

XII ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS

ESTUDO DE VIABILIDADE DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CLUBE COMERCIAL, RIO DE JANEIRO-RJ

*Ana Caroline Pitzer Jacob¹, Osvaldo Moura Rezende²; Matheus Martins Sousa³; Luiza Batista de
França Ribeiro⁴; Aline Pires Veról⁵*

RESUMO – A água é essencial para o desenvolvimento de qualquer atividade e, portanto, deve ser considerada um recurso estratégico e seu uso deve ser feito de forma eficiente. O uso cada vez mais eficiente da água disponível traduz-se em otimizar a utilização desse recurso sem prejudicar os objetivos pretendidos ao nível das necessidades vitais, da qualidade de vida e do desenvolvimento socioeconômico. Uma das maneiras de otimizar o uso da água e reduzir o consumo de água potável é com o aproveitamento da água da chuva. A viabilidade do uso de água da chuva em edificações é caracterizada pela diminuição da demanda de água fornecida pelas concessionárias, tendo como consequência direta, a diminuição de gastos com água potável e, indireta, a redução dos riscos de inundação, uma vez que reduz o volume de água lançado no sistema de drenagem. Esse estudo tem como objetivo avaliar a possibilidade de uso de fontes de água não convencionais para fins não potáveis nas instalações de um Clube Comercial. Nesse sentido, será verificada a viabilidade de captação e acumulação da água de chuva.

ABSTRACT– Water is essential for the development of any activity and therefore should be considered a strategic resource and its use must be done efficiently. The increasingly efficient use of available water translates into optimizing the use of this resource without undermining the intended objectives in terms of vital needs, quality of life and socioeconomic development. One of the ways to optimize water use and reduce drinking water consumption is by harnessing rainwater. The viability of the use of rainwater in buildings is characterized by a decrease in the demand for water supplied by the concessionaires, with a direct consequence of reducing drinking water costs and, indirectly, reducing flood risks, since it reduces volume of water released into the drainage system. This study aims to evaluate the possibility of using unconventional water sources for non-potable purposes in a Commercial Club. In this sense, the feasibility of rainfall collection and accumulation was verified.

Palavras-Chave – Aproveitamento de água da chuva, viabilidade técnica do uso da água da chuva, otimização do uso da água.

1) AquaFluxus, Rua Paulo Emídio Barbosa, 485, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, (21) 3733-1807; caroline@aquaflexus.com.br

2) AquaFluxus, Rua Paulo Emídio Barbosa, 485, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, (21) 3733-1807; omrezende@aquaflexus.com.br

3) AquaFluxus, Rua Paulo Emídio Barbosa, 485, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, (21) 3733-1807; matheus@aquaflexus.com.br

4) AquaFluxus, Rua Paulo Emídio Barbosa, 485, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, (21) 3733-1807; luiza@aquaflexus.com.br

5) FAU/UFRJ, Avenida Pedro Calmon, 550 - Cidade Universitária, Rio de Janeiro, (21) 3938-1661; alinevero1@fau.ufrj.br

INTRODUÇÃO

A conservação da água no meio urbano é uma das questões em maior evidência na atualidade. De um lado, com o aumento da urbanização, há a promoção de aumento na magnitude, no tempo de permanência e na frequência das cheias. De outro, há a crescente demanda por esse recurso, exigindo maior quantidade de água bruta disponível para atender aos usos requeridos (Tomaz, 2011).

A água é essencial para o desenvolvimento de qualquer atividade e, portanto, deve ser considerada um recurso estratégico e seu uso deve ser feito de forma eficiente (Mierzwa e Hespanhol, 2005). O uso cada vez mais eficiente da água disponível traduz-se em otimizar a utilização desse recurso sem prejudicar os objetivos pretendidos ao nível das necessidades vitais, da qualidade de vida e do desenvolvimento socioeconômico (Mancuso e dos Santos, 2003). Em outras palavras, pretende-se utilizar menos água para alcançar os mesmos objetivos. Um esforço no aumento da eficiência deste recurso traz, como consequência evidente, uma redução do consumo e também economias financeiras.

Uma das maneiras de otimizar o uso da água e reduzir o consumo de água potável é com o aproveitamento da água da chuva. A viabilidade do uso de água da chuva em edificações é caracterizada pela diminuição da demanda de água fornecida pelas concessionárias, tendo como consequência direta, a diminuição de gastos com água potável e, indireta, a redução dos riscos de inundação, uma vez que reduz o volume de água lançado no sistema de drenagem. A redução do consumo de água tratada, proveniente do sistema de abastecimento público, possibilita, também, gerar um impacto positivo sobre a demanda por projetos ambientalmente sustentáveis, permitindo o uso mais racional da água tratada para fins mais nobres, como o consumo humano e atividades de contato primário. A água proveniente de um sistema de aproveitamento de água da chuva pode ser utilizada na lavagem de vasos sanitários, sistemas de ar-condicionado e de controle de incêndio, lavagem de veículos e pisos e irrigação de jardins.

Esse estudo tem como objetivo avaliar a possibilidade de uso de fontes de água não convencionais para fins não potáveis nas instalações de um Clube Comercial. Nesse sentido, será verificada a viabilidade de captação e acumulação da água de chuva. Dentre os benefícios promovidos por essa ação, destaca-se também a redução no consumo da água de abastecimento público, com impacto direto no valor pago mensalmente à concessionária, além dos ganhos ambientais decorrentes.

ÁREA DE ESTUDO

O Clube Comercial, com área aproximada de 6.250m², é composto por uma piscina de adulto e uma de criança, quadras poliesportivas, salão de jogos, pista de corrida, academia e churrasqueira, como apresentado na Figura 1. Na parte frontal do Clube e no entorno e centro da pista de corrida existem 638m² de área de jardins, que são irrigados todos os dias, exceto os dias de chuva. O Clube apresenta um consumo significativo de água potável para fins não nobres e área de cobertura capaz de suprir essas demandas. Essas características demonstram alto potencial de viabilidade técnica e econômica para o aproveitamento da água da chuva.

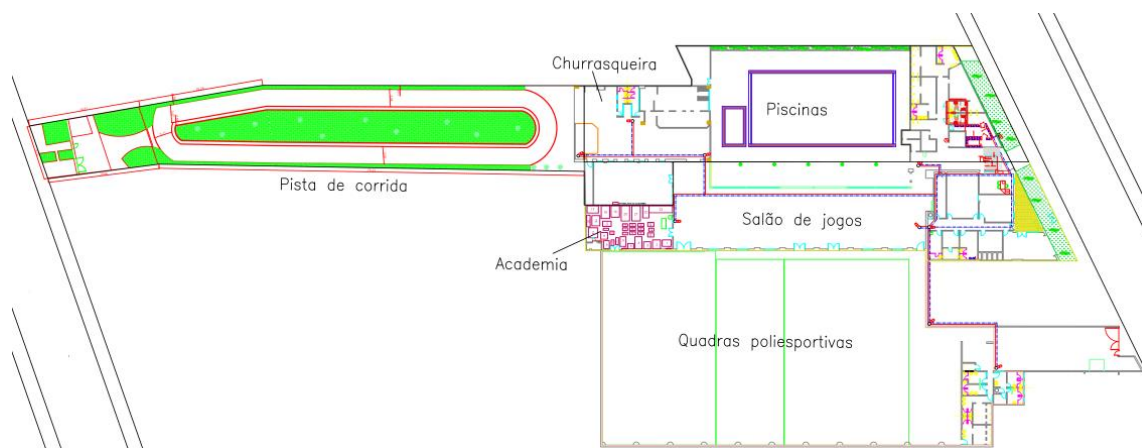


Figura 1 – Planta baixa do Clube comercial.

METODOLOGIA

O estudo foi dividido em três etapas, sendo a primeira um estudo hidrológico para a caracterização do regime de chuvas com o objetivo de levantar a disponibilidade hídrica na região. Posteriormente, foi realizado o estudo de viabilidade técnica da implementação desse sistema, considerando as demandas atuais da edificação e os usos não nobres. e, por fim, o dimensionamento do sistema de captação e aproveitamento da água de chuva. Foram propostos três cenários de aproveitamento das águas pluviais captadas, de acordo com a demanda, o regime de chuvas e a área de captação. Cada um dos cenários propostos demanda um determinado volume de reservatório capaz de suprir, em parte, a demanda estimada.

Estudos Hidrológicos para Avaliação da Disponibilidade Hídrica

A metodologia adotada utiliza dados de séries históricas de chuva de posto pluviométrico próximo à região em estudo. A escolha foi definida de acordo com a localização, muito próxima à área de estudo e à série histórica disponível. Foi considerado o posto pluviométrico Tijuca nº4, integrante do Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro. As chuvas médias mensais históricas e as chuvas diárias para todo o período de dados estão apresentadas na Figura 2.

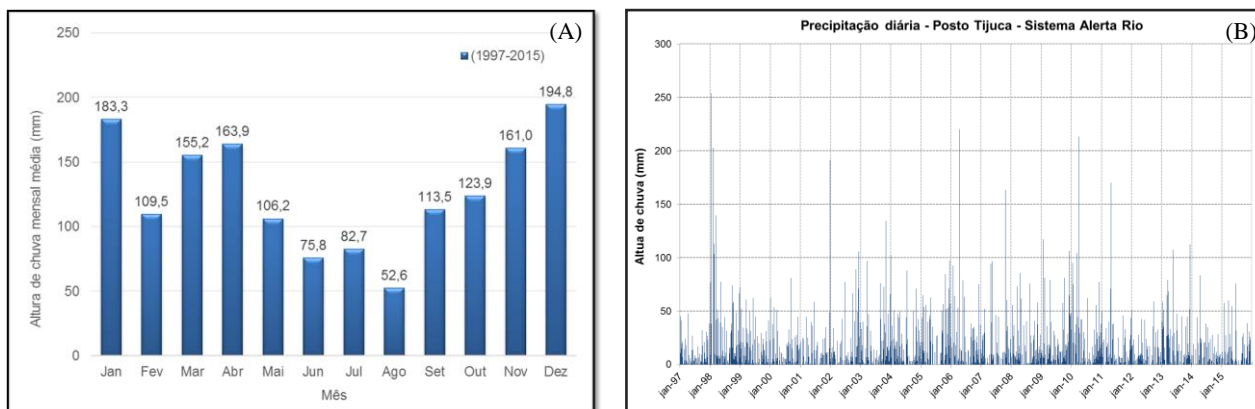


Figura 2 – Alturas de chuva mensais médias (A) e alturas de chuva diária (B) para a série histórica do Posto Tijuca nº4.

Foi feita uma análise dos dias secos da série histórica de chuva, onde foram contabilizados os períodos sem chuva de cada ano da série. Os maiores períodos foram considerados importantes para o estudo de aproveitamento de água da chuva e estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Maiores períodos de dias sem chuva por ano de dados da série.

Ano	Maior período de dias secos consecutivos	Ano	Maior período de dias secos consecutivos
1997	13	2007	21
1998	15	2008	18
1999	23	2009	11
2000	18	2010	18
2001	25	2011	21
2002	27	2012	22
2003	19	2013	17
2004	23	2014	30
2005	24	2015	20
2006	25		

Viabilidade Técnica do Aproveitamento da Água da Chuva

A avaliação técnica do sistema de aproveitamento de água de chuva, no Clube Comercial, foi realizada por meio da aplicação dos métodos da Curva de Massa e da Simulação. O primeiro tem por objetivo estimar o volume máximo do reservatório, para cobrir o maior período de déficit entre a oferta e a demanda de água.

A oferta de água disponível está relacionada com o regime pluviométrico característico da região. Usualmente, quando não estão disponíveis informações diárias, a avaliação pode ser realizada com uso dos dados acumulados mensais médios. Porém, o uso da média não confere ao resultado um

bom nível de confiança, sendo indicado apenas para estimativas iniciais. Para reduzir a incerteza e aumentar a confiança, os estudos podem ser conduzidos com uso de séries sintéticas representativas de anos secos. Dessa forma, o reservatório será dimensionado para períodos mais críticos de estiagem.

Usualmente, são utilizados três valores de confiança para definição da série sintética, de acordo com os percentis de 95%, 85% e 75%. Tais valores se referem à frequência em que uma determinada chuva é superada em uma série, ou seja, para um percentil de 85%, apenas 15% dos valores da série estarão abaixo do valor de referência utilizado. A definição da série sintética com uso dos percentis, para estabelecer a priori o nível de confiança da avaliação, tem por objetivo dimensionar o reservatório levando em consideração períodos extremamente críticos. Uma desvantagem do seu uso é, em muitos casos, resultar em reservatórios muito grandes, inviabilizando a sua implantação. A Figura 3 apresenta as séries sintéticas geradas a partir da série histórica disponível, considerando a média mensal e os percentis de 95%, 85% e 75%.

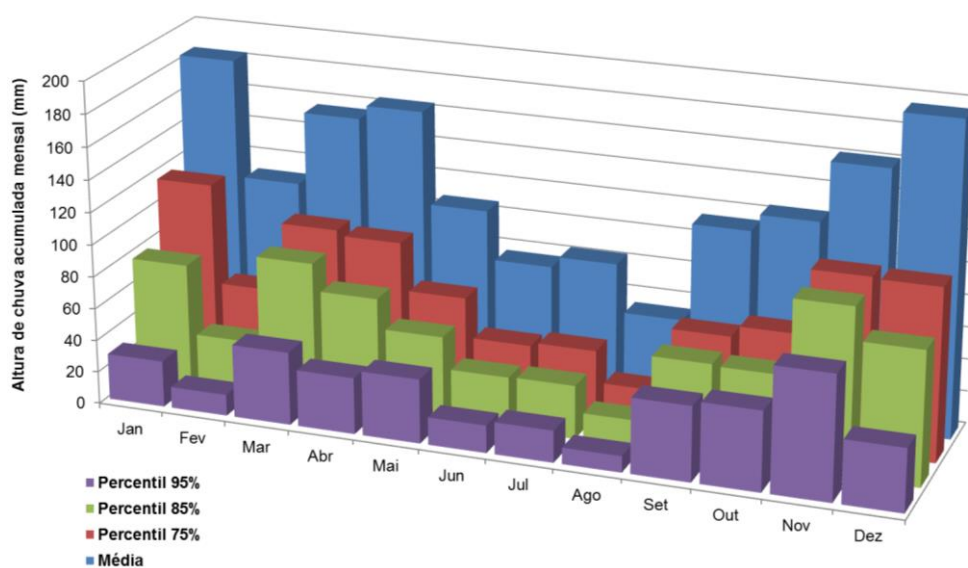


Figura 3 - Séries sintéticas de alturas de chuva acumuladas mensais.

Para uma melhor análise de oferta e demanda, utilizada para o balanço hídrico do empreendimento, é indicado uso de séries diárias. O avanço das ferramentas computacionais viabilizou o trabalho com grandes números de informações, sendo possível realizar a análise de oferta diária de água de chuva durante toda a série histórica disponível, com uso de planilhas eletrônicas. A utilização de dados diários confere maior confiança no resultado, por meio do balanço hídrico entre o consumo do empreendimento e a captação da água de chuva, dia a dia. Analogamente ao método com acumulados mensais, podem ser geradas séries sintéticas diárias, com distintos níveis de

confiança, a partir da série histórica disponível. Assim, é realizado o balanço hídrico considerando chuvas diárias em um ano fictício.

O presente estudo utilizou toda a série histórica existente, aplicando os métodos para dimensionamento de reservatório de aproveitamento de águas pluviais ao longo de todos os dias entre 02 de fevereiro de 1997 e 31 de dezembro de 2015. Essa abordagem permite considerar, no processo de dimensionamento do reservatório, períodos críticos de estiagem ocorridos na região.

Uma vez definida a série hidrológica a ser utilizada na estimativa de oferta de água de chuva, para avaliação do potencial de seu aproveitamento, devem ser indicadas as áreas disponíveis para captação da água pluvial precipitada. Em grande parte dos projetos de aproveitamento de águas pluviais, são utilizadas coberturas dos empreendimentos para captação da água que se pretende consumir. Essa configuração de projeto tem por objetivo evitar a necessidade de tratamentos de água mais sofisticados, nos casos em que são captadas águas de pisos, onde há uma possibilidade de contaminação por um maior número de poluentes. O Clube possui uma área de captação de água da chuva significativa de mais de 2.000m², como mostra a Figura 4.

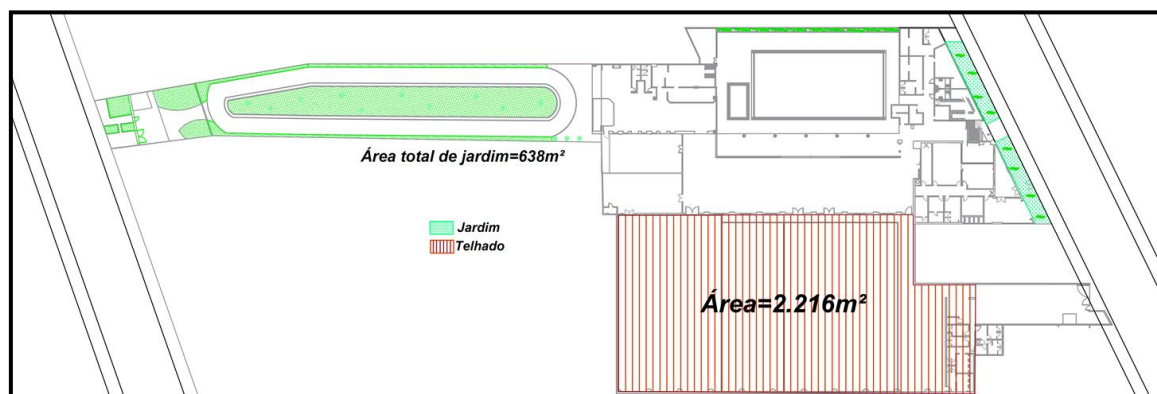


Figura 4 - Áreas de telhado e de jardim no Clube.

Cenários das demandas a serem supridas pelo aproveitamento da água da chuva

Considerando os usos propostos para a água pluvial pela NBR 15.527/2007 e pela Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU nº001 de 27 de janeiro de 2005, e os possíveis usos aplicáveis ao Clube, será considerado seu aproveitamento para:

- Irrigação das áreas de jardim;
- Lavagem de pisos;
- Bacias sanitárias.

Foram definidos três cenários para o aproveitamento da água da chuva no Clube, conforme mostra a Tabela 2. Esses cenários levaram em consideração os usos não potáveis, o histórico de

chuvas e a área de captação disponível. O consumo previsto para cada uso considerado nos cenários está apresentado na Tabela 3. Para o consumo das descargas sanitárias no Clube foram utilizadas três taxas considerando os seus frequentadores, sendo uma para funcionários, uma para visitantes e uma para os alunos de um projeto social. Para o uso de funcionários considerou-se a taxa de 70% de todo o consumo previsto, segundo estudo de Hastenreiter (2013); para os visitantes foi considerada a taxa de 22%, segundo estudos realizados por Hafner (2007), semelhante ao uso em residências; e para os alunos foi considerada a taxa de 45% encontrada Marinosky (2007).

Tabela 2 - Cenários para o aproveitamento da água de chuva no Clube.

Cenário	Descrição
1	Todas as descargas sanitárias + irrigação de jardim + lavagem de pisos
2	Descargas dos sanitários do lado da piscina e churrasqueira + rega de jardim + lavagem de piso
3	Irrigação dos jardins + lavagem do piso

Tabela 3 - Previsão da demanda de uso de água não potável para o Clube ARFAB, considerando os cenários definidos.

Uso definido	Consumo (m ³ /mês)
Uso de bacias sanitárias por funcionários, visitantes e alunos (70%, 22% e 45% do consumo previsto, respectivamente)	225,51
Irrigação de jardim	28,70
Lavagem do piso geral	6,88
Lavagem do piso da quadra	8,39
Lavagem do piso da piscina	3,97

Dimensionamento dos reservatórios

A metodologia adotada para dimensionamento dos reservatórios necessários para aproveitamento da água de chuva no Clube utiliza dois métodos associados: o método de *Rippl* e o método da Simulação. O método de *Rippl* é o mais utilizado para estimativa de volumes em reservatórios de aproveitamento de águas pluviais. A sua utilização é indicada para estimativa inicial do volume máximo necessário para o reservatório. A partir desse primeiro volume estimado é aplicado o método da Simulação, que permitirá ao projetista realizar uma série de análises do funcionamento do sistema de aproveitamento, como eficiência, confiança e economia de água esperada. Observando tais resultados, é possível variar o volume do reservatório para otimizar sua implantação.

Foi elaborada uma planilha eletrônica para aplicação dos métodos em conjunto, possibilitando a avaliação de indicadores de operação do sistema de aproveitamento das águas pluviais pretendido, de acordo com o volume de reservatório adotado, a área de captação da água de chuva e o regime

hidrológico. A aplicação da planilha, em uma série histórica de precipitações diárias, resulta nos seguintes indicadores:

- Confiança à relação entre o número de dias em que não há necessidade de suprimento de água por outra fonte que não a água de chuva captada no telhado e o número de dias total da série. Indica, indiretamente, a probabilidade de dias em que haverá compra de água da concessionária. Para uma confiança de 80%, haverá a probabilidade de uso do serviço público de abastecimento em 20% dos dias.
- Eficiência – relação entre o volume de água de chuva não utilizado pelo sistema e o volume de água de chuva captado no telhado. Quanto menor esse número, maior será o volume de água com potencial de uso não aproveitado.
- Economia – volume total de água de chuva aproveitado no empreendimento em toda a série histórica.
- Economia anual – volume médio mensal de água de chuva aproveitado no empreendimento. Resulta do volume total de água aproveitada durante toda a série histórica, dividido pelo número de anos da série.
- Economia na fatura – valor médio em reais de economia mensal, resultante da não compra de água economizada pelo aproveitamento da água de chuva.

O resultado final indicará as o volume do reservatório necessário para suprir a demanda, com a menor taxa de falha possível.

RESULTADOS

Os valores resultantes da aplicação da metodologia descrita ao Clube estão apresentados na Tabela 4. O funcionamento do sistema em cada cenário pode ser visualmente observado no gráfico da Figura 5. As linhas horizontais mostram as demandas do Clube consideradas em cada cenário e as barras verticais indicam a necessidade de suprimento de água de fonte externa, ou seja, indica a falha do sistema de aproveitamento de água de chuva. Pode ser observado que quanto menor a demanda, menor será o número de falha, porém, também será reduzida a economia final de água.

A escolha do melhor cenário deverá ser realizada em processo de tomada de decisão avaliando, além dos resultados apresentados no presente estudo, a capacidade e predisposição de investimento inicial.

Tabela 4 - Resultado do processo de dimensionamento dos reservatórios de aproveitamento da água de chuva.

Edificação	Cenários	Demanda diária	Volume do reservatório	Confiança	Eficiência	Economia de água	Economia de água média anual	Economia na fatura mensal esperada
		(m ³ /dia)	(m ³)	(%)	(%)	(m ³)	(m ³)	(R\$)
CLUBE	C1	9,12	568,18	72,40%	94,41%	47.927	2.522	R\$ 3.319,18
	C2	4,65	165,04	93,06%	60,08%	30.500	1.605	R\$ 2.112,28
	C3	1,60	55,23	99,87%	21,95%	11.142	586	R\$ 771,67

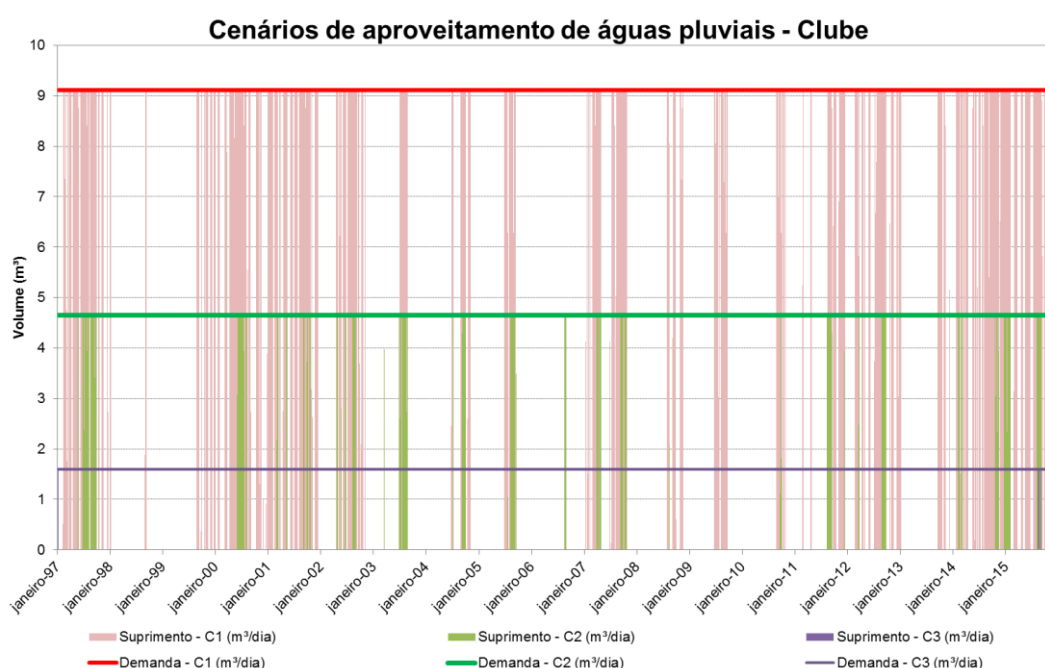


Figura 5 - Balanço hídrico do funcionamento do reservatório de aproveitamento da água de chuva para o Clube em diferentes cenários de demanda.

CONCLUSÕES

O aproveitamento de água de chuva proporciona economia no consumo da água, reduzindo o valor da conta de água, e torna as edificações mais sustentáveis. Além disso, nas regiões que sofrem com os prejuízos provocados pelas chuvas, o armazenamento das águas pluviais estaria contribuindo também para reduzir o volume de água escoado. Com isso, haveria uma contribuição para a mitigação das cheias urbanas.

A metodologia aplicada, que associa o método de *Rippl* e o método da Simulação, possibilitou otimizar o reservatório e observar qual cenário apresentará menor falha, buscando uma melhor

relação entre o volume do reservatório para armazenagem da água de chuva e a economia de água consumida do sistema público de abastecimento.

Também é importante avaliar a viabilidade econômica do sistema., verificando a economia mensal e o valor do investimento necessário para a implementação do sistema. No caso do empreendimento analisado a economia potencial de água gerada pelo sistema de aproveitamento de águas pluviais resulta em uma redução de até R\$3.319,18 por mês, que representa mais de 20% da fatura média de conta de água do Clube.

O sistema de aproveitamento de água de chuva se mostra muito vantajoso para grandes consumidores de água, como indústrias e grandes estabelecimentos comerciais, lembrando que é crucial a existência de boas áreas de captação, como telhados e coberturas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15257: *Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis* - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007. 12 p.

CREDER, H. *Instalações Hidráulicas e Sanitárias*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

HAFNER, A. V. *Conservação e reuso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais*. Rio de Janeiro, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programas de Pós-Graduação de Engenharia, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

HASTENREITER, T. A. *Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica de Implantação de um Projeto de Reuso de Água Cinza para Fim Não Potável em Edificação Empresarial*. Vitória, 2013. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo.

MANCUSO, P.C.S.; DOS SANTOS, H.F. *Reuso de água*. Editora Manole Ltda, 2003.

MARINOSKI, A. K. *Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis-SC*. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. *Água na indústria: uso racional e reuso*. Oficina de Textos, 2005.

RIO DE JANEIRO (Município). *Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU nº 001 de 27 de janeiro 2005*. Disciplina os procedimentos a serem observados no âmbito dessas secretarias para o cumprimento do Decreto nº 23940 de 30 de janeiro de 2004.

TOMAZ, P. *Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis*. São Paulo: Navegar, 2011.