



**9507. PERFIL DE CONSUMO DE ÁGUA EM SANITÁRIOS MASCULINOS
PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO DE ÁGUA PLUVIAL:
ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE,
CAMPUS CAMPINAS.**

Felipe Yoshio Fukai⁽¹⁾

Graduando em Engenharia de Produção da Universidade Presbiteriana Mackenzie, Campus Campinas. Atuou como estagiário administrativo na secretaria de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie e estagiário de Engenharia Industrial na empresa Flex. Atualmente estagia na área de Logística na multinacional Siemens Ltda.

Vinícius Goldoni Schivitaro⁽²⁾

Graduando em Engenharia Civil da Universidade Presbiteriana Mackenzie, Campus Campinas. Foi monitor de Física Geral I e Física Geral II. Realizou Iniciação Científica na área de reuso de água. Realizou estágio voluntário de engenharia civil na Masotti & Ciolfi Construção Ltda – Me e atualmente é estagiário de análise comercial na Ipiranga Produtos de Petróleo.

Daniela Helena Pelegrine Guimarães⁽³⁾

Professora em Regime de Dedicção Integral à Docência e à Pesquisa (RDIDP) da Escola de Engenharia de Lorena/ Universidade de São Paulo (EEL/ USP) atuando no Departamento de Engenharia Química (DEQUI), no nível MS-5.1 (Professor Doutor). Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Alimentos e Propriedades Físicas e Reológicas dos Materiais, atuando principalmente nas áreas de bioenergia.

Maria Thereza de Moraes Gomes Rosa⁽⁴⁾

Professora Doutora da Universidade Presbiteriana Mackenzie, Campus Campinas, na área térmica e de fluidos. Realizou estágio doutoral na Universidade de Alberta, Canadá. Tem experiência na área de fenômenos de transporte, termodinâmica, hidráulica, química e ciência dos materiais.

Endereço⁽¹⁾: Av. Brasil, 1220 - Jardim Guanabara, Campinas - SP, CEP: 13073-148 - Brasil - Tel: +55 (19) 3211-4100 - e-mail: ffukai@hotmail.com .

RESUMO

O presente trabalho tem como foco analisar o consumo de água dos sanitários masculinos da Universidade Presbiteriana Mackenzie, campus Campinas e, a partir destes dados, propor a transferência da utilização da água potável em vasos sanitários e mictórios pela água da chuva no prédio desta instituição com o dimensionamento de um reservatório para armazenamento da água pluvial. Os métodos utilizados foram a aplicação de questionários com os usuários, o levantamento de precipitações mensais da região e do consumo mensal das bacias sanitárias do campus e a utilização dos seguintes métodos quantitativos: Rippl analítico, Brasileiro e Prático Alemão. Os resultados apontaram que 83% dos usuários frequentam os banheiros de uma a três vezes ao dia e que o consumo médio nas bacias sanitárias e mictórios nos sanitários masculinos foi de 105,6 m³/mês no período letivo e 9,6 m³/mês no período não letivo, sendo que o valor médio de consumo de um dispositivo utilizado foi de 3 litros por descarga. A aplicação dos métodos para dimensionamento do reservatório apresentou resultados divergentes: 1844 m³, 736 m³ e 59 m³. Conclui-se que o método mais indicado vai depender dos interesses finais de implantação, que incluem fatores como orçamento da instituição e fatores climáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo de água, reservatório, água pluvial

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural imprescindível para todos os seres vivos. Em 2014, 54% da população mundial era urbana. Com uma tendência de continuar o desenvolvimento social e econômico, dois terços da população mundial morarão em cidades até 2050, quando se prevê que a demanda pela água aumente em 55%. Consequentemente, os desafios que envolvem a água, incluindo as questões de sua qualidade e escassez, estarão cada vez mais



concentrados nas zonas urbanas, particularmente nos países subdesenvolvidos, como na Ásia, África e América do Sul (Chen *et al.*, 2017).

Dados divulgados por Sperling (2006) mostram o ranking dos países com a maior disponibilidade dos recursos hídricos em m³/ano que segue da seguinte forma: Islândia, Guiana, Suriname, Suriname, Papua-Nova Guiné, Canadá, Nova Zelândia, Noruega, Panamá e, finalmente, Brasil. Enquanto a Islândia se encontra no topo com quase 600.000 m³/ano, o Brasil se encontra na nona posição, com pouco mais de 47.000 m³/ano – a disponibilidade da Islândia é quase 13 vezes maior que a do Brasil. Esses dados apontam claramente que os países de população pequena seguem na frente do Brasil, considerado até então pelos meios de comunicação como o líder informal nas reservas de água doce (Sperling, 2006). Isso mostra o quão equivocada essa ideia está.

Em Campinas, a Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A (SANASA) atende com água potável encanada 98,0% de sua população urbana, sendo que o rio Atibaia corresponde a 93,5% do total do abastecimento. Entretanto, o cenário da agricultura ser o maior consumidor da água é diferente na cidade de Campinas, sendo que somente 16% são destinados a este ramo, 30% são destinados para a indústria e os outros 54% para setores residenciais, comerciais e públicos. Dessa forma, vemos que a maior responsabilidade de economizar o uso da água em Campinas, está atribuída a população, assim é dever da sociedade se atualizar e realizar os métodos mais eficazes que auxiliem nesse consumo responsável. Os dados fornecidos pela SANASA para a cidade de Campinas mostram que a demonstram que pequenas ações da população podem implicar em grandes economias de água. Por isso, os moradores necessitam mudar seus hábitos e desenvolver formas de economizá-la. E uma opção que se encontra de forma prática para obras já concluídas, é utilizar a água da chuva que normalmente é desperdiçada.

Independentemente das estratégias adotadas para se reduzir o consumo de água potável, o conhecimento dos usos finais de água na edificação é essencial para que se possam adotar estratégias adequadas de redução do consumo de água (Kammers e Ghisi, 2006). O desperdício da água é decorrente do uso excessivo, mas também pode ser decorrente das perdas e mau uso desde a captação de água até o consumidor final. Ações no conserto de vazamentos, na setorização da medição do consumo, na implementação de tecnologias economizadoras e na realização de campanhas de sensibilização dos usuários para o uso racional desse insumo são de suma importância para redução do consumo total da água (OLIVEIRA; GONÇALVES, 1999).

O estudo de usos finais de água em edificações torna possível determinar os locais e funções que empregam a maior quantidade de água e, de acordo com Machado *et al.* (2010), os sanitários são uma alta fonte de consumo de água numa edificação. Em universidades, a situação não é diferente. Há um grande consumo de água nos sanitários, principalmente devido ao grande número de pessoas e ao mau funcionamento de muitos equipamentos sanitários. A adoção de equipamentos economizadores em sanitários garante uma redução mais automatizada do consumo da água. Um exemplo de um desses equipamentos é a torneira de fechamento automático. Porém se mal regulados, os mesmos podem acarretar um desperdício maior do que se não fossem utilizados (PERSONA; MANDELLI, 2012).

Sendo assim, os sanitários são uma grande oportunidade para se economizar recursos hídricos, uma vez que, caso detectado mau funcionamento ou oportunidades de melhorias, uma série de medidas podem reduzir consideravelmente o desperdício de água. A evolução tecnológica de equipamentos no segmento de sanitários vem atuando como um grande aliado no combate ao esgotamento dos recursos hídricos.

O Centro de Ciência e Tecnologia (CCT) da Universidade Presbiteriana Mackenzie possui um elevado número de pessoas, dentre funcionários, docentes e discentes. Previsivelmente, isso demanda uma grande quantidade de água diariamente. Em função disso, este trabalho tem como objetivo analisar o consumo de água dos sanitários masculinos a partir de uma pesquisa com os usuários. Além disso, propor a transferência da utilização da água potável em vasos sanitários e mictórios pela água da chuva no prédio desta instituição com o dimensionamento de um reservatório para armazenamento da água pluvial e, por fim, trazer propostas de melhorias e apontar o possível consumo desenfreado por parte dos usuários. Como consequência este trabalho possui as seguintes vantagens: preservação dos recursos hídricos; redução das despesas financeiras da universidade; conscientização da causa por parte dos utilizadores dos sanitários.

Sendo assim, levando-se em conta a situação emergencial em que o planeta se encontra e o comprometimento que a Universidade Presbiteriana Mackenzie possui com questões relacionadas a desenvolvimento sustentável, é essencial que os membros da instituição empreguem e disseminem ações e pensamentos que visem a preservação dos recursos naturais.



2. METODOLOGIA UTILIZADA

Foco deste estudo, o Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Presbiteriana Mackenzie está localizado na região central do município de Campinas (SP). As instalações deste campus foram inauguradas em 2004 e possuem capacidade máxima para atender 3700 alunos por período, sendo os principais cursos oferecidos: Direito, Administração, Engenharia de Produção e Engenharia Civil até o ano de 2018. A área total ocupada pela construção, o edifício Edward Lane, é de 28 mil m². O prédio Edward Lane é dividido em dois setores principais: o acadêmico, onde os estudantes estão concentrados, e o administrativo, majoritariamente ocupado por servidores e professores.

2.1 Aplicação de questionário com os usuários

Um questionário de múltipla escolha com doze perguntas foi formulado e aplicado nos seguintes três grupos de pessoas: alunos, professores e servidores que foram abordados durante o período de trabalho ou aula para responderem o questionário. Os questionários visaram atingir o maior número de frequentadores possível e em períodos diferentes do dia. A pesquisa contou com a participação de um total de 251 pessoas, sendo que a ocupação e distribuição percentual desses usuários podem ser visualizadas na Figura 1. Nota-se que houve a ocorrência de um aluno que exerce trabalho remunerado na universidade, o que ocasionou na marcação dos quesitos “aluno” e “servidor” simultaneamente.

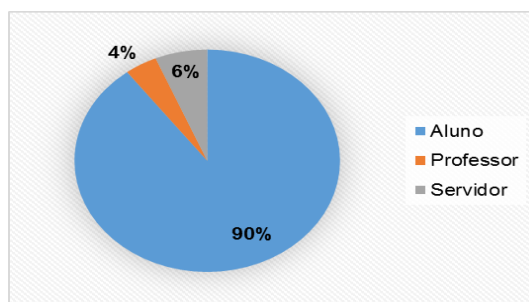


Figura 1: Ocupação masculina dos que responderam o questionário.

Os assuntos tratados no questionário foram os seguintes:

- ocupação atual no CCT;
- período em que frequenta o CCT;
- curso (aplicável somente aos alunos);
- frequência que frequenta o CCT durante a semana;
- média diária de utilização dos sanitários do CCT;
- o sanitário utilizado com mais frequência;
- preferência entre mictório ou vaso sanitário;
- se o acionamento da descarga do vaso sanitário é feito e como é feito;
- se o acionamento da descarga do mictório é feito e como é feito;
- frequência diária em que as mãos são higienizadas (caso sejam);
- frequência em que a torneira é acionada para higienizar as mãos em uma lavagem.

2.2 Levantamento da chuva em Campinas.

O levantamento dos dados das médias das precipitações mensais da chuva, em mm, foi obtido junto a CIIAGRO (Centro integrado de informações agrometeorológicas) (CIIAGRO, 2017) e o DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) (DAEE, 2017) entre os anos de 2000 a 2016 na cidade de Campinas. Os dados do CIIAGRO foram coletados no IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) localizado a 1,1 km da Universidade Presbiteriana Mackenzie campus Campinas. Já os dados do DAEE foram obtidos no bairro Barão Geraldo, do município de Campinas, na latitude 22° 50' 09" e longitude 47° 04' 16", com o prefixo do pluviômetro D4-047. Assim, foi realizado uma média mensal entre os 2 conjuntos de dados mensais obtidos da CIIAGRO e DAEE.



2.3 Levantamento do consumo mensal em bacias sanitárias e mictórios no campus CCT.

O levantamento do consumo mensal de bacias sanitárias e mictórios no campus CCT foi realizado através de dados coletados no campus como: número de alunos e funcionários, consumo em cada descarga, número de descarga médio por pessoa no período presente no campus e o número de mictórios e vasos sanitários. Assim, o dado de saída da utilização dessas variáveis multiplicado pelo número de dias úteis no mês, fornecerá o consumo médio mensal de água em mictórios e vasos sanitários do campus, conforme a seguinte Equação 1:

$$C_m = (N \times c \times N_d) \times t \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

C_m = Consumo médio mensal de água em mictórios e vasos sanitários (L/mês).

N = Número de alunos e funcionários.

c = Consumo em cada descarga (L).

N_d = Número de descarga médio por pessoa no período presente no campus.

t = Dias úteis no mês.

2.4 Métodos para dimensionamento do reservatório.

Nesse trabalho será realizado o dimensionamento do reservatório a partir de 3 métodos: Rippl analítico, Método Brasileiro e Método Prático Alemão.

O método Rippl analítico foi elaborado em planilha de MS-Excel. O método utiliza das seguintes variáveis de entrada: Meses do ano, Precipitação média mensal, Área de coleta e Coeficiente de runoff. Sendo o dado de saída: Volume de captação através da Equação 2.

$$V = \frac{P \times A \times C}{1000} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

V = Volume de captação (m³);

P = Precipitação média mensal (mm);

A = Área de coleta (m²);

C = Coeficiente de runoff;

Com os resultados obtidos do volume de captação na equação 2 e do consumo mensal médio na equação 1 foi possível calcular a diferença entre essas variáveis (V-C_m). Dessa forma, obteve o acúmulo dos valores dessa diferença entre o valor máximo e mínimo desse acúmulo, resultando no tamanho do reservatório.

O método brasileiro segue uma fórmula empírica descrita na NBR 15527 “Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos”, sendo os dados de entrada: Precipitação média anual, Área de coleta e Número de meses com pouca chuva. Já o dado de saída é o Volume do reservatório. Dessa forma, o método brasileiro foi calculado de acordo com a Equação 3.

$$V_r = 0,042 \times P_a \times A \times T_p \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

V_r = Volume do reservatório (m³);

P_a = Precipitação anual média (mm);

A = Área de coleta (m²);

T_p = Número de meses com pouca chuva;

O método prático alemão é empírico e o volume adotado de água é dado pelo menor valor do volume do reservatório, podendo ser 6% do volume anual de consumo ou 6 % do volume anual de precipitação aproveitável. Neste trabalho foi considerado um coeficiente de aproveitamento de 80%, visto que na área de coleta, o material da cobertura e das rampas é impermeável, possibilitando grande parte do acúmulo de água.



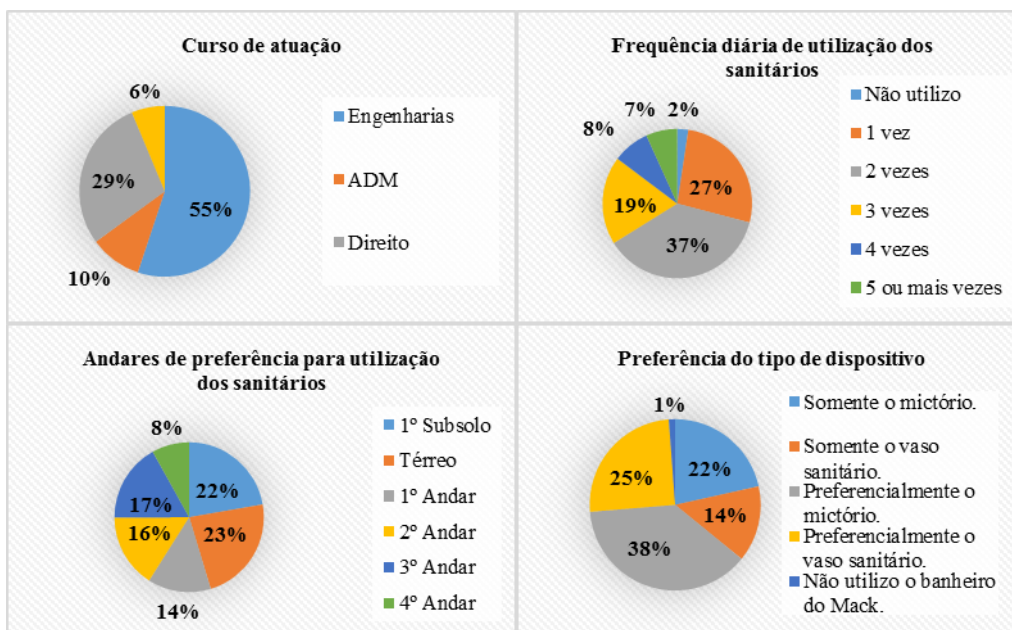
3 RESULTADOS OBTIDOS

Os dados médios mensais pluviométricos entre os anos de 2000 a 2016, coletados da CIIAGRO (CIIAGRO, 2017) e do DAEE (DAEE, 2017), estão apresentados na Tabela 1. Ainda na Tabela 1, a média entre esses dois conjuntos de dados também está apresentada, para obtenção de valores mais condizentes com a realidade.

Tabela 1: Média mensal da precipitação de chuva na cidade de Campinas referente ao período de 2000 a 2016.

MES	CIAGR O (mm)	DAE E (mm)	MÉDIA (mm)
JAN	275,0	297,4	286,2
FEV	167,0	189,8	178,4
MAR	165,0	161,6	163,3
ABR	60,0	70,4	65,2
MAI	60,0	76,9	68,5
JUN	53,0	44,0	48,5
JUL	50,0	51,9	51,0
AGO	40,0	36,7	38,4
SET	57,0	56,1	56,6
OUT	108,0	113,0	110,5
NOV	163,0	166,3	164,7
DEZ	195,0	230,9	213,0
ANUAL	116,1	124,6	120,3

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos com a aplicação dos questionários.



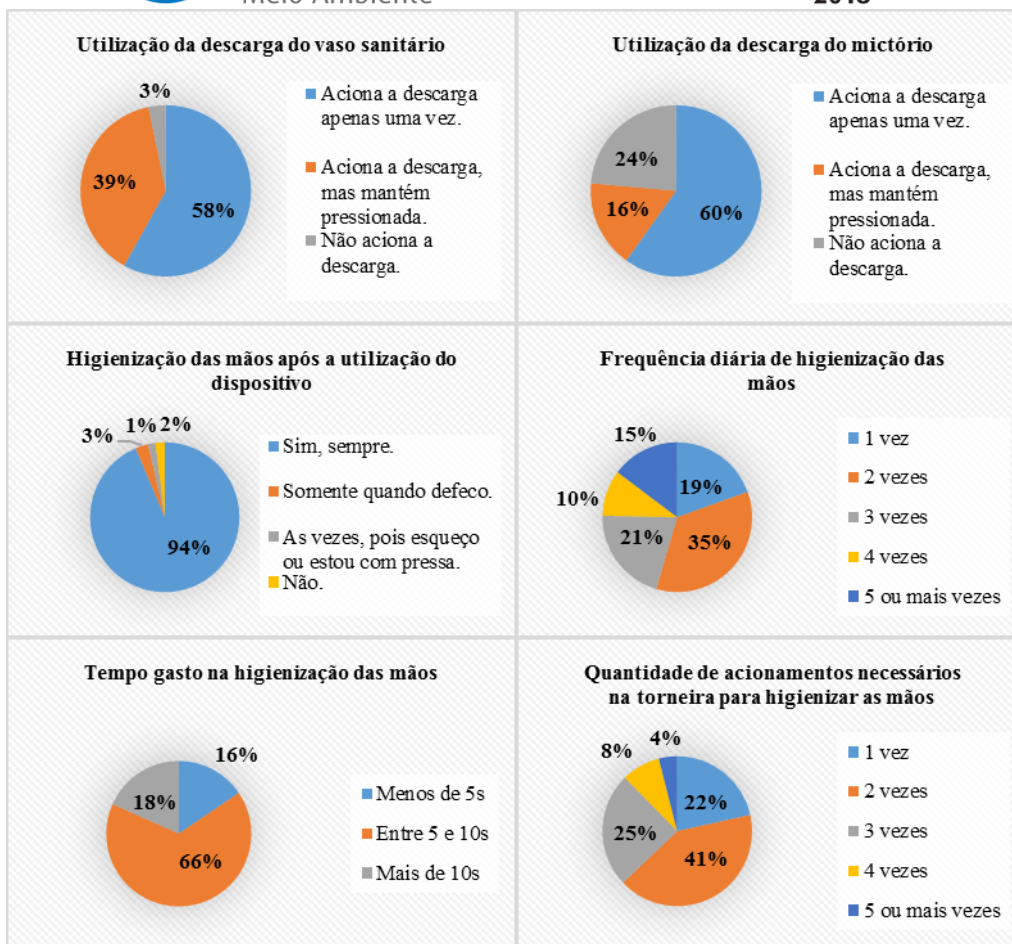


Figura 2: Estatística dos resultados obtidos do questionário aplicado aos usuários.

A Tabela 2 apresenta os valores utilizados para a determinação do tamanho do reservatório pelo método Rippl analítico. Sendo que, o valor da área de coleta foi estimado de acordo com a cobertura e rampas de acesso do prédio Edward Lane a partir dos softwares Google Earth e Autocad.

Tabela 2: Dados para o diagrama de Rippl para demanda variável.

Meses	Demanda (m ³)	Área de Captação (m ²)	Vol. mensal de chuva C=0,80 (m ³)	Vol. Chuva acumulada (m ³)	Demanda acumulada (m ³)	Diferença entre volume chuva e demanda (m ³)
JAN	9,6	3037	695,35	695,35	9,6	685,75
FEV	105,6	3037	433,44	1128,79	115,2	1013,59
MAR	105,6	3037	396,75	1525,55	220,8	1304,75
ABR	105,6	3037	158,41	1683,96	326,4	1357,56
MAI	105,6	3037	166,43	1850,38	432	1418,38
JUN	105,6	3037	117,84	1968,22	537,6	1430,62
JUL	9,6	3037	123,91	2092,13	547,2	1544,93
AGO	105,6	3037	93,30	2185,43	652,8	1532,63
SET	105,6	3037	137,52	2322,94	758,4	1564,54
OUT	105,6	3037	268,47	2591,41	864	1727,41
NOV	105,6	3037	400,16	2991,57	969,6	2021,97
DEZ	9,6	3037	517,50	3509,07	979,2	2529,87



4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O questionário aplicado aos discentes, funcionários e docentes permitiu identificar o perfil de consumo, como a frequência e o consumo de água nos sanitários masculinos da Universidade Presbiteriana Mackenzie, campus Campinas. A Figura 2 mostra que 83% dos usuários frequentam os banheiros de uma a três vezes ao dia, em média, sendo que duas vezes é a frequência mais expressiva, com cerca de 37%. Apenas 2% dos frequentadores não utilizam os sanitários. Desta maneira, para o cálculo do consumo mensal das bacias sanitárias e mictórios na instituição, foi considerado uma média de duas descargas por pessoa por período presente no campus. Além disso, levou-se em consideração que o número médio de pessoas frequentadores do prédio em período letivo é por volta de 880 homens, levando em consideração os discentes, docentes e funcionários. No período não letivo, que contemplam os meses de janeiro, julho e dezembro, considera-se somente a presença de 80 funcionários homens.

Na parte superior da bacia há uma inscrição contendo o nome da marca – Deca – e o os dados “1.6gpf/6.0lpf”. O consumo médio em cada descarga na bacia sanitária é apresentado na própria louça sanitária. Esse detalhe apresentado é de extrema importância, pois revela o consumo de água do modelo de vaso sanitário. O “1.6 gpf” significa 1,6 galões por fluxo, ou seja, a louça sanitária utiliza 1,6 galões de água a cada descarga. Já o “6.0 lpf” significa 6,0 litros por fluxo, portanto, a louça sanitária utiliza 6,0 litros de água a cada descarga. A ABNT determinou esse volume de água visando padronizar o consumo de água nas descargas de todos os modelos de vasos sanitários e, conseqüentemente, economizar água. Na década de 1980, os vasos com descarga acoplada na parede chegavam a utilizar cerca de 18 litros de água por descarga (DECOR, 2018). Segundo Galvão (2018), a vazão média do modelo de mictório utilizado nos banheiros da instituição é de 0,6 l/min quando a válvula de descarga é pressionada por 2 a 3 segundos. Este valor de consumo é ligeiramente mais econômico que a vazão média dos vasos sanitários apresentada anteriormente. Sendo assim, levando em consideração a preferência do tipo de dispositivo e apresentado na Figura 2 e da vazão utilizada por cada dispositivo, utilizou-se o valor médio de 3 litros por descarga.

O consumo médio nas bacias sanitárias e mictórios nos sanitários masculinos foi de 105,6 m³/mês no período letivo e 9,6 m³/mês no período não letivo. Com base nestas informações, foi possível calcular o volume do reservatório utilizando o método Rippl, conforme apresentado na Tabela 2.

O volume do reservatório de acordo com o método Rippl é obtido pela diferença entre o maior e menor valor da coluna da diferença entre volume chuva e demanda (m³), que neste caso foi de 1844 m³, um reservatório extremamente grande e inviável de aplicação. De acordo com Tomaz (2012), o método de Rippl geralmente superdimensiona o reservatório, mas é bom usá-lo para verificar o limite superior do volume do reservatório de acumulação de águas de chuvas. Portanto, sabendo do limite superior, aplicou-se o método brasileiro, que levou em consideração a precipitação média anual de chuva (Tabela 1), a área de coleta e o número de meses com pouca chuva que foi de junho a setembro, chegando no volume do reservatório de 736 m³ necessário para abastecimento somente com água da chuva todos as bacias sanitárias e mictórios dos sanitários masculinos do prédio Edward Lane. Amorim e Pereira (2008) observaram que o método brasileiro também superdimensiona o tamanho do reservatório. Já o método prático Alemão é um método conservador e de acordo com este método, seria necessário um reservatório de 59 m³ para o abastecimento das bacias sanitárias e mictórios dos sanitários masculinos. Entretanto este valor é pequeno e considerando que Campinas fica numa região com pouca chuva, com um mês sem chuva, seria necessário utilizar água potável. Lembrando que este estudo focou somente nos sanitários masculinos e seria necessário um estudo a respeito do perfil do consumo dos sanitários femininos para concluir qual seria o tamanho ideal do reservatório a ser instalado no edifício Edward Lane.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho tem relevante contribuição para a preservação dos recursos hídricos, redução das despesas financeiras da Universidade Presbiteriana Mackenzie, campus Campinas, e na conscientização da causa por parte dos utilizadores dos sanitários masculinos. Pode-se concluir que alguns métodos utilizados para o cálculo do tamanho do reservatório superestimam o seu tamanho e que não necessariamente o método conservador fornece o melhor tamanho a se utilizar, pois isso vai depender dos interesses finais de implantação, como valor de investimento do sistema e também da região de implementação, mais chuvosas ou mais secas.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMORIM, S. V., PEREIRA, D. J. A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. In: XII Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, 2008, Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza: XII ENTAC, out. 2008.
2. CHEN, Z., Wu, Q., Wu, G., Hu, H.Y. *Centralized water reuse system with multiple applications in urban areas: Lessons from China's experience. Resources, Conservation and Recycling*, v. 117, p. 125-136, feb. 2017.
3. DECOR assentos. Disponível em: <<http://www.decorassentos.com.br/o-que-e-1.6-gpf-6-lpf>>. Acesso em: 19 fev. 2018.
4. GALVÃO, F. *Modelos de vasos sanitários e mictórios* [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <deca@deca.com.br > em 08 maio 2018.
5. KAMMERS, P. C.; GHISI, E. *Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis, SC. Ambiente Construído*, v. 6, n. 1, p. 75-90, jan./mar. 2006.
6. MACHADO, A S., CONCEIÇÃO, D. M., VIARO, V. L., KIPERSTOK, A. Caracterização e perfil de consumo de água de um sanitário masculino da EPUFBA. In: CONGRESSO BAIANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1., 2010, Salvador. Anais... Salvador: Cobesa, P. 1-5, jul. 2010.
7. OLIVEIRA, L. H; GONÇALVES O. M. *Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifício. Boletim técnico*. São Paulo: EPUSP, 14 p. 1999.
8. PERSONA, G.; MANDELLI, G. Y. *Consumo de água nas torneiras dos banheiros da FEEC, Ciência do ambiente*, UNICAMP, p. 1-2, 2012.
9. SPERLING, E. V. *Afinal, quanta água temos no planeta. Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 11, n. 4, p. 189-199, out/dez 2006.
10. TOMAZ, P. Dimensionamento de reservatórios de água de chuva. Livro Digital. cap. 9, 22 p. jul. 2012.