DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES COMO ESTRATÉGIA SUSTENTÁVEL: POTENCIAL DE REDUÇÃO DO CONSUMO E ANÁLISE DO RETORNO DO INVESTIMENTO EM AMBIENTE URBANO CONSOLIDADO

WATER-SAVING FITTINGS AS A SUSTAINABLE STRATEGY: POTENTIAL FOR REDUCING CONSUMPTION AND RETURN ON INVESTIMENT ANALISYS WITHIN ESTABLISHED URBAN ENVIRONMENT

Celí Kiyomi Okumura [1]; Aline Pires Veról [2]

[1]Mestre em Arquitetura | celi.okumura@fau.ufrj.br | PROARQ-FAU-UFRJ | Rio de Janeiro, Brasil;
[2]Doutora em Engenharia Civil | alineverol@fau.ufrj.br | FAU-UFRJ | Rio de Janeiro, Brasil

Resumo:
O uso racional da água nas edificações tem sido objeto de estudos para mitigar a crescente demanda por esse recurso. Assim, este artigo tem como objetivo avaliar o potencial de redução do consumo com o uso de dispositivos economizadores e o tempo de retorno do investimento em um ambiente urbano consolidado: a Sub-bacia do Rio Trapicheiros no Município do Rio de Janeiro. Para tanto, adota como método: calcular o consumo de um domicílio; definir o percentual de uso por área e de redução por dispositivo economizador; estimar o potencial de redução para a Sub-bacia; calcular a nova tarifa residencial e o custo do investimento; avaliar o tempo de retorno e a capacidade de absorção por faixa de renda. Os resultados indicam um potencial de redução de 30% no consumo e um tempo de retorno de investimento variando de 3,3 a 17,6 meses, sendo mais acessível às famílias de renda média e alta. Portanto, o uso de dispositivos economizadores indica ser eficaz e pode contribuir significativamente para a preservação dos recursos naturais e para a redução de custos no abastecimento de água em ambientes urbanos consolidados.

Palavras-chave:
Sistemas prediais; Dispositivos economizadores; Consumo de água; Conservação da água; Retorno do investimento.

Abstract:
The rational use of water in buildings has been the subject of studies aimed at mitigating the increasing demand for this resource. Thus, this paper seeks to assess the potential for reducing consumption with water-saving fittings and to determine the payback period of the investment within an established urban environment: the Rio Trapicheiros Sub-basin in the Municipality of Rio de Janeiro. To achieve this, the study employs the following methodology: calculating the water consumption of a household; defining the percentage of usage by area and the potential reduction provided by water-saving fittings; estimating the potential reduction for the sub-basin; calculating the new residential tariff and investment cost; assessing the payback period and analyzing the payment capacity across income groups. The results indicate a potential reduction of 30% in consumption and an investment payback period ranging from 3.3 to 17.6 months, with greater accessibility for middle- and high-income families. Therefore, the use of water-saving devices proves to be effective and can significantly contribute to the preservation of natural resources as well as cost reduction in water supply within consolidated urban environments.

Keywords:
Buiding systems; Water-saving fittings; Water consumption; Water conservation; Return on investment.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos cem anos, o consumo hídrico global aumentou seis vezes e estima-se um déficit hídrico até 2030 (United Nations, 2020). No Brasil, a evolução dos usos da água replica o crescente padrão global, com projeções indicando um aumento de 30% nas retiradas entre os anos de 2022 e 2040 (ANA, 2024, p. 45). O Estado do Rio de Janeiro destacou-se como a quinta maior demanda de retirada de água no ano de 2023 (ANA, 2024, p. 47).

No Brasil, o uso racional da água nas edificações tem sido objeto de estudos e ações protagonizadas pelo poder público, pesquisadores e a própria a indústria de aparelhos hidrossanitários. Nesse aspecto, destacam-se os Documentos Técnicos de Apoio do Programa Nacional Combate ao Desperdício Água – PNCDA (Brasil, [*s. d.*]), o Manual do Programa de Uso Racional da água - PURA (SABESP, [*s. d.*]), as normas NBR 15.575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2024) e NBR 16.782 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019) que recomenda o uso de aparelhos economizadores; bem como, a Lei 11.445 (Brasil, 2007), destacando-se o Art. 29, §3º de 12 de julho de 2021 que torna mandatória a medição individualizada em novas edificações condominiais (Brasil, 2016). Quanto à legislação nos âmbitos regional e local, o Art.11 do Decreto do Estado do Rio de Janeiro (DERJ) 40.156 (Rio de Janeiro (Estado), 2006) proíbe o uso de água proveniente de sistema alternativo para consumo e higiene humana em áreas abastecidas pelo serviço público no Estado do Rio de Janeiro e o Decreto do Município do Rio de Janeiro 23.940 (Rio de Janeiro (RJ), 2004) cita a opção do uso da água de chuva para fins não potáveis.

A indústria da construção desempenha papel fundamental no crescimento e bom funcionamento das cidades (Baloi, 2003). Para tanto, necessita adotar processos de construção que abranjam procedimentos de projeto e de materiais sustentáveis (CIB; UNEP-IETC, 2002), como sistemas prediais hidrossanitários que otimizem o consumo de água. Assim, dentre as iniciativas existentes, destacam-se o uso de medição individualizada em edificações com múltiplas economias (Salgado, 2008), a adoção de aparelhos hidrossanitários com dispositivos economizadores de água, o uso de fontes alternativas para fins não potáveis, como o reuso de águas residuais tratadas e a captação da água de chuva (Miguez; Veról e Rezende, 2016). A redução do consumo de água beneficia os usuários economicamente, minimiza o gasto energético dos sistemas de tratamento e distribuição de água potável e, na escala urbana, diminui a pressão sobre a disponibilidade hídrica, favorecendo a preservação dos recursos naturais (da Silva *et al.*, 2020).

No entanto, observa-se uma lacuna temporal entre o desenvolvimento dos DTA-B1 (PNCDA, 1998), e a elaboração de normas, como a NBR 15.575, de desempenho de edificações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2024), e a NBR 16.782, de conservação da água em edificações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019), recomendando o uso de aparelhos economizadores; bem como, a obrigatoriedade de medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais a partir de 12 de julho de 2021 (Brasil, 2016), citando, de modo vago, a necessidade de adoção de “padrões de sustentabilidade ambiental”.

Nesse sentido, este artigo tem como objetivo avaliar o potencial de redução do consumo hídrico com a substituição de aparelhos hidrossanitários por dispositivos economizadores e o tempo de retorno do investimento em um ambiente urbano consolidado, a Sub-bacia do Rio Trapicheiros no Município do Rio de Janeiro. O cálculo do tempo de retorno do investimento considera duas alternativas: (1) a adaptação dos aparelhos hidrossanitários existentes e, (2) a substituição do aparelho tradicional por novos mais eficientes. O estudo também avalia a capacidade financeira de absorção dos investimentos por faixa de renda.

O estudo de caso selecionado propõe como área de trabalho a Sub-bacia do Rio Trapicheiros localizada no Município do Rio de Janeiro (Figura 1), por se tratar de um ambiente urbano consolidado. A Sub-bacia abrange parcialmente os bairros da Tijuca, Praça da Bandeira, Maracanã, Rio Comprido e Alto da Boa Vista, destacando-se que a Tijuca ocupa cerca de 70% desse território. A Sub-bacia possui 43% de área não urbanizada devido à presença do Maciço da Tijuca e da

restrição de ocupação acima da Cota 100 m, embora observe-se a presença das favelas da Coreia, Salgueiro e Morro da Chacrinha a partir desta altitude.

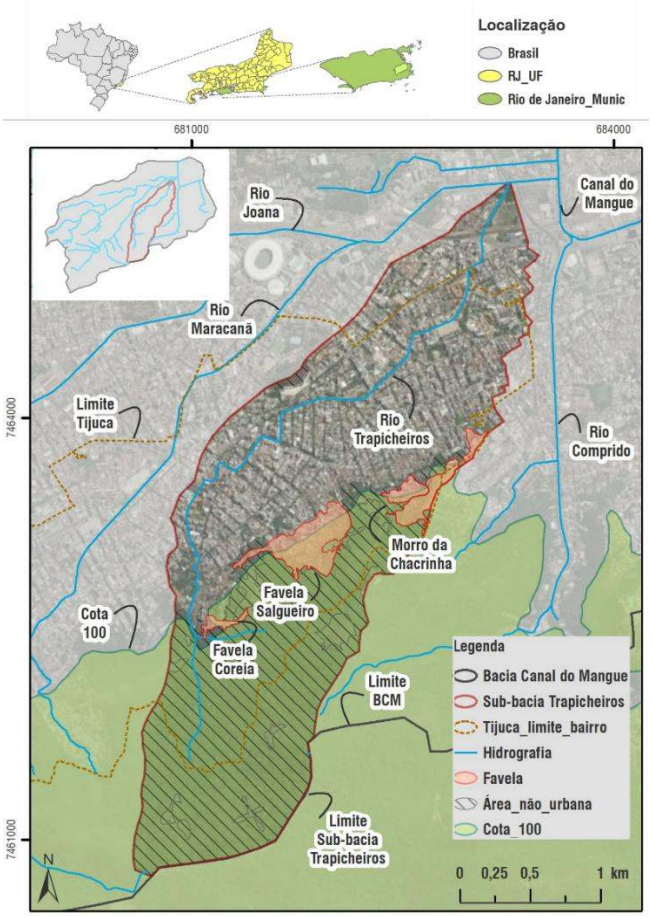

Figura 1: Localização da Sub-bacia do Rio Trapicheiros.
Fonte: Okumura (2022), a partir de dados do Data.Rio (IPP, [s. d.]).

2. MÉTODO

Para a análise do potencial de redução do consumo de água com o uso de dispositivos economizadores e avaliação do tempo de retorno do investimento, o presente estudo adotou o seguinte procedimento metodológico:

1. Cálculo do consumo de água de uma economia (unidade residencial) no Município do Rio de Janeiro.
2. Definição dos percentuais de uso de água por ponto de utilização das áreas molhadas.
3. Identificação das percentagens de redução de água pelo uso dos dispositivos economizadores.
4. Avaliação do potencial de redução de consumo de água de uma economia, considerando a troca de aparelhos hidrossanitários tradicionais por dispositivos economizadores.
5. Projeção do potencial de redução do consumo de água tratada para o caso de estudo, a Sub-bacia do Rio Trapicheiros.
6. Cálculo da nova tarifa de água obtida com a economia mensal gerada pelo uso de dispositivos economizadores.
7. Adoção de duas alternativas para cálculo do tempo de retorno do investimento: (1) adaptação dos aparelhos hidrossanitários existentes e (2) substituição dos aparelhos tradicionais por novos e mais eficientes.
8. Estimativa do custo de investimento para a substituição ou troca dos aparelhos hidrossanitários tradicionais por dispositivos economizadores.

9. Avaliação do tempo de retorno de investimento com a instalação de dispositivos economizadores.
10. Análise da capacidade de investimento por faixa de renda.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. POTENCIAL DE REDUÇÃO DO CONSUMO HÍDRICO

O consumo domiciliar de água no Município do Rio de Janeiro, definido a partir de dados da série histórica do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA, [*s. d.*]), indica um consumo *per capita* médio de 275 litros /dia, no período de 2000 a 2019. Vale ressaltar que este valor é resultante da divisão do volume de água consumido pela população total atendida com o abastecimento de água declarados no SNIS, não considerando, portanto, as perdas de água na distribuição, que giram em torno de 30% (PEDUI, 2018, p. 213).

Para calcular o consumo mensal em uma economia (unidade residencial) adotou-se a média de três moradores por domicílio[1] em 2022 (IBGE, [*s. d.*]) e aplicou-se a Equação 1.

$$C_{Te} = \frac{C_p \times M_D}{1000 \times 30} \text{ (Equação 1)}$$

Na qual:
C_{Te} = Consumo total de uma economia, em m^3/mês;
C_p = Consumo *per capita* = 275 litros/dia;
M_D = Moradores por domicílio = 3 pessoas;

Portanto, o consumo mensal de água de uma economia é de 24,75 m^3.

Quanto ao percentual de uso por ponto de utilização, optou-se por utilizar parâmetros apresentados por Gonçalves (2009) na pesquisa desenvolvida no âmbito do Programa de Saneamento Básico (PROSAB), por serem resultantes de medições realizadas por meio de hidrômetros monitorados diariamente em edificação multifamiliar que contava com os seguintes aparelhos hidrossanitários nas áreas molhadas internas das residências: bacia sanitária, chuveiro, torneira de lavatório, torneira da cozinha, máquina de lavar louças, tanque e máquina de lavar roupas.

A seguir, para definir o potencial de redução do consumo de água por aparelho hidrossanitário com dispositivo economizador, investigou-se os valores de redução potencial por tipo de dispositivo economizador, por meio de pesquisa nos catálogos dos fabricantes e lojas de material reconhecidas no mercado da construção, considerando, no mínimo, dois fabricantes distintos (Tabela 1). Tais valores foram obtidos em dezembro de 2021, quando a pesquisa foi realizada.

Dispositivos economizadores		Fabricante / modelo	Redução (%)	Redução média (%)	Custo médio (R$)
Acessórios para adaptação	Regulador de vazão (chuveiro e lavatório)	Deca / torneira e chuveiro	40	40	97,15
		Docol / registro para torneira e chuveiro	40		
		Esteves / torneira e chuveiro	40		
	Arejador de vazão (torneiras)	Deca / fixo fêmea	60	53	47,72
		Docol / Tj 5 Lpm 00518100	40		
		Stoc / Articulável Universal 6690 ABS	59		
	Kit Adaptador para Válvula de Descarga	Deca / Hydra Max	60	60	222,47
		Docol / Salvágua Square	60		
	Kit adaptador para caixa acoplada	Deca / Hydra duo	60	50	241,15
		Censi / Universal 9562	50		
		Roca / Universal duplo	30		

[1] A pesquisa considerou todo o estoque de domicílios em 2022, por não dispor de dados sobre o uso de aparelhos hidrossanitários com dispositivo economizador que porventura possam ter sido incorporados às construções a partir do século XXI, quando a indústria passou a disponibilizá-los em seus catálogos.

Dispositivos economizadores		Fabricante / modelo	Redução (%)	Redução média (%)	Custo médio (R$)
		Astra / Duplo acionamento	60		
Aparelhos hidrossanitários	Torneira de lavatório - bica média	Deca / 1197CLNK	60	50	185,90
		Docol / Loggica	40		
		Celite / Basic	50		
	Misturador de cozinha de bancada – bica alta	LHD Metais / C/33	53	53	277,33
		Forusi / A4	53		
		Romar / plus	53		
	Chuveiro sem desvio	Deca / Max + regulador	40	40	261,83
		Docol / Bonnaducha	40		
		Celite / Ganges + regulador	40		
	Bacia sanitária com caixa acoplada com duplo acionamento	Celite / Eco plus	50	50	414,80
		Deca / Izy	60		
		Icasa / Sabará	40		

Tabela 1: Percentual de redução por tipo de dispositivo economizador.
Fonte: Okumura (2022).

A Tabela 2 apresenta o volume mensal de água de 24,75 m^3, consumido em uma economia com três moradores, distribuído pelos pontos de utilização de acordo com os respectivos percentuais de uso. A partir daí, foi possível aplicar a média do percentual de redução dos dispositivos economizadores, indicando um novo consumo de água na ordem de 17,31 m^3, ou seja, um potencial total de redução de 30,05%. Observa-se que, a partir da adoção de dispositivos economizadores, a área de serviço se torna o ponto de utilização com maior percentual de uso, respondendo por mais de 50% do consumo, seguido pelo banheiro, com quase 40% (bacia sanitária com 15,01% + chuveiro e lavatório com 24,87%).

Pontos de utilização	% de uso	Consumo aparelhos. tradicionais (m^3/mês)	Dispositivos economizadores			Total de redução (%)
			Redução (%)	Consumo (m3/mês)	Nova % de uso	
Bacia sanitária[a]	21	5,20	50	2,60	15,01	10,50
Chuveiro e lavatório	29	7,18	40	4,31	24,87	11,60
Cozinha	15	3,71	53	1,74	10,08	7,95
Área de Serviço[b]	35	8,66	0	8,66	50,04	0,00
Total	100	24,75	-	17,31	100	30,05

[a] Para bacia sanitária, considerou-se o percentual de redução do modelo com caixa acoplada

[b] Para a área de serviço, não foi considerado nenhum dispositivo, por presumir que a lavagem de roupas não varia em função do dispositivo, mas sim do volume do tanque ou da lavadora de roupa.

Tabela 2: Potencial de redução de consumo de água com o emprego de dispositivos economizadores.
Fonte: Okumura (2022).

Por meio da Equação 2, calculou-se o consumo total de água por mês no local de estudo.

$$C_T = \frac{C_p}{1000 \times 30 \times P_T \times R_t} \text{ (Equação 2)}$$

Na qual:
C_T = Consumo total em m^3/mês;
C_p = Consumo per capita = 275 litros/dia;
P_T = População total;
R_t = Percentual de redução total = 30,05%

Portanto, a aplicação da Equação 2, considerando a população da Sub-bacia do Rio Trapicheiros (P_T) de 106.943[2] (IBGE, [*s. d.*]), indica um potencial de redução de consumo de água na ordem de 265.125 m^3/mês. Projetando-se o conceito à população no Município do Rio de Janeiro e na Região

[2] A população da Sub-bacia do Rio Trapicheiros foi obtida por meio da ferramenta ArcGIS, aplicando-se um recorte do limite da Sub-bacia sobre os dados de população por setor censitário do Censo de 2022 do IBGE ([*s. d.*]).

Metropolitana do Rio de Janeiro em 2022 (IBGE, [*s. d.*]) que era de 6.211.223 e 12.022.110 habitantes, respectivamente, obtém-se os valores de 15.398.398m^3/mês e 29.804.313 m^3/mês.

3.2. CÁLCULO DA NOVA TARIFA DE ÁGUA COM USO DE DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES

A análise da economia mensal na tarifa de água baseou-se nas informações de cobrança de tarifa de água da Companhia Estadual de Água e Esgoto (CEDAE), concessionária que atendia o Município do Rio de Janeiro no período de desenvolvimento desse estudo. De acordo com a área de abrangência, a CEDAE aplicava as tarifas "A", "B" e uma social, voltada para comunidades carentes e moradores de baixa renda. A cobrança levava em conta o tipo de uso do imóvel, o número de dias de consumo, o número de economias (unidade residencial), o consumo diário (estabelecendo um consumo mínimo de 0,5 m^3/dia/economia) e valores tarifários por faixas de consumo. Para o consumo residencial eram aplicadas 5 faixas: 0 a 15, 16 a 30, 31 a 45, 16 a 60 e maior que 60 m^3. A tarifa atribuída para o esgoto era equivalente ao mesmo volume faturado para a água tratada (CEDAE, [*s. d.*]). Adicionalmente, sobre o somatório do valor dos serviços prestados incidiam os encargos legais relativos à cobrança pela utilização dos Recursos Hídricos (0,71%) e Taxa de Regulação de Serviços Concedidos e Permitidos (0,5%) recolhida para o Fundo de Regulação de Serviços Concedidos e Permitidos do Estado do Rio de Janeiro.

A Tabela 3 apresenta o custo da tarifa de água com aparelhos tradicionais e com dispositivos economizadores, baseada na composição de custo relativa à Tarifa A, designada pela CEDAE ([*s. d.*]) para as economias do local de estudo, e nos valores das faixas de consumo estabelecidos para o ano de 2021. O resultado indica uma redução financeira de 41,6%, que corresponde a uma economia mensal de R$ 198,75 por unidade residencial.

Aparelho hidrossanitário	**Consumo** (m3/mês)	**Faixa de consumo**	**Tarifa** (R$)	**Consumo faturado**	**Valor** (R$)	**Valor água** (R$)	**Valor esgoto** (R$)	**Taxa Rec. Hídricos**	**Taxa Regulação**	**Custo total**
Tradicional	29,52	00 – 15	5,004594	15,00	75,07	234,94	234,94	5,87	2,35	478,09
		15 – 30	11,010106	14,52	159,87					
Economizador	20,65	00 – 15	5,004594	15,00	75,07	137,27	137,27	3,43	1,37	279,34
		15 – 30	11,010106	5,65	62,60					

Tabela 3: Composição do custo da tarifa de água de uma economia.
Fonte: Okumura (2022).

3.3. CÁLCULO DO TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO EM DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES

O cálculo do tempo de retorno do investimento em dispositivos economizadores para a Sub-bacia do Rio Trapicheiros considerou duas alternativas: (1) a adaptação dos aparelhos hidrossanitários existentes, instalando-se regulador de vazão na ducha, arejadores nas torneiras do banheiro e da cozinha, e kit adaptador de válvula de descarga ou para caixa acoplada; (2) a substituição do aparelho tradicional por novos aparelhos hidrossanitários mais eficientes, considerando as linhas básicas de torneira de lavatório com bica média, misturador de cozinha de bancada, ducha com regulador de vazão e bacia sanitária com caixa acoplada com duplo acionamento.

Para analisar o custo do investimento em dispositivos economizadores realizou-se uma análise da quantidade de banheiros por domicílio (de 1 a 4 banheiros) sobreposta às faixas de renda[3] identificadas na Sub-bacia do Rio Trapicheiros (Figura 2). De modo geral, observa-se a predominância de domicílios com 2 banheiros (48%), presentes nas áreas com faixa de renda 2, 3 e 4, onde, também, se encontram as demais configurações de domicílios com 1, 3 e 4 banheiros. Cabe destacar a presença majoritária de 1 banheiro por domicílio nas áreas de faixa de renda 1 (até três salários-mínimos).

[3] As faixas de renda foram baseadas na Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF (IBGE, [s. d.]), que avalia as estruturas de consumo, gastos, rendimento e variação patrimonial das famílias, agrupando-se as duas primeiras e as duas últimas faixas.

Para realizar a estimativa do custo de investimento em dispositivos economizadores na área de estudo, considerou-se a existência de domicílios com 1 cozinha e uma variação de 1 a 4 banheiros, em função das configurações de domicílios (Figura 2). O custo dos dispositivos economizadores corresponde à média dos valores levantados no mercado (Tabela 1). A diária do bombeiro hidráulico baseou-se nos valores de referência de homem/hora de novembro de 2021 do SINAPI ([s. d.]), considerando-se uma diária de 8 horas para domicílios com até 2 banheiros e duas diárias para domicílios com até 4 banheiros.

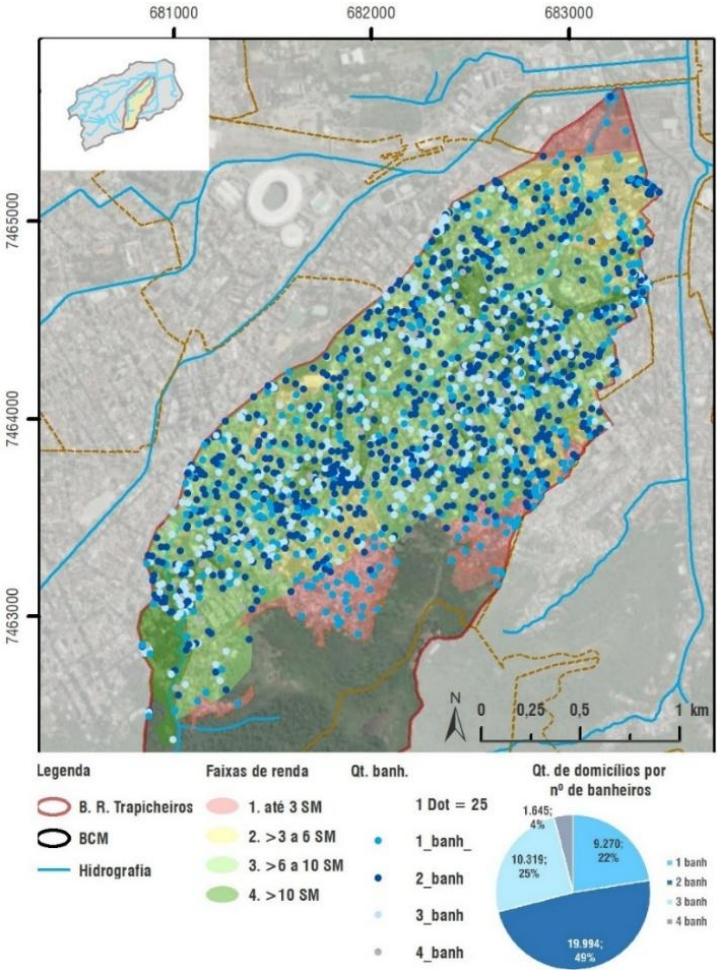

Figura 2: Quantidade de banheiros por domicílio sobreposta à distribuição de faixas de renda na Sub-bacia do Rio Trapicheiros.
Fonte: Okumura (2022), a partir de dados do Data.Rio (IPP, [*s. d.*]) e do Censo de 2010 (IBGE, [*s. d.*]).

A Tabela 4 compõe os custos pertinentes à adaptação de aparelhos tradicionais existentes e a troca por novos aparelhos hidrossanitários com dispositivos economizadores. O valor total discriminado nas colunas de quantidade de banheiros engloba também o valor do dispositivo economizador instalado da cozinha. Observa-se que o custo da adaptação é mais atraente, em comparação à troca dos aparelhos tradicionais, no qual ocorre um incremento de 38% a 73% no valor total.

Aparelho hidrossanitário economizador		Cozinha	1 banh.	2 banh.	3 banh.	4 banh.
Adaptação	Arejador	47,72	47,72	95,45	143,17	190,89
	Regulador de vazão	-	97,15	194,30	291,45	388,60
	Kit adaptador de caixa acoplada	-	231,81	463,62	695,43	927,24
	Mão de obra	-	235,68	235,68	471,36	471,36
	Total	-	660,09	1.036,77	1.649,14	2.025,82
Substituição	Misturador de cozinha	277,33	-	-	-	-
	Torneira de lavatório	-	185,90	371,80	557,70	743,60
	Ducha	-	261,83	523,67	785,50	1.047,33
	Bacia sanitária	-	414,80	829,60	1.244,40	1.659,20
	Mão de obra	-	235,68	235,68	471,36	471,36

	Total	-	910,26	1.772,79	2.635,32	3.497,86
Incremento do valor a ser investido		-	38%	71%	60%	73%

Tabela 4: Composição do custo de investimento em dispositivos economizadores.
Fonte: Okumura (2022).

O cálculo do tempo de retorno foi realizado dividindo-se o valor da estimativa de custo (Tabela 4) pela economia mensal de R$ 198,75 (Tabela 3). Os resultados da Tabela 5 indicam a variação do tempo de retorno de acordo com a quantidade de banheiros e o tipo de intervenção proposta. Adicionalmente, a Tabela 5 apresenta uma estimativa de renda mínima necessária para investir na adaptação do aparelho tradicional ou troca por dispositivos economizadores por quantidade de banheiros existentes na moradia. Para tanto, foram contabilizados os custos dos dispositivos economizadores, as faixas de renda (Fig. 2), e o limite de 30% de comprometimento da renda[4].

Alternativa	**Adaptação de aparelho tradicional existente**				**Troca por nos aparelhos com dispositivos economizadores**			
	1 banh.	**2 banh.**	**3 banh.**	**4 banh.**	**1 banh.**	**2 banh.**	**3 banh.**	**4 banh.**
Custo	660,09	1.036,77	1.649,14	2.025,82	910,26	1.772,79	2.635,32	3.497,86
Retorno (meses)	3,3	5,2	8,3	10,2	4,6	8,9	13,3	17,6
Renda mínima	2.200,29	3.455,91	5.497,12	6.752,73	3.034,19	5.909,30	8.784,41	11.659,52
Qt. sal. Mín.	2,0	3,1	5,0	6,1	2,8	5,4	8,0	10,6

Tabela 5: Tempo de retorno de investimento e renda mínima necessária para adaptação ou troca por dispositivos economizados.
Fonte: Okumura (2022).

O tempo de retorno de investimento para a adequação dos aparelhos tradicionais existentes varia de 3,3 a 10,2 meses, para domicílios com 1 ou 4 banheiros respectivamente. Já para a troca por novos aparelhos hidrossanitários, o tempo de retorno do investimento varia de 4,6 a 17,6 meses.

Observou-se que os domicílios com 2 banheiros (conforme apresentado na Figura 2) se localizam nas regiões que apresentam faixa de renda acima de seis salários-mínimos, o que, em princípio, indica indivíduos com capacidade financeira para realizar o investimento em dispositivos economizadores. Em contrapartida, os moradores das áreas com faixa de renda 1 (até 3 salários-mínimos), localizadas nas encostas da Floresta da Tijuca (favelas) e no entorno da Praça da Bandeira, dificilmente poderiam absorver esses custos e dependeriam de um programa de financiamento público para viabilizar a iniciativa.

Vale ressaltar que a economia mensal na tarifa no valor de R$ 198,75, resultante da redução do consumo de água, ajudaria a cobrir o investimento nos equipamentos hidrossanitários, pois as compras em grandes redes de material de construção podem ser parceladas em até doze vezes, com parcelas mínimas de R$ 100,00[5].

Os resultados indicam que o uso de dispositivos economizadores representa um potencial robusto para reduzir o consumo de água, que se reflete em menores tarifas para os domicílios, menor gasto energético dos sistemas de tratamento e distribuição de água potável, diminuindo a pressão sobre a disponibilidade hídrica e favorecendo a preservação dos recursos naturais.

4. CONCLUSÕES

Este estudo avalia o potencial de redução do consumo hídrico na Sub-bacia do Rio Trapicheiros, localizada no Município do Rio de Janeiro, por meio da implementação de dispositivos economizadores de água. Com base em dados de consumo per capita, análise de pontos de utilização e custos de instalação, estima-se que a adoção de reguladores de vazão, arejadores e válvulas de descarga eficientes em vasos sanitários com caixa acoplada possa reduzir o consumo de água em até 30%, representando uma economia mensal de aproximadamente 265.125 m³ na área estudada.

[4] Baseado na prática do mercado que adota 30% como limite máximo de comprometimento de renda para financiamento.
[5] Informação de valores e parcelamentos obtida pela prática como profissional autônoma.

A análise do retorno do investimento indica que o período de *payback* varia entre 3,3 e 17,6 meses, sendo mais acessível para famílias de renda acima de seis salários-mínimos. A redução do consumo hídrico, considerando um domicílio com três moradores, indica uma redução financeira de mais de 40% nas tarifas mensais de água e esgoto. Tal economia contribuiria para custear o investimento na adaptação dos aparelhos tradicionais existentes ou troca por aparelhos hidrossanitários mais eficientes. No entanto, para a inclusão da população de baixa renda, seria necessário a implementação de programas de incentivo para promover a adoção de tecnologias economizadoras de forma sustentável e socialmente inclusiva.

Para além dos dispositivos economizadores, denota-se que a ordem de redução de consumo hídrico com o uso de dispositivos economizadores é semelhante à de perda na distribuição de água tratada; portanto, a melhor eficiência de ambos diminuiria a pressão sobre a disponibilidade hídrica, bem como, minimizaria o gasto energético dos sistemas de tratamento e distribuição de água potável. O capital disponibilizado, a partir da redução com os custos de energia, poderia auxiliar o subsídio do investimento em dispositivos economizadores nos domicílios da faixa de renda 1 (até três salários-mínimos). Portanto, o uso eficiente dos recursos hídricos geraria um ciclo virtuoso entre usuários e a concessionária, bem como, corroboraria para a preservação dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **Conjuntura Recursos Hídricos Brasil 2024**. Brasília: [*s. n.*], 2024. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos. Acessado em 30 jul. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575 - Desempenho de edificações habitacionais**. [*S. l.*: *s. n.*], 2024. Disponível em: https://www.abntcatalogo.com.br/default.aspx. Acessado em 20 abr. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.782 - Conservação de água em edificações**. Brasil: [*s. n.*], 2019. Disponível em: https://www.abntcatalogo.com.br/default.aspx. Acessado em 20 abr. 2025.

BALOI, D. Sustainable construction: challenges and opportunities. **19th Annual ARCOM Conference**, [*s. l.*], vol. 1, no. Setembro, p. 289–297, 2003. .

BRASIL. **Lei nº 11.445 - Saneamento básico**. [*S. l.*: *s. n.*], 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acessado em: 31 jul. 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.312 - Obrigatoriedade da medição individualizada do consumo hídrico em novas edificações condominiais**. Brasília: [*s. n.*], 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13312.htm. Acessado em: 31 jul. 2021.

BRASIL. **Ministério das Cidades - Programa Nacional Combate ao Desperdício Água - PNCDA**. [*S. l.*: *s. n.*], [*s. d.*]. Disponível em: http://www.pmss.gov.br/index.php/biblioteca-virtual/programa-nacional-combate-ao-desperdicio-agua-pncda. Acessado em: 6 Jan. 2022.

CEDAE. **Companhia Estadual de Água e Esgoto: tarifas e consumo**. [*S. l.*: *s. n.*], [*s. d.*]. Disponível em: https://cedae.com.br/tarifas. Acessado em: 9 Set. 2019.

CIB; UNEP-IETC. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries**. [*S. l.*: *s. n.*], 2002.

DA SILVA, A. O.; ARGÔLO, A. L.; DO VALE, M. B. R.; OKUMURA, C. K.; VERÓL, A. P. Proposta de Projeto de uma Edificação Sustentável Baseada no Conceito de Net Zero Water Buildings. **Gestão e Gerenciamento**, [*s. l.*], vol. 13, no. 13, p. 1–9, 2020. DOI 10.17648/nppg-gestaoegerenciamento-2447-1291-v13-1. Disponível em: https://nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento/article/view/498. Acessado em: 10 jan. 2022.

GONÇALVES, R. F. **Uso Racional de Água e Energia - Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: Editora ABES, 2009.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Downloads**. [*S. l.*: *s. n.*], [*s. d.*]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html. Acessado em: 30 Out. 2021a.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: POF - Pesquisa de Orçamentos Familiares**. [*S. l.*: *s. n.*], [*s. d.*]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/9050-pesquisa-de-orcamentos-familiares.html?=&t=o-que-e. Acessado em: 14 Ago. 2021b.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas: Censo 2022**. [*S. l.*: *s. n.*], [*s. d.*]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/22827-censo-demografico-2022.html. Acessado em: 18 Mai 2025c.

IPP. **Data.Rio - Instituto Pereira Passos**. [*S. l.*: *s. n.*], [*s. d.*]. Disponível em: https://www.data.rio/search?collection=appAndMap&groupIds=0128241e3e024872a7eb46848eb7a7be. Acessado em: 25 Ago. 2021.

OKUMURA, C. K. **Estudo de soluções sustentáveis no edifício e no lote, com vistas à gestão hídrica eficiente em bacias urbanas consolidadas: a sub- bacia do Rio Trapicheiros, Rio de Janeiro**. 2022. 157 f. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=11516138.

PEDUI. **Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana do Rio de Janeiro - Tomo I**. Rio de Janeiro: [*s. n.*], 2018. Disponível em: http://www.modelarametropole.com.br. Acessado em: 25 Ago. 2021.

PNCDA. **DTA - Documento Técnico de Apoio n.º B1 Elementos de análise econômica relativos ao consumo predial**. Brasília, Brasil: Ministério do Planejamento e Orçamento, 1998. Disponível em: http://www.pmss.gov.br/index.php/biblioteca-virtual/167-documentos-tecnicos-de-apoio-dta. Acessado em: 25 Ago. 2021.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). **Decreto nº 40.156, de 17 de outubro de 2006.** [*S. l.*: *s. n.*]. 2006. Acessado em: 2 Jun. 2020. Disponível em: https://leisestaduais.com.br/rj/decreto-n-40156-2006-rio-de-janeiro-estabelece-os-procedimentos-tecnicos-e-administrativos-para-a-regularizacao-dos-usos-de-agua-superficial-e-subterranea-bem-como-para-acao-integrada-de-fiscalizacao-com-os-prestadores-de-servico-de-saneamento-basico-e-da-outras-providencias. Acessado em: 25 Ago. 2021.

RIO DE JANEIRO (RJ). **Decreto 23.940 - Adoção de reservatórios para retardo do escoamento de águas pluviais para a rede de drenagem**. [*S. l.*: *s. n.*]. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/2004/2394/23940/decreto-n-23940-2004-torna-obrigatorio-nos-casos-previstos-a-adocao-de-reservatorios-que-permitam-o-retardo-do-escoamento-das-aguas-pluviais-para-a-rede-de-drenagem. Acessado em: 4 Nov. 2019.

SABESP. **Programa de Uso Racional da Água: avanços na área sanitária e alcance nacional**. [*s. d.*]. 2018. Disponível em: http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalhe.aspx?secaoId=65&id=7765. Acessado em: 17 Jan. 2021.

SALGADO, M. S. Projeto Integrado – Caminho para a produção de edificações sustentáveis: a questão dos Sistemas Prediais. 2008. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído Anais [...]**. [*S. l.*: *s. n.*], 2008. p. 11.

SINAPI. **Referências de preços e custos**. [*S. l.*: *s. n.*], [*s. d.*]. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx. Acessado em: 23 Dez. 2021.

SINISA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Série histórica**. [*s. d.*]. Disponível em: http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/. Acessado em: 23 Abr. 2021.

UNITED NATIONS. **Água e Mudança**. [*S. l.*: *s. n.*], 2020. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372876_por. Acessado em 9 Abr. 2020

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e processo nº 88887.171079/2025-00, fundação do Ministério da Educação do Brasil que tem como missão expandir e consolidar a pós-graduação stricto sensu no país e a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) [E-26/204.443/2024 - BOLSA].

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da Cátedra UNESCO “Drenagem Urbana em Regiões de Baixada Costeira”, à qual as autoras agradecem.