o consumo desta água. A bactéria *E. coli*, que indica a presença de fezes, não foi localizada em nenhuma das amostragens.

O parâmetro cloro residual em suas duas formas, residual e livre, foi o índice que mostrou maiores alterações. A água distribuída possuía o teor de cloro residual livre (CRL) de 0,9 mg Cl₂/L e 1,8 mg Cl₂/L de cloro residual total (CRT). Apenas a edificação n.4 manteve o CRL, tendo uma pequena perda no CRT. O ponto de coleta n. 5 apresentou uma perda um pouco mais acentuada do que outro reservatório de fibra de vidro, possivelmente, por ser um reservatório externo, conforme figura 26 apresentada a seguir. As edificações com

reservatórios em concreto armado tiveram a perda de cerca de 70% do valor de CRT e, em três edificações (n. 1, 2 e 7), o CRL está abaixo do valor mínimo de 0,2 mg Cl₂/L determinado pela Portaria n. 518/2004.



Figura 26: reservatório da edificação n.5 do Bairro Rio Branco

No Bairro Rio Branco, confrontando as análises dos resultados com os dados divulgados pelo DMAE, constatou-se que em todas as amostragens houve alteração nos valores dos parâmetros entre a água recebida da rede de distribuição e a água após reservação. Ressalta-se ainda que quatro reservatórios dentre os sete analisados para este bairro, apresentaram ao menos um parâmetro fora dos limites estabelecidos pela Portaria n.518/2004, por isso considerados inadequados para o consumo humano. Essa depreciação dos índices de qualidade ocorreu, principalmente, nos reservatórios construídos por concreto armado, possivelmente, pela dificuldade de manutenção, devidos aspectos construtivos, e falta de impermeabilização.

6.1.2 Bairro Cristal

BAIRRO CRISTAL									Sistema Menino Deus
Identificação da edificação	1	2	3	4	5	6	7		
Parâmetros de qualidade	Cor	<5	<5	<5	<5	<5	<<5	<<5	1
	Odor	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Não verificado
	Turbidez	0,361	0,235	0,257	0,336	0,253	0,217	0,277	0,5
	pH	7,04	7,05	6,91	6,99	6,96	6,88	6,7	6,5
	Coliformes Totais	X	X	X	Ausente	4,0	X	X	Ausente
	Cloro Residual Total	0,7	0,8	0,8	0,7	0,9	1,1	1,00	2,0
	Cloro Residual Livre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Sobre o reservatório	Material	Concreto armado	Fibra de vidro	Fibra de vidro	Concreto armado	Fibra de vidro	Fibra de vidro	Fibra de vidro	
	Conservação do reservatório	Regular	Boa	Boa	Ruim	Boa	Boa	Boa	

Quadro 15: parâmetros de qualidade analisados referentes ao Bairro Cristal e dados divulgados do Sistema Menino Deus

Com base nos quadros 13 e 15, nota-se que todos os parâmetros físicos das amostragens – cor, odor e turbidez – estão enquadrados nos limites da potabilidade. Assim como no bairro Rio Branco, a turbidez foi reduzida a metade pela reservação e os maiores valores foram encontrados em reservatórios de concreto armado.

Em relação ao pH, percebe-se em todas as amostragens o aumento em comparação ao valor de 6,5, atribuído a água deste bairro. Sabe-se que o grau de cloro decresce quando o pH tem maior valor e seu poder de inativação apresenta ineficiência para ação do desinfetante.

Apenas na amostragem n. 5 foram encontradas bactérias coliformes totais, o que inviabilizaria o consumo desta água. A bactéria *E. coli*, que indica a presença de fezes, não foi localizada em nenhuma das amostragens.

Novamente, o parâmetro cloro residual foi o índice que mostrou maiores alterações. Em nenhuma das amostragens foi detectado CRL, possivelmente pelo baixíssimo teor de 0,1 mg Cl₂/L da água distribuída, valor menor que o limite mínimo determinado pela Legislação. Em relação ao CRT, percebe-se redução de 40 a 65 % do valor que chega às edificações, de 2,0 mg Cl₂/L.

Em virtude do cloro residual livre na água distribuída estar abaixo do valor mínimo da Portaria n.518/2004 e ainda ser reduzido a zero durante a reservação, independente do material e estado de conservação do reservatório, todas as sete amostragens deste bairro estão

inadequadas para o consumo humano. A amostragem n. 5 ainda apresentou bactérias coliformes totais.

6.1.3 Bairro Rubem Berta

A maioria dos reservatórios do Bairro Rubem Berta está localizada na parte superior externa da edificação, sendo suscetíveis ao vento e calor, além da dificuldade da manutenção. Para a coleta de água, foram escolhidos quatro reservatórios nessas condições, correspondendo às edificações n. 1, 3, 4 e 5. O reservatório da edificação n. 6 também é externo, mas apresenta uma conservação muito boa. Nas edificações n. 2 e 7, o reservatório fica no interior do prédio, mas percebe-se um ambiente extremamente sujo, conforme já demonstrado nas figuras 23 até 25.

BAIRRO RUBEMBERTA									Sistema São João
Identificação da edificação	1	2	3	4	5	6	7		
Parâmetros de qualidade	Cor	~5	<5	~5	~5	~5	<<5	<5	1
	Odor	Ausente	Ausente	Ruim	Ausente	Ruim	Ausente	Ausente	Não verificado
	Turbidez	0,357	0,306	0,336	0,378	0,315	0,212	0,31	0,6
	pH	6,94	6,57	6,86	7,07	6,95	6,50	6,41	6,4
	Coliformes Totais	10,3	X	2	X	X	X	X	Ausente
	Cloro Residual Total	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	1,1	0,70	1,3
	Cloro Residual Livre	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,8
Sobre o reservatório	Material	Fibra de vidro	Fibra de vidro	Polietileno	Fibra de vidro	Polietileno	Fibra de vidro	Fibra de vidro	
	Conservação do reservatório	Regular	Boa	Muito ruim	Ruim	Ruim	Muito boa	Regular	

Quadro 16: parâmetros de qualidade analisados referentes ao Bairro Rubem Berta e dados divulgados do Sistema São João

Com base nos quadros 13 e 16, nota-se que em quatro das sete amostragens, a cor resultante da presença de substâncias coloridas dissolvidas ou coloidais está no limite de 5 uH, determinado pelo Ministério da Saúde. (BRASIL, 2006). Ainda, dois entrevistados reclamaram do odor ruim da água. Como nos demais bairros investigados, a turbidez apresentou redução, mas menos acentuada que nos demais bairros de coleta, com exceção da edificação n.2.

Em relação ao pH, percebe-se incremento acentuado nos reservatórios externos em comparação ao valor de 6,4, atribuído a água distribuída pelo DMAE para este bairro.

Nas duas amostragens para determinação da bactéria coliforme foram encontradas bactérias coliformes totais, o que inviabilizaria o consumo de água nesses edifícios. Como em todas as outras amostragens, não foi detectada a bactéria *E. coli*.

O parâmetro cloro residual foi o índice que mostrou maiores alterações. Em quatro das sete amostragens, o valor detectado de CRL não foi detectado, e em outras duas, o valor atingiu apenas o mínimo para o padrão de potabilidade. Em relação ao CRT, percebe-se redução de mais de 50 % do valor que chega às edificações, de 1,3 mg Cl₂/L, em algumas amostragens.

No bairro Rubem Berta, cinco dos sete reservatórios analisados não atenderam as exigências de potabilidade. Diferentemente dos outros bairros analisados, quando os reservatórios não atingiram os limites em poucos parâmetros, normalmente um ou dois, as amostragens deste bairro foram reprovadas em até quatro parâmetros. Essa perda de qualidade da água foi observada, principalmente, nos reservatórios construídos na parte externa da edificação, devido a dificuldade de manutenção e que nem sempre as tampas existentes eram adequadas. Observa-se que as médias do teor de cloro nas amostragens provenientes dos reservatórios tampados ou internos a edificação, e daquelas provenientes dos reservatórios externos com tampa de vedação inadequada, são definitivamente diferentes entre si.

6.2 CARACTERIZAÇÃO DOS ENTREVISTADOS

As características dos entrevistados nos três bairros estudados são apresentadas no quadro 17.

PERFIL DOS SÍNDICOS DAS EDIFICAÇÕES ANALISADAS					
Bairro de estudo/ Número de questionários		Rio Branco (Total = 7)	Cristal (Total = 7)	Rubem Berta (Total = 7)	Somatório (Total = 21)
Sexo	Feminino	4	4	2	10
	Masculino	3	3	5	11
Faixa etária	20 - 40 anos	2	0	1	3
	40 - 60 anos	3	4	3	10
	acima de 60 anos	2	3	3	8
Escolaridade	1º grau incompleto ou completo	0	0	3	3
	2º grau incompleto ou completo	2	5	4	10
	Superior	5	2	0	8

Quadro 17: características dos entrevistados por bairro de estudo

Nota-se uma equiparidade dos síndicos que aceitaram participar desta pesquisa, sendo onze deles do sexo masculino e dez do sexo feminino, do total de 21 entrevistados. A faixa etária predominante foi entre 40 a 60 anos, tendo poucos síndicos na faixa etária de 20 a 40 anos.

Como esperado, o Bairro Rubem Berta apresentou o menor nível de escolaridade. O Bairro Cristal possui a maioria dos síndicos com ensino de 2º grau, enquanto o Bairro Rio Branco apresenta um nível de escolaridade mais elevado.

6.2.1 Percepções e comportamentos em relação ao uso da água de consumo humano

As percepções e comportamentos em relação ao uso da água de consumo humano estão presentes no quadro 18.

QUALIDADE DA ÁGUA E HÁBITOS DOS SÍNDICOS DAS EDIFICAÇÕES ANALISADAS					
Bairro de estudo/ Número de questionários		Rio Branco (Total = 7)	Cristal (Total = 7)	Rubem Berta (Total = 7)	Somatório (Total = 21)
A qualidade da água do DMAE	É boa	3	4	5	12
	É limpa, mas apresenta alterações	2	2	1	5
	Não é boa	2	1	1	4
A origem da água consumida	Filtro domiciliar	2	4	2	8
	Água de torneira	0	1	5	6
	Água envasada	5	2	0	7
	Água fervida	0	0	0	0
	Outra	0	0	0	0
Diferença entre água para beber e água para outros usos	Existe	6	4	1	11
	Não existe	1	3	6	10
Legislação sobre a qualidade da água para consumo humano	Existe	2	2	1	5
	Não existe	0	0	1	1
	Não tem certeza	5	5	5	15
Informações sobre a qualidade da água contidas na conta do DMAE	Sim	1	1	0	2
	Não	2	1	2	5
	Não sabia que continha esses dados	4	5	5	14

Quadro 18: a água de consumo humano - síntese das respostas por bairro de estudo

Os depoimentos mostram as percepções sobre a qualidade da água sob dois principais ângulos. O primeiro é de que normalmente a água distribuída pelo DMAE se apresenta em boa qualidade, e o outro é que, após a ocorrência de interrupção no sistema de abastecimento público ou dependendo da estação do ano, a água apresenta alguma alteração nas

características físicas, principalmente em relação à cor e odor, parâmetros não mensuráveis, mas com significativa possibilidade de rejeição.

Quanto à água destinada para beber e para demais uso, há uma pequena diferença (11/21) entre os entrevistados que acreditam que exista em relação àqueles que dizem que não há essa diferença.

Entretanto, percebe-se lacuna entre o conhecimento e a preocupação com a saúde. A falta de informações sobre a qualidade da água pode mudar atitudes dos consumidores. Esse comportamento é percebido no grupo entrevistado, pois mesmo considerando a água distribuída como boa, a maioria dos entrevistados (15/21) utiliza filtros domiciliares ou água envasada para beber. Há um predomínio de quem consome água diretamente da torneira no Bairro Rubem Berta, localidade com IDH baixo.

Além disso, a quase totalidade dos que os entrevistados desconhecem a existência de Legislação sobre a qualidade da água para consumo humano e a obrigatoriedade da divulgação das análises desses dados nas contas mensais de água. Ressalta-se que o direito do cidadão de receber o resumo mensal dos resultados das análises referentes aos parâmetros básicos de qualidade da água nas contas mensais de água está previsto na Portaria n. 518/2004. O Anexo B apresenta um exemplo de uma conta mensal de água com essas informações.

6.2.2 Percepções e comportamentos sobre o uso do reservatório de água domiciliar

As percepções dos entrevistados sobre o uso, manutenção e responsabilidades em relação aos reservatórios domiciliares de água apresentam-se no quadro 19.

DADOS SOBRE OS RESERVATÓRIOS DAS EDIFICAÇÕES ANALISADAS					
Bairro de estudo/ Número de questionários		Rio Branco	Cristal	Rubem Berta	Somatório
Função do reservatório domiciliar	É importante no caso de falta de água	4	2	3	9
	Possibilita economizar água	0	0	1	1
	Necessita de tampa de vedação	1	2	3	6
	Necessita de manutenção e limpeza periódica	7	7	5	19
Tempo médio entre as limpezas dos reservatórios	A cada 6 meses	1	3	0	4
	A cada 12 meses	6	4	5	15
	A cada 24 meses ou mais	0	0	0	0
	Não tem certeza	0	0	2	2
Responsabilidade pela limpeza dos reservatórios	Síndico	3	3	5	11
	Administradora do condomínio	2	1	0	3
	Síndico e administradora do condomínio	2	3	0	5
	Não tem certeza	0	0	2	2

Quadro 19: o uso e responsabilidade em relação aos reservatórios domiciliares - síntese das respostas por bairro de estudo

Quanto à finalidade da existência do reservatório de água nas edificações, aparecem diferentes opiniões. A necessidade de manutenção é expressa por grande parte dos entrevistados (19/21), mas apenas nove dos entrevistados escolheram a verdadeira funcionalidade dos reservatórios, que é manter o suprimento de água quando de sua interrupção pela rede, e, outros seis, ressaltaram que os reservatórios necessitam de tampa de vedação, uma exigência construtiva.

A limpeza dos reservatórios é uma questão importante, pois quase a totalidade dos entrevistados, com exceção de apenas dois, realizam a limpeza dos reservatórios, no mínimo, uma vez por ano e assumem seu papel de responsável na garantia da qualidade da água recebida do sistema de abastecimento interno da edificação.

7 CONCLUSÕES

Em uma situação ideal, a população atendida pelo sistema de abastecimento consumiria água com qualidade, obedecendo todos os procedimentos e parâmetros recomendados pela legislação vigente. Entretanto, a real situação de consumo é bem diferente, seja pela população optar por fontes alternativas de água, por não acreditar nessa qualidade, seja pelo mal estado de conservação de seus reservatórios domiciliares.

Tendo em vista o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria n. 518/2004 e os dados obtidos nesta pesquisa, percebe-se que a água distribuída, pelos três sistemas de abastecimento do DMAE analisados, apresenta a tendência a perder sua qualidade antes de ser consumida pelos moradores das edificações analisadas. Tal perda é comprovada pela deterioração da qualidade da água após sua reservação em dezesseis das 21 amostragens, em pelo menos um dos parâmetros, como cor, pH, cloro residual livre e bactérias coliformes totais.

Em todas as amostras, verifica-se uma depleção considerável do cloro residual, em suas formas livre e total; estando quatorze amostragens fora do padrão de potabilidade. Essa depleção do cloro residual livre pode ser atribuída, sobretudo, a problemas gerados por instalações prediais mal projetadas, com tempo de detenção hidráulico excessivo, ou construídas e mantidas inadequadamente e em condições sanitariamente precárias, como observado em alguns dos reservatórios, o que pode favorecer o aparecimento de coliformes. Embora o cloro residual seja um importante parâmetro de monitoramento da qualidade de água, ele não representa garantia da ausência de bactérias. De acordo com o estudo realizado, a manutenção do teor mínimo de cloro residual livre - 0,2mg/L - não assegurou a ausência de coliformes.

Os coliformes não prevaleceram nos reservatórios abertos ou mal cobertos, mas o cloro residual sofreu uma depleção significativa nesses casos; o mesmo se observa nos reservatórios de concreto armado. Assim, certamente, a estrutura física dos reservatórios contribuiu para a ocorrência de diferenças nos níveis de contaminação observados. Observa-se depreciação dos valores, principalmente, nos reservatórios cujo material de fabricação é o concreto armado,

pois seu desgaste pode eliminar resíduos na água, além da dificuldade de manutenção devido seus aspectos construtivos e falta de impermeabilização, ou industrializados, fabricados em fibra de vidro ou polietileno, com tampa de vedação inadequada. Independentemente do tipo de material, o produto precisa manter a potabilidade e não toxicidade. Por isso, como os reservatórios de fibrocimento com amianto, proibido por lei estadual, os reservatórios de concreto armado possivelmente venham a ser proibidos em Porto Alegre.

Este estudo constatou que apesar da deterioração dos parâmetros de qualidade ter sido mais acentuada no bairro com IDH mais baixo, Rubem Berta, também ocorreu em menor quantidade no Bairro Rio Branco, local com alto nível socioeconômico e escolaridade dos entrevistados. Embora a parcela populacional estudada afirmar conhecer a finalidade dos reservatórios domiciliares e a importância da limpeza periódica desses equipamentos, percebeu-se essa mesma importância não é dada aos procedimentos necessários a manutenção dos reservatórios. Tais práticas, estabelecidas pela Norma Técnica Portaria n. 2 (PORTO ALEGRE, 2007), não estão sendo realizadas, principalmente, nas questões referentes à limpeza do local de instalação do reservatório, impermeabilização e tampa de vedação, gerando deterioração da qualidade da água armazenada.

Na maior parte dos depoimentos, o entendimento geral das pessoas sobre a qualidade da água distribuída pelo DMAE é claro. Mas observa-se, que apesar de considerarem a água como boa, a falta de confiança na qualidade da água recebida, acreditando que há diferença entre água própria para beber e para os demais usos, acrescido do desconhecimento da legislação sobre qualidade da água para consumo humano, leva o consumidor a buscar diferentes formas de água para beber, seja água envasada ou filtrada; apenas no bairro economicamente mais pobre, a maioria dos indivíduos consome água da torneira. Isso aponta para a necessidade do DMAE além de assegurar qualidade da água, investir na divulgação dos procedimentos de como lidar com a água no domicílio, assegurando a conservação da qualidade da água.

Assim, o cumprimento das legislações referentes à manutenção dos reservatórios torna-se essenciais para a garantia da continuidade da qualidade da água obtidas pelas empresas distribuidoras. Portanto, faz-se necessária a efetiva participação dos síndicos no entendimento da necessidade de limpeza e manutenção dos reservatórios domiciliares, garantindo o acesso à água de qualidade no interior do domicílio dos cidadãos de forma barata e segura.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, B. Caixa d'água. **Revista Construção Mercado**, São Paulo, n. 38, p. 79-81, set. 2004. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/caixa-dagua-79602-1.asp>>. Acesso em: 15 mar. 2011.

AUMENTA consumo de água da torneira. **Correio do Povo**, Porto Alegre, 16 mar. 2010. Disponível em: <<http://www.correiodopovo.com.br/Impresso/?Ano=115&Numero=167&Caderno=0&Noticia=112291>>. Acesso em: 20 mar. 2010.

BAYEUX, P. Líquido e certo. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 48, p. 32-33, set. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004 – Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano – Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <<http://189.28.128.179:8080/518/legislacoes/portaria-ms-no.-518>>. Acesso em: 5 abr. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2010.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2010.

CASTRO, C. M. B. **Tratamento de Água**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

DAGNINO, R. S.; GUADAGNUN, F.; SNEL, G. M. Índice de Desenvolvimento Humano dos bairros de Porto Alegre/RS. In: SIMPÓSIO DE QUALIDADE AMBIENTAL, 5., 2006, Porto Alegre. **Anais eletrônicos...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária Ambiental, 2006. Disponível em: <http://www.archive.org/details/idh_porto_alegre_rs>. Acesso em: 22 abr. 2010.

DI BERNARDO, L. **Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento**. Rio de Janeiro: ABES. 1995.

GOOGLE MAPS Brasil. Apresenta mapas bidimensionais e imagens de satélite. Disponível em: <http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&q=google+maps+porto+alegre+rs&bav=on.2,or_r_gc.r_pw.&biw=1020&bih=484&wrapid=tlif130634073608511&um=1&ie=UTF-8&hq=&hnear=0x9519784e88e1007d:0xc7011777424f60bd,Porto+Alegre+->

+RS&gl=br&ei=gC3dTamgEKni0QGW_ei4Dw&sa=X&oi=geocode_result&ct=image&resnum=1&ved=0CCUQ8gEwAAI>. Acesso em: 10 abr. 2011.

LEAL, U. Poucas diferenças nas caixas d'água industrializadas. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 74, p. 56-58, maio 2003.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. Campinas/SP: Átomo, 2008. n. 2.

MEYER, S. T. O uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública. **Cadernos Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 99-110, mar. 1994. Disponível em: < <http://www.scientificcircle.com/pt/102968/uso-cloro-desinfeccao-aguas-formacao-trihalometanos-riscos/>>. Acesso em: 5 mar. 2011.

NÁRLIR, G. Reservatórios d'água de concreto. **Guia da Construção**, São Paulo, n. 114, p. 57-58, jan. 2011. Disponível em: < <http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao-financiamento-imobiliario/114/artigo205728-1.asp>>. Acesso em: 20 mar. 2011.

PAÍS melhora índices de habitação e saneamento básico, aponta relatório do governo. **Agência Brasil**. 24 mar. 2010. Disponível em: < http://agenciabrasil.ebc.com.br/home/-/journal_content/56/19523/164230>. Acesso em: 28 mar. 2010.

PORTO ALEGRE. Secretaria Municipal da Saúde. Coordenadoria Geral de Vigilância em Saúde. Norma Técnica 2. Dispõe sobre a regulamentação e controle das condições sanitárias de reservatórios de água potável de prédios e habitações coletivas. Porto Alegre, 2007. Disponível em: < http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/sms/usu_doc/norma_2.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2010.

_____. Departamento Municipal de Água e Esgotos. Números da cidade. Disponível em: <<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dmae/default.php>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

REYMÃO, A. E., SABER, B. A. Acesso à água tratada e insuficiência de renda: duas dimensões do problema da pobreza no Nordeste Brasileiro sob a ótica dos objetivos de Desenvolvimento do Milênio. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 7., 2007, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Fortaleza. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vii_en/mesa5/trabalhos/acesso_a_agua_tratada_e_insuficiencia.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2010.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto n. 23.430, de 24 de outubro de 1974. Aprova Regulamento que dispõe sobre a promoção, proteção e recuperação da Saúde Pública. Porto Alegre, 1974. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/sms/usu_doc/decreto23430c.pdf>. Acesso: 25 abr. 2010.

_____. Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente. Divisão de Vigilância Sanitária. Portaria n. 21, de 19 de janeiro de 1988. Aprova a Norma Técnica especial n. 03/88, que dispõe sobre o Controle das Condições Sanitárias de Reservatórios de água potável de prédios coletivos. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/sms/usu_doc/portaria21.pdf>. Acesso: 25 abr. 2010.

_____.Secretaria do Planejamento e Gestão do RS. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul.Abastecimento de água e Esgotamento Sanitário. Disponível em:
<<http://www.scp.rs.gov.br/atlas/atlas.asp?menu=551>>. Acesso em: 28 mar. 2010.

SCHEMBRI, M. C. A. C; ENNES, Y. M. Deterioração da qualidade da água distribuída: o caso de Belo Horizonte. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997.

SILVA, S. R. **O papel do sujeito em relação à água de consumo humano: um estudo na cidade de Vitória – ES.** 2007. 285 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SILVA, S. R.; HELLER, L.; VALADARES, J. C.; CAIRCROSS, S. O cuidado domiciliar com a água de consumo humano e suas implicações na saúde: percepções de moradores em Vitória (ES). **Revista Engenharia Sanitária**, v. 14, n. 4, p. 521-532, out./set. 2009.

Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater, 20th Edition, American Public Health Association, Washington, 1998.

APÊNDICE A – Questionário

QUESTIONÁRIO

RESERVATÓRIOS DOMICILIARES DE PORTO ALEGRE: ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE DA ÁGUA

Este questionário faz parte do trabalho de diplomação do curso de Engenharia Civil da UFRGS e busca investigar comportamentos e percepções da população que se beneficia do sistema de abastecimento de água do DMAE.

Desta forma, convidamos o Sr.(a) a participar desta pesquisa, marcando a(s) alternativa(s) que lhe parecem mais adequadas nas questões a seguir. Todos os dados serão registrados de forma a não permitir a identificação do participante por pessoas alheias à pesquisa.

<p>1) Dados Básicos:</p> <p>Sexo: <input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino</p> <p>Faixa Etária: <input type="checkbox"/> 20-40 anos <input type="checkbox"/> 40-60 anos <input type="checkbox"/> + 60 anos</p> <p>Escolaridade? <input type="checkbox"/> 1º grau incompleto ou completo; <input type="checkbox"/> 2º grau incompleto ou completo; <input type="checkbox"/> Superior.</p>	<p>5) A legislação sobre a qualidade da água para consumo humano:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe; <input type="checkbox"/> Não existe; <input type="checkbox"/> Não tem certeza</p> <hr/> <p>6) Você consulta as informações sobre a qualidade da água contidas na conta do DMAE?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim; <input type="checkbox"/> Não; <input type="checkbox"/> Não sabia que continha esses dados.</p>
<p>2) Para você, a água distribuída pelo DMAE:</p> <p><input type="checkbox"/> É boa; <input type="checkbox"/> É limpa, mas apresenta algumas alterações dependendo da estação do ano; <input type="checkbox"/> Não é boa.</p>	<p>7) Sobre o reservatório de água domiciliar você acha que:</p> <p><input type="checkbox"/> É importante no caso de falta de água; <input type="checkbox"/> Possibilita economizar água; <input type="checkbox"/> Necessita de tampa de vedação; <input type="checkbox"/> Necessita de manutenção e limpeza periódica.</p>
<p>3) A origem da água que você habitualmente consome:</p> <p><input type="checkbox"/> Filtro domiciliar; <input type="checkbox"/> Água da torneira; <input type="checkbox"/> Água envasada; <input type="checkbox"/> Outra. Qual? _____</p>	<p>8) Tempo médio entre as limpezas dos reservatórios:</p> <p><input type="checkbox"/> A cada 6 meses; <input type="checkbox"/> A cada 12 meses; <input type="checkbox"/> A cada 24 meses ou mais; <input type="checkbox"/> Não tem certeza.</p>
<p>4) A diferença entre a água de beber e água para outros usos:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe; <input type="checkbox"/> Não existe.</p>	<p>9) Responsabilidade pela limpeza dos reservatórios:</p> <p><input type="checkbox"/> Síndico; <input type="checkbox"/> Administradora do condomínio; <input type="checkbox"/> Síndico e administradora do condomínio; <input type="checkbox"/> Não tem certeza.</p>

APÊNDICE B – Ficha de Coleta

FICHA DE COLETA		N°
SOBRE A EDIFICAÇÃO:		
Bairro	<input type="checkbox"/> Rio Branco	<input type="checkbox"/> Cristal <input type="checkbox"/> Rubem Berta
Padrão de construção	<input type="checkbox"/> Residencial alto padrão	<input type="checkbox"/> Residencial médio
	<input type="checkbox"/> Residencial médio-baixo	<input type="checkbox"/> Residencial popular
Estado geral de conservação da edificação	<input type="checkbox"/> Muito boa	<input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular
	<input type="checkbox"/> Ruim	<input type="checkbox"/> Muito Ruim
N° Pavimentos no prédio=		N° apartamentos no prédio=
SOBRE O RESERVATÓRIO DE ÁGUA:		
Material	<input type="checkbox"/> Concreto Armado	<input type="checkbox"/> Fibra de vidro <input type="checkbox"/> Fibrocimento <input type="checkbox"/> Polietileno
Estado geral de conservação do reservatório	<input type="checkbox"/> Muito boa	<input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular
	<input type="checkbox"/> Ruim	<input type="checkbox"/> Muito Ruim
OBSERVAÇÕES:		
Data ___/___/___		Horário:

ANEXO A – Qualidade da água do DMAE do mês de Maio/2011

Compromisso com a qualidade

A água do DMAE é potável, segue os padrões da Portaria 518/2004 e não oferece risco à saúde.

Confira as principais características da água distribuída pelo DMAE e os índices exigidos ou recomendados pelo Ministério da Saúde, fiscalizados pela Vigilância Sanitária.

Valores médios do sistema geral de distribuição

Parâmetros	Média do mês de MAIO	Limites (Portaria 518/04)	Unidades
Coliformes Totais	Ausente	Ausência em 100 mL	-
Cloro Residual Livre	0,5	de 0,2 a 2,0	mg Cl ₂ /L
Cloro Residual Total	1,6	**	mg Cl ₂ /L
Turbidez	0,5	Máximo 5,0	UT
pH	6,4	de 6,0 a 9,5	-
Cor	1	Máximo 15	mg Pt-Co/L
Flúor	0,7	de 0,6 a 0,9 ***	mg F/L

* Valores médios do sistema geral de distribuição de Porto Alegre, composto pelos seguintes subsistemas: Belém Novo, Ilha da Pintada, Menino Deus, Lomba do Sabão, Moinhos de Vento, São João e Tristeza.

** A Portaria 518/04 não estabelece limites para o parâmetro "Cloro Residual Total".

*** Limites estabelecidos pela Portaria 10/1999 (Secretaria da Saúde - RS)

Valores médios referentes a MAIO/2011 em cada região do sistema de distribuição de Porto Alegre

Parâmetros	BN	FLP	JLS	LS	MV	SJ	T	Limites (Portaria 518/04)	Unidades
Coliformes Totais	Ausente	Ausência em 100 mL	-						
Cloro Residual Livre	0,8	1,1	0,1	0,0	0,9	0,8	0,3	de 0,2 a 2,0	mg Cl ₂ /L
Cloro Residual Total	1,3	1,4	2,0	2,2	1,8	1,3	1,1	**	mg Cl ₂ /L
Turbidez	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,6	0,5	Máximo 5,0	UT
pH	6,4	6,7	6,5	6,5	6,0	6,4	6,4	de 6,0 a 9,5	-
Cor	1	1	1	1	1	1	1	Máximo 15	mg Pt-Co/L
Flúor	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	de 0,6 a 0,9 ***	mg F/L

Nota:

Segundo a legislação vigente, é permitido processo alternativo de desinfecção, desde que fique comprovada a eficiência da inativação microbiológica, conforme registra o item *Coliformes Totais* desta tabela.

Legenda:

O sistema de distribuição da cidade é formado pelos seguintes subsistemas:

BN - Belém Novo

FLP - Francisco de Lemos Pinto (Ilha da Pintada)

JLS - José Loureiro da Silva (Menino Deus)

LS - Lomba do Sabão

MV - Moinhos de Vento

SJ - São João

T - Tristeza

**ANEXO B – Conta de água DMAE com resultados das análises referentes
aos parâmetros básicos de qualidade da água**



PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE AGUA E ESGOTOS
C.N.P.J 92.924.901/0001-98

CONTA AGUA/ESGOTO
SERVICO
V.2.6.4

Fone: 115

EMISSAO 25/04/2011		RAMAL 909.734			
PREDIO: PAV.: 0 APTO.: 0 SN.:		MES ABR/11			
ECONO. 026	CALCULO NORMAL	CATEGORIA RESIDENCIAL 2	TAR. ST. RM. ATIVO		
TP. RM. GRP. AGT. REV.	NORMAL 08 072 03				
HIDROMETRO	C10S008369	CONSUMO COBRADO	0000440		
LEITURA ATUAL	0002305	No DIAS DE CONSUMO	32		
LEITURA ANTERIOR	0001865	MEDIA 3 MESES	0000430		
CONSUMO DO MES	0000440	MEDIA 6 MESES	0000420		
SOBRA CONSUMO	0000000				
ULTIMAS LEITURAS/CONSUMO REGISTRADOS					
MES	DT. LEITURA	LEITURA	CONSUMO AGT		
03/11	24/03/11	1865	412 072		
02/11	22/02/11	1453	439 072		
01/11	21/01/11	1014	440 045		
12/10	22/12/10	574	434 072		
11/10	13/11/10	5182	430 000		
10/10	22/10/10	4891	367 072		
No. DA CONTA		11/119000240			
LANCAMENTO		11/016159387			
TARIFAS					
Esgoto cobrado sobre 352,00 M3					
CMS: R\$ **8,84 PB POR M3 R\$ **2,2100					
MES	PARC. ESPECIFICACAO	AGUA/SER	ESGOTO	JUROS	C. MONET
04/11	AGUA/ESG.CL	972,39	777,91	0,00	0,00
COMPOSICAO DA CONTA			VENCIMENTO		
VALOR NOMINAL	1.750,30		13/05/11		
MULTA 2%	0,00		VALOR TOTAL EM REAIS		
JUROS S. DEBITO	0,00		***** 1.750,30		
CORR. MONET.	0,00				
DESP. ADMIN.	0,00				
MENSAGENS					
L.C.595 MULTA DEBITOS: 5% ATE 28/09/08 E 2% A/C 29/09/08					
PORTARIA 518/04: COR=2; PH=6,5 CLORO LIVRE=0,4 CLORO TOTAL=1,2					
FLUOR=0,7; TURBIDEZ=0,6					