

REUSO PREDIAL DE ÁGUAS DE CHUVA APLICADOS EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Felipe Sombra dos Santos¹, Dalton Marcondes Silva², Diego Macedo Veneu³

Resumo

Este trabalho está voltado para o reuso de águas de chuva na cidade do Rio de Janeiro, em um prédio residencial de quatro andares, totalizando vinte condôminos, com aproximadamente, 58 moradores. O reuso de águas de chuvas para fins menos nobres, atualmente, é um tema em bastante evidência no meio tecnológico, pois é uma solução ambiental e sustentável para as grandes cidades em períodos de chuvas, pois permite evitar enchentes, deslizamentos e focos de doenças. Para o cálculo de dimensionamento do reservatório da água de chuva foram levados em conta os parâmetros, tais como, o local de estudo, o consumo de água mensal do edifício durante o período letivo de um ano, os dados pluviométricos mais próximos do local, o coeficiente de escoamento superficial apropriado e a própria área em estudo. Com todos esses dados, foi possível dimensionar o reservatório para armazenagem da água de chuva por dois diferentes métodos conhecidos, sendo que um deles não forneceu um volume de armazenagem satisfatório. O método que sugeriu um volume de armazenagem de 60 m³ para o reservatório foi o que pareceu ser mais real para as condições do edifício, comparando com o volume obtido através do outro método.

Palavras-chave: Reuso; Águas de chuvas, Consumo de água, Área de estudo, Reservatório

Abstract

This paper discusses a case study focused on the reuse of rainwater in the city of Rio de Janeiro, in a four-storey apartment building, totaling twenty households, with approximately 58 residents. The reuse of rain water for less noble purposes is currently a prominent issue in the technological area, for being an environmental and sustainable solution for large cities in the rainy season. It helps to avoid floods, landslides and disease outbreaks. In order to calculate the scaling of the rain water reservoir, some parameters taken into account were the study site, the monthly water consumption of the building during a one-year term, the closest rainfall data, appropriate runoff coefficient and the study area itself. With all these data, it was possible to estimate the reservoir size for storage of rain water through two distinct well-known methods, one of which did not provide a satisfactory storage volume. The method that suggested a 60 m³ storage volume proved to be more realistic to the building conditions, compared to the volume obtained by another method.

Keywords: Reuse; Rain water; Reservoir; Water consumption; Study area.

¹ Professor do curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Geraldo Di Biase

² Depto. de Saneamento e Saúde Ambiental da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP/FIOCRUZ) - Rio de Janeiro

³ Professor do curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Geraldo Di Biase

Introdução

No planeta em que habitamos, cerca de 2/3 da superfície do mesmo são constituídos pelos imensos oceanos. Projeções matemáticas estimam que o volume total de água na Terra seja, aproximadamente, 1,35 milhões de quilômetros cúbicos (UNIÁGUA, 2009). Desse volume total existente no mundo, 97,5% é de água salgada, encontrados nos mares e oceanos. Os restantes 2,5% são de água doce. Porém 68,9% dessa água doce estão concentrados em locais de difícil acesso, como as geleiras dos pólos árticos e antárticos, e nas regiões montanhosas. As águas subterrâneas correspondem a 29,9% do volume total de água doce disponível na Terra. E finalmente, os míseros 0,266% da água doce restantes são provenientes de rios, lagos, reservatórios e na forma de vapor (BRAGA et al., 2007).

O aumento populacional acompanhado pelas mudanças climáticas globais vem contribuindo para o aumento na demanda pelos recursos hídricos. Embora a água existente seja um recurso renovável, ela tende a se deteriorar em função do seu uso indiscriminado, o que compromete, conseqüentemente, a quantidade de água com qualidade disponível para consumo nas diversas localidades (RAPOPORT, et al., 2004).

De acordo com projeções, acredita-se que a população mundial em 2050 seja de aproximadamente 9,19 bilhões de pessoas (ONU, 2008), ao contrário do que se pode observar os recursos hídricos não crescerão na mesma proporção da população global, sendo então necessário racionar o uso de água, principalmente, potável, pois futuramente, haverá uma escassez da disponibilidade de água tratada a população em todos os sistemas de abastecimento das cidades no planeta.

A captação de águas de chuvas é uma prática de reúso de água utilizada em prédios, residências e indústrias onde já se encontram construídos grandes telhados e outros tipos de coberturas, nos quais se pode direcionar a água da chuva para um tipo de reservatório para fins menos nobres, pois esta água, proveniente do ciclo hidrológico, é um recurso limpo e seguro, mas não potável. Dependendo do tipo de tratamento proposto, embora esse sistema seja dispendioso, leva o usuário a obedecer um rigoroso controle dos parâmetros legais.

As águas de chuvas são caracterizadas, atualmente, pela legislação brasileira como esgoto, pois ao passar pelos telhados, calhas e conjunto de tubulações acabam em bocas de lobo, as quais arrastam consigo folhas, pequenos galhos, partículas pequenas, impurezas solubilizadas ou em suspensão que a descaracterizam do seu grau de potabilidade, terminando em um rio de alguma bacia, e são captadas por uma estação de tratamento de água para abastecimento de uma cidade. (BARBOSA, 2007)

Como em todo prédio residencial, a água é o segundo item de maior peso orçamentário nas cotas condominiais mensais, haja vista que em alguma vez ao mês é necessário realizar a lavagem de piso de garagem, dos respectivos andares e de automóveis, tornando esse custo bastante oneroso. Sendo assim, a captação das águas de chuva pelas coberturas existentes é uma alternativa bastante interessante e utilizada em alguns prédios. Essa água captada proporciona uma economia significativa dos recursos hídricos disponíveis, pois de alguma forma a retirada diária de alguns litros desses mananciais, colaboram para a preservação da fauna, da flora e para a saúde da população que é abastecida por essa água.

Deste modo, neste trabalho, tem-se como objetivo avaliar a área disponível para a captação já existente, calcular a vazão de água que poderá ser reaproveitada para este fim. E a partir dessa vazão, baseados em duas metodologias, serão realizados dois estudos de caso para a implantação de um sistema integrado, no qual contenha uma captação do potencial de chuva local, estruturas de armazenamento, tratamento apropriado e uso dessa água para o benefício de todos.

Metodologia

A metodologia de estudo será dividida em várias partes, sendo elas: local de estudo, consumo de água, dados pluviométricos, coeficiente de escoamento, área de estudo, métodos de dimensionamento de reservatórios, layouts dos sistemas propostos.

O local de estudo será baseado em informações de posição do edifício extraídas do Google Maps. O consumo de água, primeiramente, estará relacionado ao boleto mensal de cobrança da concessionária local, ao consumo per capita, ao questionário realizado no edifício, fundamentado na literatura existente. Os dados pluviométricos locais para os cálculos serão extraídos da norma ABNT 10844, das séries históricas do Instituto Pereira Passos (IPP) e dos trabalhos de demais autores. O coeficiente de escoamento superficial utilizado será o mais apropriado para o terreno em estudo, conforme é indicado pelos diversos autores. Os cálculos de dimensionamento do reservatório seguem a metodologia aplicada na ABNT 15527. O dimensionamento de bombas apropriadas para o transporte da água será realizado em função da altura de coluna de água e da vazão determinadas nos cálculos, e a partir daí, consultar a tabela de seleção de bombas do fabricante escolhido. O tratamento proposto será baseado nos padrões de potabilidade determinados pelo Ministério da Saúde, através da portaria nº 2.914 de 2011. O layout do sistema visa indicar o projeto mais adequado para a situação em estudo de acordo com a área disponível para a instalação, minimizando as interferências necessárias de obras.

Resultados experimentais

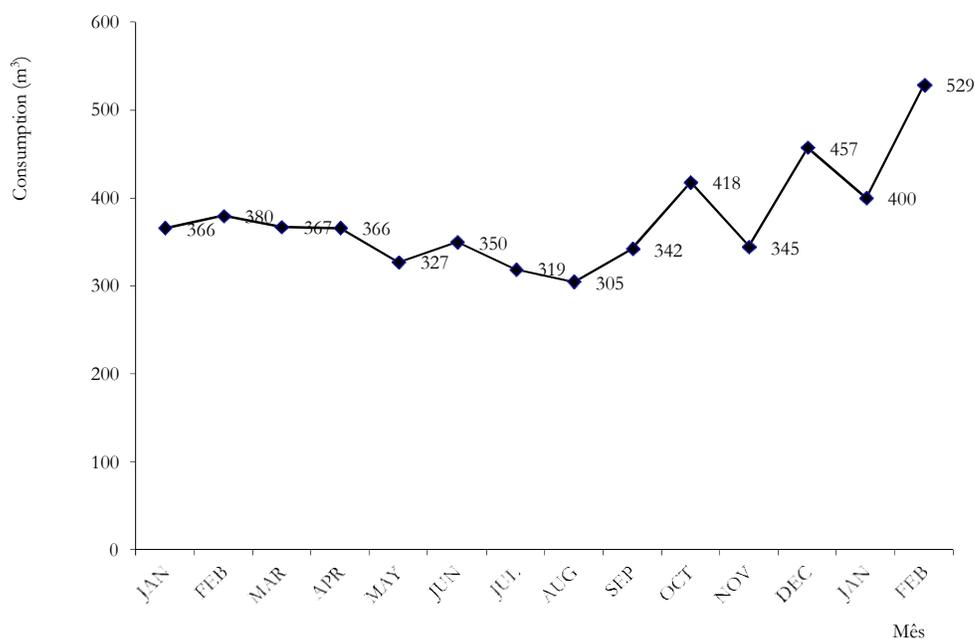
Consumo de água

Alguns parâmetros de engenharia devem ser levantados para se prever no edifício onde ocorre o maior consumo de água. Porém a grande dificuldade de se aplicar os parâmetros de engenharia é a enorme quantidade de informações necessárias que nem sempre estão disponíveis para serem avaliadas (TOMAZ, 2003).

Neste trabalho, um questionário foi realizado com cada condômino do edifício, a fim de se obter dados de consumo diário interno de cada apartamento. Este questionário encontra-se totalmente respondido, no Apêndice A. As respostas obtidas no questionário são de responsabilidade de cada condômino, podendo gerar dúvidas ao serem comparadas com o consumo real de água potável do edifício, no qual também foi analisado através do boleto mensal de cobrança de água

potável, obtido junto a concessionária local (CEDAE) durante o período de um ano, compreendido entre meses de 2008 a 2009, podendo ser observado pela Figura 1. A possível dúvida levantada pode está relacionada a algum tipo de vazamento que não foi identificado durante o levantamento das informações.

Figura 1 – Consumo mensal de água potável no edifício durante o período de 2008 a 2009 (CEDAE, 2009)



Fatores como topografia local, clima e nível sócio econômico da população estão diretamente relacionados ao consumo médio *per capita* de água potável. No estado do Rio de Janeiro, o consumo *per capita* de água é de 266 L/hab.dia (SNIS, 2000), porém recomenda-se adotar um valor médio brasileiro que é da ordem de 130 L/hab.dia (HELLER, 2006).

Considerando o valor médio sugerido de consumo de água, a população do edifício (incluindo os funcionários), e o mês contendo 30 dias, chega-se ao seguinte valor de consumo mensal de 241.800 L/mês.

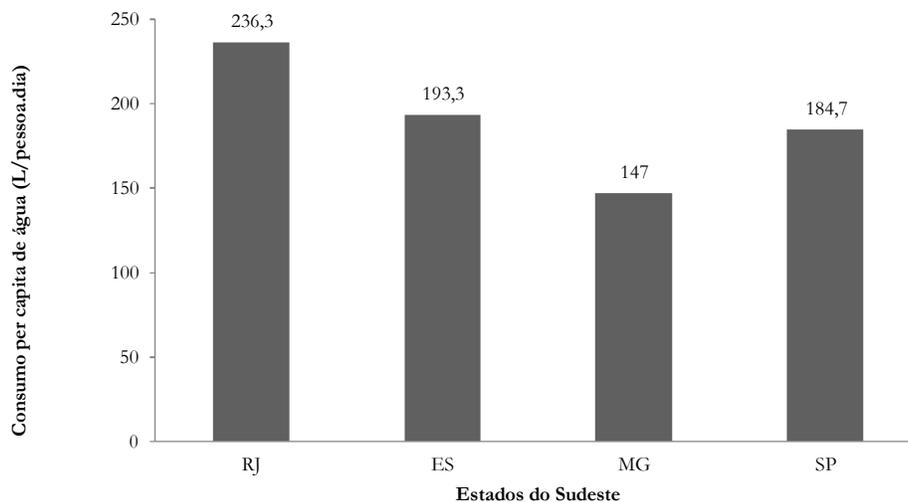
O consumo mensal obtido através do valor médio sugerido está bem longe do consumo real do condomínio, apresentado na Figura 1, indicando que pode, realmente, existir algum vazamento

nas tubulações do edifício ou então a população apresenta um grande hábito favorável ao desperdício de água potável, que é o mais provável, não contribuindo para a preservação de recursos naturais hídricos.

Todavia, se for levado em conta o quadro de funcionários do prédio e utilizando o valor de consumo médio mensal ($364,7 \text{ m}^3$), tem-se o valor *per capita* de consumo 209,6 L/hab.dia.

O consumo real per capita apresentado nos cálculos acima é superior ao valor sugerido pelo SNIS, porém é mais próximo da realidade da cidade, como mostra a Figura 2. O valor *per capita* de consumo de água potável para Rio de Janeiro ainda é alto, devido ao grande número de ligações clandestinas de água, aos problemas de vazamentos nas linhas de abastecimento e ao desperdício da própria população no consumo diário, pois o metro cúbico de água de concessionária no Rio de Janeiro é mais barato, quando comparado ao estado de São Paulo, propiciando assim, um maior controle do consumo de águas de abastecimento desta cidade.

Figura 2 – Variações de consumo per capita de água potável para os estados do sudeste brasileiro (SNIS, 2010).



Através do questionário realizado no edifício, foi possível prever, mensalmente, o consumo de água potável utilizada nas bacias sanitárias de cada coluna do prédio em estudo, como mostra

a Tabela 1. Esses dados não levam em conta o consumo mensal utilizado pelos quatro funcionários do prédio, durante o horário de expediente diário.

O maior consumo visualizado na Tabela 1, pelas bacias sanitárias quando acionadas manualmente, são provenientes da coluna 02, a qual apresenta o maior número de moradores, enquanto que o menor consumo entre as colunas é observado na coluna 05.

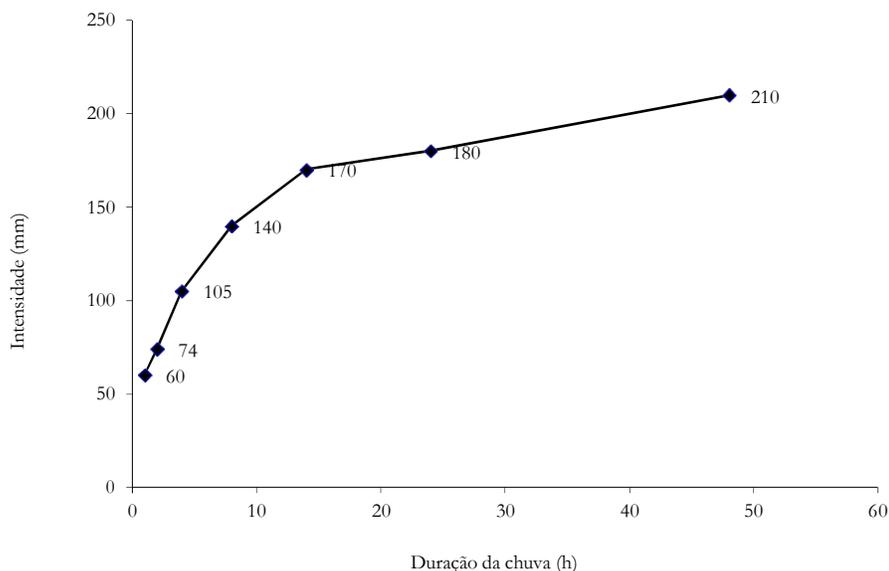
Tabela 1 – Consumo de água potável utilizada em bacias sanitárias para cada coluna do prédio

Coluna	Número de Moradores	Volume utilizado em bacias sanitárias (m ³ /mês)	Percentual correspondido (%)
01	14	25,90	27,98
02	17	31,39	33,89
03	11	14,91	16,10
04	9	12,95	13,98
05	7	7,46	8,05
TOTAL	58	92,61	100,00

Dados pluviométricos

Os dados pluviométricos utilizados foram da estação mais próxima do edifício, localizada na Praça Saens Peña, situada nas coordenadas 22° 53' S e 43° 12' W, na qual os dados de duração de chuva foram levantados para um período de retorno de 10 anos, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Precipitações pluviométricas da estação da Praça Saens Peña (PFAFSTETTER, 1982)



Sendo os valores contidos na Figura 3 bastante antigos (1982), o trabalho deste autor, ainda é muito utilizado por diversos engenheiros no Brasil, pois para esta estação pluviométrica, a ABNT NBR 10844, se baseia neste trabalho e recomenda valores de intensidade pluviométrica para uma chuva com duração de 5 minutos, como é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Chuvas intensas no Brasil – Rio de Janeiro, RJ, Estação Praça Saens Pena (ABNT–NBR 10844, 1989)

Período de retorno (ano)	Intensidade pluviométrica (mm/h)
1	125
5	139
18	167

Neste trabalho serão utilizados para os cálculos das instalações prediais de águas pluviais os dados referentes à estação pluviométrica da Praça Saens Peña, na qual a intensidade pluviométrica adotada no projeto será de 139 mm para uma chuva com duração de 5 minutos,

cujo período de retorno é de 5 anos, conforme é fixado na norma ABNT NBR 10844. Quando não houver dados disponíveis para cálculos de projeto serão utilizados os valores referentes ao da estação da Tijuca.

Coefficiente de escoamento superficial (runoff)

Diversos autores sugerem diferentes valores para o coeficiente de *runoff*. Alguns desses valores para os telhados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Diversos valores para coeficiente de *runoff* em diferentes tipos de telhados

Fonte	Ano	Superfície	Coefficiente de <i>runoff</i> (C)
Wilken	1978	Telhados	0,70 a 0,95
Hofkes e Frasier	1996	Telhados revestidos de telha cerâmicas	0,80 a 0,90
		Telhados revestidos de telha corrugadas de metal	0,70 a 0,90
Khan	2001	Telhados verdes	0,27
		Telhados revestidos de telhas cerâmicas	0,56
Rainwater Technology Handbook	2001	Telhado	0,75
Tomaz	2003	Telhados	0,80

No Brasil, para efeitos de cálculos de projeto, o valor de coeficiente de *runoff* adotado é de 0,80 (TOMAZ, 2003). Sendo assim, neste trabalho, também será adotado o valor sugerido, para a determinação do valor da vazão de água de chuva, que será calculada mais adiante.

Métodos de cálculos para dimensionamento de reservatórios

Diversos métodos encontram-se disponíveis para cálculos de dimensionamento de reservatórios na ABNT NBR 15527. Neste trabalho serão utilizados somente dois métodos de cálculos, sendo eles, o método de Azevedo Neto e o método *Rippl*.

O método de Azevedo Neto calcula o volume de água de chuva a partir da equação abaixo, porém para a utilização deste método é necessário conhecer alguns parâmetros, que serão definidos a seguir.

$V = 0,042 \times P \times A \times T$, onde:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm). Para este parâmetro será utilizada a média de dados pluviométricos da estação da Tijuca entre os anos de 2000 e 2008, como mostra a Tabela 4.

T é o valor do número de meses de pouca chuva (será considerado como pouca chuva, valor menor que 50 mm de chuva), ou seca;

A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²), estipulado em 470,0 m²;

V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

Calculado os volumes de água do reservatório, chega-se a um potencial médio de captação de 6,5 m³, utilizando a metodologia de Azevedo Neto, muito aquém da demanda necessária nas bacias sanitárias, pois anualmente são gastos, aproximadamente, 1.111,32 m³ de água nessas bacias.

Tabela 4 – Resultados dos valores utilizando o Método de Azevedo Neto para o cálculo do volume de reservatório de água, durante os anos de 2000 a 2008.

Ano	P (mm)	T	A (m ²)	Volume de água aproveitável (L)
2000	98,9	3	470,0	5.856,86
2001	100,4	3		5.945,69
2002	102,8	4		8.117,09
2003	155,4	3		9.202,79
2004	125,4	2		4.950,79
2005	170,8	2		6.743,18
2006	144,6	1		2.854,40
2007	107,5	4		8.488,20
2008	136,6	1		2.696,48
Valor médio	126,9	2,6		

O método *Rippl* consiste no uso das séries históricas mensais ou diárias. Para este estudo será utilizada a série histórica mensal do ano de 2008 da estação da Tijuca, por ser a mais recente. Como a idéia inicial do projeto consiste em aproveitar a água de chuva para uso em bacias sanitárias, necessita-se então saber, o volume total mensal consumido nestas bacias do edifício. Pelo estudo realizado, este consumo médio mensal é da ordem de 86 m³, para as quatro colunas do edifício. A Tabela 5, mostra o dimensionamento do reservatório para este método, utilizando o coeficiente de escoamento superficial (*runoff*) de 0,80, e uma área de captação de 470 m².

Analisando os resultados do Método de *Rippl* (Tabela 5), o reservatório sempre ficará com um déficit de 415,81 m³ ao ano, pois a quantidade de chuva local não é suficiente para suprir a demanda nas bacias sanitárias de algumas colunas. Pelos cálculos somente em um mês, haveria superávit de água no reservatório (março), sendo então necessária uma complementação pela rede local de abastecimento. Logo, para esse método sugere-se a construção de um reservatório com um volume de 60 m³, volume este que representa a quantidade de chuva média ao ano em um mês, com uma margem de segurança de 15%, para armazenagem dessa água de chuva.

Pelos resultados obtidos no dimensionamento do reservatório, o método de *Rippl*, mostrou-se mais real quanto ao volume de chuva anual para a localidade, devido aos dados de precipitação local (estação Tijuca) serem mais recente (ano de 2008). Sendo assim, será considerado para cálculos futuros um volume de armazenagem de 60 m³ por mês, correspondendo a 2,0 m³ ao dia.

Tabela 5 – Resultados obtidos utilizando o Método de Rippl

1	2	3	4	5	6
<i>Unidades</i>	<i>mm</i>	<i>m³</i>	<i>m²</i>	<i>m³</i>	<i>m³</i>
Janeiro	185,6	86	470	69,79	-16,21
Fevereiro	124,8			46,92	-39,08
Março	246,6			92,72	6,72
Abril	218,6			82,19	-3,81
Maiο	73,6			27,67	-58,33
Junho	62,0			23,31	-62,69
Julho	44,8			16,84	-69,16
Agosto	145,8			54,82	-31,18
Setembro	111,8			42,04	-43,96
Outubro	92,0			34,59	-51,41
Novembro	204,8			77,00	-9,00
Dezembro	128,4			48,28	-37,72
Total (ano)	1638,8	1032		616,19	-415,81
LEGENDA					
1	Mês				
2	Chuva média mensal				
3	Demanda constante mensal				
4	Área de captação				
5	Volume de chuva mensal				
6	Diferença entre os volumes de chuva e o da demanda mensal				

Layout dos sistemas de captação de água de chuva

Sistema A

O principal detalhe do sistema A é que o reservatório superior do telhado será dividido em duas partes iguais, sendo uma parte dessa destinada a água de chuva. Essa parte destinada será, somente, para bacias sanitárias de algumas colunas do edifício, conforme mencionado na seção de área de estudo deste trabalho. A parede divisória seria construída em concreto. Nesse caso não haverá uma mistura de água de chuva com a água fornecida pela concessionária local. A Figura 5 é um simples modelo esquemático do sistema A.

Sistema B

Nesse sistema, na qual se difere totalmente do anterior, ocorrerá uma mistura de água de chuva com a água fornecida pela concessionária local, pois o reservatório superior, situado no telhado, não será dividido em partes, como mencionado, no caso anterior. No sistema B, a mistura ocorrerá na cisterna do edifício, localizada na garagem, não sendo necessária uma bomba potente para carrear a água até o topo do edifício. A Figura 6 é um simples modelo ilustrativo do sistema proposto.

Figura 5 – Modelo esquemático do Sistema A

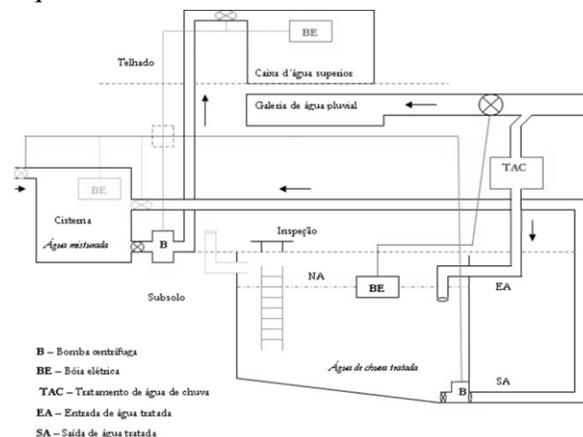
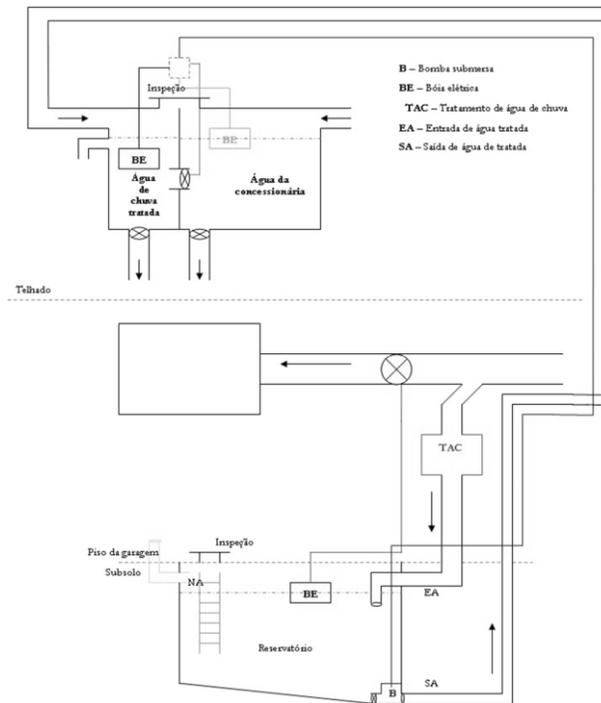


Figura 6 – Modelo esquemático do sistema B



Conclusões

O reuso de águas de chuva em grandes metrópoles mundiais vem se tornando uma medida bastante comum nos empreendimentos de diversos setores, evitando assim, enchentes em algumas áreas isoladas, pois a reutilização de águas evitaria que essas águas em grande parte chegassem até as galerias de águas pluviais, e ainda sim, promoveria medidas sustentáveis e ambientalmente corretas.

A quantificação do consumo *per capita* de água potável em moradores de moradias antigas é de extrema complexidade, devido à inexistência de hidrômetros individuais e ao total desconhecimento da população, quanto ao consumo diário de água potável, para atividades rotineiras.

A adoção de hidrômetros individuais nas residências ocasionaria um consumo mais consciente e econômico para as populações das cidades, porém para as concessionárias locais de água geraria grandes perdas de arrecadação mensal, podendo levar a um comprometimento na qualidade e nos padrões estabelecidos por órgãos responsáveis pelo setor.

O volume de armazenamento do reservatório obtido no método de *Rippl* mostrou-se mais real as condições locais, comparado ao de Azevedo Netto.

A construção de um reservatório com capacidade de armazenamento de água de chuva superior a 60 m³, seria parcialmente ineficaz ao sistema, devido ao potencial pluviométrico local não comportar volume de chuva superior a este e também, ao tipo de material utilizado na construção do telhado do edifício.

Confrontando os sistemas propostos, o sistema B mostrou-se mais viável de maneira tecnológica para o prédio, pois as intervenções civis necessárias às instalações seriam menos impactantes, comparadas ao sistema A, porém a sua ideologia é contra a Lei Federal de Saneamento de 2007 e ao Decreto Estadual 40.156 de 2006, na qual proíbe a mistura de águas aproveitadas com águas da concessionária.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. NBR 10844 - **Instalações prediais de águas pluviais**, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. NBR 15527 - **Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis** - Requisitos, 2007.

BARBOSA, J. M. N., **Águas de chuvas para usos residenciais – tratabilidade e custos**, XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, I-045, pp. 1-7, Belo Horizonte, 2007.

BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J. G. L., MIERZWA, J. C., BARROS, M. T. L., SPENCER, M., PORTO, M., NUCCI, N., JULIANO, N., EIGER, S., **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2ª edição, ed. Pearson Prentice Hall, pp. 110-118, São Paulo, 2007.

CEDAE, Companhia de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro. **Serviços para o cliente**. Disponível em: <http://www.cedae.rj.gov.br>, acessado em 13 fev. 2009.

Decreto Estadual, N° 40.156, Rio de Janeiro, 17 de outubro de 2006.

HELLER, L., PÁDUA, V. L., **Abastecimento de água para consumo humano**. ed. UFMG, p.139, Belo Horizonte, 2006.

HOFKES, FRAZIER, Runoff coeficients. In Rainwater Harvesting de Pacey, Arnold e Cullis, Adrian, 1996.

KHAN, Domestic Roof Water Harvesting Technology in Thar Desert, Índia, 2001.

KOLB, W., The rainwater technology Handbook, p. 91 e p.115, Alemanha, 2001.

Lei Federal de Saneamento N° 11.445, Brasília, 5 de janeiro de 2007.

IPP, Instituto Pereira Passos, Armazém de dados. **Informações sobre a cidade do Rio de Janeiro, Área territorial, área acima da cota de 100, segundo as áreas de planejamento, regiões administrativas e bairros – 2005**. Disponível em: <http://www.armazemdedados.rj.gov.br/>, acessado em 18 fev. 2009.

IPP, Instituto Pereira Passos, Armazém de dados, Informações sobre a cidade do Rio de Janeiro. **Precipitações pluviométricas, segundo as estações de observação e os meses do ano - 1997 até 2005** (inclui endereços das estações), disponível em: <http://www.armazemdedados.rj.gov.br/>, acessado em 18 fev. 2009.

ONU, 2008, *World Population Prospects: The 2006 Revision Population Database*. Disponível em <http://esa.un.org/unpp/p2k0data.asp>, acessado em 23 set. 2008.

PFAFSTETTER, O.. **Chuvas Intensas no Brasil: Relação entre precipitação, duração e frequência de chuvas em 98 postos com Pluviógrafos – Departamento Nacional de Obras de Saneamento, Coordenadoria de Comunicação Social**. 2ª edição, pp. 258-260, 1982.
Portaria do Ministério da Saúde N° 2.914, Brasília, 12 de dezembro de 2011.

RAPOPORT, B., ROQUE, O. C. C., FERREIRA, A. P.. **Águas cinzas: caracterização, economia e tratamento para reúso domiciliar e condominial**. 2004. 78 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, *Orientador*: Odir Clécio da Cruz.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **diagnóstico dos serviços de água e esgotos, Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental**, 448 pp., 2012.

TOMAZ, P.. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. Navegar, 2003.



UNIÁGUA, Universidade da Água. **Água no Planeta**. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br/>, acessado em 09 fev. 2009.

WILKEN, P. S., **Engenharia de Drenagem Superficial**. São Paulo: CETESB, 1978.