

## **XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE**

### **Estudo da viabilidade econômica do aproveitamento de água de chuva em condomínio do Programa Minha Casa Minha Vida na cidade do Rio de Janeiro**

*Diego Sebastian Carvalho de Souza*<sup>1</sup>; *Celso Romanel*<sup>2</sup> & *Ricardo de Freitas Cabral*<sup>3</sup>

**RESUMO** – A pesquisa analisa a viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva em um condomínio do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). O estudo de caso foi realizado no condomínio Park Riviera da Costa, no bairro de Campo Grande na cidade do Rio de Janeiro. Nesse trabalho, considerou-se um volume médio de água de chuva suficiente para atender as demandas de limpeza de áreas comuns, rega de jardins e abastecimento de água do sistema de incêndio existente. Para quantificar a viabilidade econômica da implementação foram utilizados vários indicadores como o valor presente (VP), o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), o índice de lucratividade (IL) e o *payback* simples. Apesar das vantagens econômicas e ambientais observadas com a implementação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, a Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro isentou os condomínios do PCMMV dessa obrigatoriedade por meio do equivocado Decreto Municipal N° 26168/06.

**Palavras-Chave** – Aproveitamento de água de chuva; viabilidade econômica; sustentabilidade

**ABSTRACT** – This research studies the economic feasibility of implementing a system for rainwater harvesting in a condominium of the Minha Casa Minha Vida Program. The case study was carried out in the Park Riviera da Costa condominium, in the neighborhood of Campo Grande in the city of Rio de Janeiro. In this work, an average volume of rainwater was considered sufficient to meet the demands of cleaning common areas, watering gardens and water supply to the existing fire system. To quantify the economic viability of the implementation, several indicators were used, such as the present value, the net present value, the internal rate of return, the profitability index and the simple payback. Despite the economic and environmental advantages observed with the implementation of rainwater recovery systems, the City of Rio de Janeiro exempted the PCMMV condominiums from this obligation by means of the mistaken Municipal Decree No. 2616 / 06.

**Key words** – Rainwater harvesting; economic feasibility; sustainability

<sup>1</sup>) Mestrado Profissional em Engenharia Urbana e Ambiental, PUC-Rio, [diego.meioambiente@hotmail.com](mailto:diego.meioambiente@hotmail.com)

<sup>2</sup>) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, PUC-Rio, [romanel@puc-rio.br](mailto:romanel@puc-rio.br)

<sup>3</sup>) Departamento Engenharia Mecânica, UGB-FER, [ricfisic@gmail.com](mailto:ricfisic@gmail.com)

## 1 - INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial previsto pela ONU - Organização das Nações Unidas (2018) é de cerca de 20% a 30% até 2050. Este forte aumento afetará significativamente a demanda por água potável, inclusive no Brasil. A implantação de sistemas de aproveitamento de água da chuva pode diminuir o impacto sobre mananciais e reduzir a utilização de água tratada que possui um custo maior de produção e distribuição.

A prefeitura da cidade do Rio de Janeiro promulgou com o Decreto Municipal N° 23.940 (Rio de Janeiro, 2004) uma legislação pioneira no Brasil, tornando obrigatório reservar a água de chuva nas novas edificações multifamiliares com telhado ou pavimento com área superior a 500 m<sup>2</sup> ou empreendimento com mais de cinquenta unidades habitacionais. Porém, por meio do Decreto Municipal N° 26168 (Rio de Janeiro, 2006) as edificações do PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida foram isentas da obrigatoriedade da construção de reservatórios de retardo, dispensando a captação e a retenção de águas pluviais.

Uma grande quantidade de unidades habitacionais foi e vem sendo construída na cidade no âmbito do PMCMV sem sistemas de aproveitamento de água da chuva, dentre os quais o condomínio Park Riviera da Costa, no bairro de Campo Grande (Figura 1), aqui considerado como estudo de caso. O objetivo principal foi analisar a viabilidade econômica do aproveitamento de água de chuva em condomínios PMCMV, atualmente construídos sem a previsão desses sistemas, na tentativa de divulgar e estimular o reuso de águas pluviais nos condomínios já existentes e reparar o equívoco da política municipal em relação ao tema, introduzido pelo Decreto Municipal n° 26168/06.

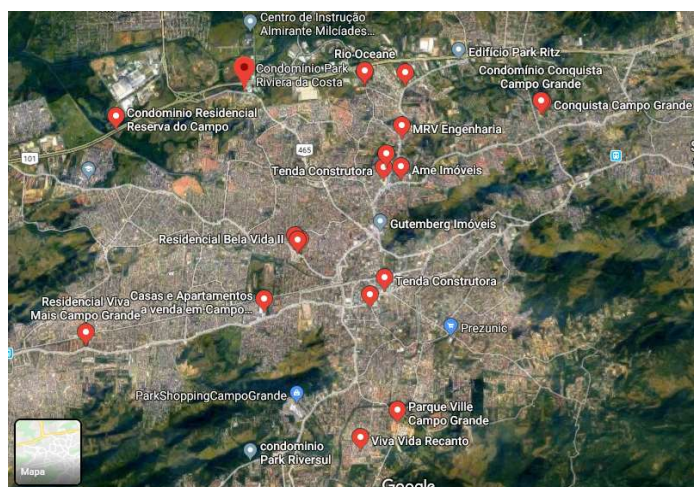


Figura 1– Empreendimentos PMCMV no bairro de Campo Grande.  
Fonte: <https://www.google.com/maps>. Acesso, 15/07/2020.

## 2 – INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Segundo DIJK et al. (2020) muitas cidades são atualmente confrontadas com escassez de água e inundações urbanas, mas, apesar disso, continuam utilizando infraestrutura de água centralizada, num modelo que se revela inadequado para as mudanças climáticas que se anunciam. O aproveitamento racional de água de chuva reduz a necessidade de utilização de água potável e, conseqüentemente, o impacto no pagamento pelo consumo.

Para Tomaz (2011), a análise da viabilidade econômica de um projeto de aproveitamento de água de chuva deve priorizar a redução da demanda de água tratada e assim economizar recursos para os consumidores. Para obter esses resultados, faz-se necessário uma simulação financeira, comparando os valores estimados de redução futura do consumo de água e os valores pagos no presente momento.

De acordo com Gomez e Teixeira (2017), os subsídios das tarifas visam a manutenção do sistema de abastecimento para todas as classes da população, refletido no valor da tarifa de água. Com isso, as companhias garantem a expansão do sistema de abastecimento de água, mas por outro lado, tornam o sistema de aproveitamento de águas pluviais menos atraente.

Nesta pesquisa, o impacto da redução do consumo e a viabilidade econômica da implantação do sistema foram mensurados com os seguintes indicadores: IR (impacto de redução do consumo), B (fluxo de benefício), VP (valor presente), VPL (valor presente líquido), TIR (taxa interna de retorno), *Payback* Simples e IL (índice de lucratividade).

$$IR = \frac{ICAP - ICDP}{ICAP} \times 100 \quad (1)$$

onde IR é o impacto do consumo de água por agente consumidor, ICAP representa o indicador de consumo antes da intervenção e ICDP o indicador de consumo depois da intervenção (SINDUSCON, 2005).

$$B = C_1 - C_2 \quad (2)$$

onde B denota o benefício,  $C_1$  é o valor médio da conta de água antes da intervenção e  $C_2$  representa o valor esperado da conta de água após a intervenção (SINDUSCON, 2005).

$$VPL = FC_1(1+i)^1 + FC_2(1+i)^2 + FC_3(1+i)^3 - FC_0 \quad (3)$$

onde VPL é o valor presente líquido,  $FC_0$  representa o fluxo de caixa no momento inicial,  $FC_t$  é o fluxo de caixa previsto em cada intervalo de tempo subsequente ( $t = 1, 2, 3, \dots$ ) e  $i$  denota a taxa de desconto (REGO, 2013).

$$VP = FC_1(1+i)^1 + FC_2(1+i)^2 + FC_3(1+i)^3 \quad (4)$$

onde VP é o valor presente (REGO, 2013).

$$VPL = 0 = \text{investimento inicial} + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} \quad (5)$$

onde F representa o fluxo de caixa de cada período de tempo  $t$ , sendo  $n$  a quantidade de períodos e TIR a taxa interna de retorno (REGO, 2013).

O *Payback* simples, ou tempo de retorno do investimento, é calculado de maneira direta, considerando o número de meses ou anos necessários para recuperar o investimento feito (REGO, 2013).

$$\text{Payback simples} = (\text{Dispêndio Inicial}) / (\text{Caixa Livre}) \quad (6)$$

O índice de lucratividade do empreendimento IL é descrito por (REGO, 2013):

$$\text{Índice de Lucratividade} = VP / I \quad (7)$$

onde VP é o valor presente e I representa o valor total do investimento.

### 3 - ESTUDO DE CASO

O condomínio Park Riviera da Costa possui uma população de 872 pessoas distribuídas em 218 apartamentos. A área total de telhado é 1970,92 m<sup>2</sup> e o índice pluviométrico estimado de 1057 mm/ano são suficientes para atender a reserva técnica de incêndio de 36 m<sup>3</sup> de água, como também a rega de jardins e a limpeza de áreas comuns das edificações. O sistema de aproveitamento de água pluvial deverá garantir um volume de água mensal de 130 m<sup>3</sup>, não considerando a demanda de vasos sanitários (659 m<sup>3</sup>/mês).

O valor orçado para construção do sistema de aproveitamento de água foi de R\$ 192.962,25, de acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2019), com tempo estimado de execução de 3 meses. A pesquisa utilizou um prazo de 30 anos como referência para o fluxo de caixa.

A empresa Zona Oeste Mais é a responsável pela cobrança do fornecimento de água realizado pela empresa pública estadual Nova CEDAE. O pagamento mensal é obtido multiplicando-se o valor consumido de água pela tarifa de R\$ 3,99 / m<sup>3</sup> e do esgoto pela tarifa R\$ 3,129 / m<sup>3</sup>. O índice usado para reajuste da tarifa de água e esgoto é o IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo.

Foi então possível calcular em R\$ 924,42 o benefício mensal da implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais no condomínio já no primeiro ano, conforme Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1 - Fluxo de Benefício (B)**

C1 – Valor médio da conta de água antes da intervenção	R\$	25.577,91
C2 – Valor esperado da conta de água após a intervenção	R\$	24.653,49
Benefício Mês		924,42
Benefício Ano		11.093,00

**Tabela 2 - Impacto de Redução de Água (IR)**

ICAP - Indicador de consumo antes da intervenção	4,10
ICDP - Indicador de consumo depois da intervenção	4,0
IR – Impacto de Redução de Água (%)	3,6

A viabilidade econômica expressa pelo indicador VP (Equação 4) ocorre quando o resultado é positivo. Em projetos de longa duração existe a possibilidade de o fluxo de caixa apresentar resultados negativos durante certo tempo, devido à variabilidade da taxa (i) ou por maior desembolso em determinada fase da implantação do empreendimento. É necessária uma avaliação ampla ao final do período para verificar se o desempenho econômico foi favorável com recuperação do investimento.

Das análises com o indicador VP, as estimativas de custos e receitas foram transformadas em um valor equivalente de R\$ 207.220,29, tendo como referência a data atual, e superior ao valor atual do projeto de R\$ 192.962,25.

Com relação ao indicador IL (Equação 7), obtido pela divisão entre o indicador VP e o investimento, resultou no valor 1,07, superior a 1 e demonstrando a lucratividade do projeto (Tabela 3).

O indicador mais relevante é o VPL (Equação 3) e na falta de dados, ou resultados inconsistentes entre indicadores, o VPL deve ser preponderante para uma tomada de decisão. A associação do indicador VPL (R\$ 14.258,04), e os resultados de VP e IL são importantes na análise geral (Tabela 3), pois reforçam a viabilidade econômica na implantação do sistema. Para Amos et al. (2016), o VPL deve ser comparado também com o fluxo de custos e benefícios de um projeto / investimento, onde os fluxos são descontados para obter a equivalência líquida.

O cálculo da TIR (Equação 5) representa uma taxa composta de retorno anual, cujo resultado foi obtido como 7%. Quando este for superior à inflação prevista (5% anual), confirma a viabilidade econômica do sistema.

O *Payback* simples (Equação 6) consiste na estimativa de tempo de retorno do investimento. Por meio desse indicador, verificou-se no estudo de caso, que o investimento de R\$ 192.962,25 pode ser totalmente amortizado em 14,5 anos, tempo razoável para um financiamento com prazo médio de 30 anos.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos com os diversos indicadores de viabilidade econômica utilizados para implementação do sistema de aproveitamento de águas pluviais no condomínio Park Riviera da Costa.

## 4 - CONCLUSÃO

A presente pesquisa comprovou a viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva no condomínio Park Riviera da Costa, construído dentro do Programa Minha Casa Minha Vida, na cidade do Rio de Janeiro. Todos os indicadores econômicos apresentaram resultados positivos: VPL (R\$ 14.258,04), VP (R\$ 207.220,29), IL (1,07) com taxa TIR (7%) superior à inflação anual estimada (5%).

**Tabela 3 - Indicadores de Viabilidade Econômica**

Ano	Fluxo de Caixa	Valor acumulado
0	R\$-192.962,25	R\$-192.962,25
1	R\$ 8.320,24	R\$-184.642,01

2	R\$ 11.410,38	R\$-173.231,63
3	R\$ 11.736,14	R\$-161.495,49
4	R\$ 12.071,21	R\$-149.424,28
5	R\$ 12.415,84	R\$-137.008,44
6	R\$ 12.770,31	R\$-124.238,13
7	R\$ 13.134,91	R\$-111.103,22
8	R\$ 13.509,91	R\$ -97.593,31
9	R\$ 13.895,62	R\$ -83.697,70
10	R\$ 14.292,34	R\$ -69.405,36
11	R\$ 14.700,38	R\$ -54.704,98
12	R\$ 15.120,08	R\$ -39.584,90
13	R\$ 15.551,76	R\$ -24.033,14
14	R\$ 15.995,76	R\$ -8.037,39
15	R\$ 16.452,44	R\$ 8.415,05
16	R\$ 16.922,15	R\$ 25.337,21
17	R\$ 17.405,28	R\$ 42.742,49
18	R\$ 17.902,20	R\$ 60.644,69
19	R\$ 18.413,31	R\$ 79.058,00
20	R\$ 18.939,01	R\$ 97.997,02
21	R\$ 19.479,72	R\$ 117.476,74
22	R\$ 20.035,87	R\$ 137.512,60
23	R\$ 20.607,89	R\$ 158.120,49
24	R\$ 21.196,25	R\$ 179.316,74
25	R\$ 21.801,40	R\$ 201.118,13
26	R\$ 22.423,83	R\$ 223.541,96
27	R\$ 23.064,03	R\$ 246.605,99
28	R\$ 23.722,51	R\$ 270.328,50
29	R\$ 24.399,78	R\$ 294.728,28
30	R\$ 25.096,40	R\$ 319.824,68
VPL	R\$	14.258,04
TIR		7%
IL		1,07
VP	R\$	207.220,29
Payback		14,5 anos

O *Payback* simples calculado foi de 14,5 anos, com o retorno total do investimento de R\$ 192.962,25 ocorrendo em menos da metade do tempo médio do financiamento de 30 anos.

O sistema de aproveitamento de água da chuva produziria uma redução do consumo de água potável em 3,6%, com diminuição na conta de água e esgoto em aproximadamente R\$ 924,42 mensais. Essa redução do valor da água pode ser ainda maior no futuro, dependendo dos reajustes das tarifas praticados pela concessionária de serviços de água e esgoto.

Os resultados desta pesquisa também indicam a política equivocada por parte da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro que pelo Decreto 26.168/2006 conferiu isenção aos empreendimentos do

PMCMV da obrigatoriedade do aproveitamento de águas pluviais. A tendência desta isenção, que em um primeiro momento pode ser vista como benéfica, é prejudicar a gestão de recursos hídricos da cidade, incrementar as contas de água dos condomínios além de contribuir para o aumento do risco de enchentes urbanas.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR. 15527 - *Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas Para Fins Não Potáveis - Requisitos*. Rio de Janeiro, 2019 (Norma Revisada)

AMOS. Caleb Christian. RAHMAN. Aatur. GATHENYA. John Mwangi. *Economic Analysis and Feasibility of Rainwater Harvesting Systems in Urban and Peri-Urban Environments: A Review of the Global Situation with a Special Focus on Australia and Kenya*. MD. 2016

DIJK, Sjonvan; LOUNSBURY, A. W; HOEKSTRA, A. e WANG, R. *Strategic design and finance of rainwater harvesting to cost-effectively meet large-scale urban water infrastructure needs*. Water Research, v. 184, 2020

GOMEZ. Yapur Dumit. TEIXEIRA. Luiza Girard. *Residential rainwater harvesting: Effects of incentive policies and water consumption over economic feasibility*. Resources, Conservation & Recycling, 2017.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. <https://nacoesunidas.org/acao/agua/>. Acesso, 2018.

REGO. Ricardo Bordeaux. *Viabilidade Econômica- Financeira de Projetos*. FGV Editora. 2013.

RIO DE JANEIRO. Prefeitura Municipal. *Decreto N° 23.940 – Torna obrigatório, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem*. Rio de Janeiro, 2004

RIO de JANEIRO. Prefeitura Municipal. *Decreto N° 26.168 – Isenta da obrigatoriedade da adoção dos reservatórios previstos no Decreto N.º 23.940 de 30 de janeiro de 2004 os empreendimentos habitacionais beneficiados pela Lei Complementar N.º 40*. Rio de Janeiro, 2006

SIDUSCON. *Conservação e reuso de água em edificações*. 2005

TOMAZ. Plínio. *Água de chuva: aproveitamento de água da chuva para áreas urbanas e fins não potáveis*. Livros digitais. 2011. <http://www.pliniotomaz.com.br/livros-digitais/>. Acesso, 15/12/2018.