



Avaliação Técnica e Econômica de Dispositivos Redutores de Vazão de Água nas Instalações Hidráulicas de Residências Populares

Ofélia de Lira Carneiro Silva¹, Erica dos Santos Batista², Silvestre Lopes da Nóbrega¹, Pedro Alves da Silva Filho¹

¹Departamento de Engenharia Civil
Universidade Federal de Roraima (UFRR) – Boa Vista, RR – Brazil

²Engenheira civil/Empresa de Construção Civil – Boa Vista, RR – Brazil

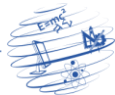
{ofelia.lira, silvestre.lopes, pedro.filho}@ufrr.br,
ericad.santos7@gmail.com

Abstract. *This study aimed to verify viability of reduction devices of water in residences. Through quantitative analysis and consumption defined the average tariff rate of the residences of Boa Vista, which is an average of 147.5 liters per capita daily. Installing aerators of the fixed and articulated type in taps were analyzed, in reduction of 31% of the volume of water. The reduction of flow was analyzed through the reduction to half a section, proved to be a viable to demonstrate that the reduction of the flow can be applied without damage to user comfort, results of economy of 20.8% of consumption. The implementation of sparing generated financial benefit that this provides consumption reduction in the payment of rates, the return on investment is approximately six months.*

Resumo. *O estudo teve objetivo verificar viabilidade da instalação de dispositivos redutores de água no sistema hidráulico de uma residência. Na metodologia utilizou-se de análises quantitativas do consumo e da taxa tarifária média das residências de Boa Vista. E de procedimentos experimentais. O consumo percapit apresentou em média de 147,5 litros/hab.dia. A instalação de arejadores do tipo fixo e articulável em torneiras, apresentou redução de 31% do volume de água. A redução de vazão mostrou-se um artifício viável quando o hidrômetro da residência funcionou na meia seção com uma economia de 20,8% de consumo. A estimativa do consumo de água reduzido gerou um benefício financeiro com o retorno de investimento 6 meses.*

1. Introdução

A água tem papel fundamental para a existência e conservação da vida, seja em qualquer âmbito. Com o crescimento populacional são diversas as consequências, há um aumento considerável da demanda por esses recursos, além de acarretar numa maior poluição dos mananciais. Torna-se então cada vez mais evidente a importância do surgimento e uso de tecnologias que garantam um uso racional da água.



Segundo o estudo da ANA (2017), a demanda por uso de água no Brasil é crescente, com aumento estimado de aproximadamente 80% no total retirado de água nas últimas duas décadas. Até 2030, a previsão é de que a retirada aumente em 30%. Surge então as soluções com baixo custo e retorno rápido que vêm sendo desenvolvidas por especialistas da área. No Brasil, essas tecnologias estão cada vez mais presentes em residências e grandes estabelecimentos.

Diferentes estudos mostram que, do total consumido de água em uma residência unifamiliar, algo entre 50% e 70% corresponde aos usos em chuveiros e torneiras. Em geral, os banhos são responsáveis por cerca de 40% do gasto e as torneiras, por 20%. Considerando que no Brasil uma pessoa consome em média 150 litros por dia, em um imóvel onde há três moradores serão utilizados 13,5 mil litros mensalmente, sendo que somente os chuveiros e as torneiras gastarão cerca de 8 mil litros todos os meses.

“A adoção de dispositivos redutores de vazão pode economizar até 80% da água consumida em um chuveiro e cerca de 60% no caso de uma torneira. No final, a economia total poderá chegar a 45%, o que corresponde a mais de 6 mil litros por mês”, ressalta Rezende (2019). Além dos redutores de vazão, os arejadores complementam a economia de água. “São acessórios para torneiras e chuveiros que misturam ar e água, dando a sensação de maior volume. Em uma torneira de pia, a utilização de um arejador de vazão constante pode proporcionar redução de até 75% no consumo de água”, finaliza Rezende (2019).

No decorrer dos últimos anos notou-se que até mesmo em regiões que nunca tinham sofrido com a escassez de água, passaram a ter a possibilidade de sofrer com esse problema muito antes do que se imaginava. Levando em consideração que o estado de Roraima, apesar de estar em uma região considerada rica em recursos hídricos, nos últimos anos apresentou um crescimento populacional que é notoriamente considerável, o que acarreta também em um aumento no consumo de água no meio urbano. Torna-se então de total relevância o estudo das tecnologias presentes no mercado e como a sua implementação poderia reduzir no consumo de água nas residências.

O consumo médio per capita de água é definido como a média diária por indivíduo, dos volumes utilizados para satisfazer os consumos domésticos, comercial, público e industrial. É uma informação importante para as projeções de demanda, para dimensionamento de sistemas de água e esgoto e para o controle operacional de qualquer cidade.

O estado de Roraima registrou o maior crescimento populacional do país entre todos os estados, com um aumento populacional de aproximadamente 54 mil pessoas de 2017 até julho de 2018. Os dados são da pesquisa de Estimativa da População realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O estado de Roraima teve um crescimento de 53.932 pessoas em um ano. Desde 2011, a média ficava em torno de oito mil pessoas ao ano, com exceção de 2012 para 2013 que teve um aumento de 18 mil e em 2014 para 2015 com crescimento de 17 mil (IBGE, 2018).

Além do crescimento populacional, Roraima já começa a apresentar sinais de sofrer com as secas nos últimos anos. Segundo matéria do G1- Roraima publicada em janeiro de 2016, A mais intensa estiagem dos últimos 20 anos em Roraima levou o Rio Branco, o principal rio do estado, a registrar a marca histórica de 47 centímetros nesta



quarta-feira (27). O nível normal é de 2,40 metros. Com a queda drástica no volume de água, as paisagens começam a mudar em algumas áreas de Boa Vista.

O estabelecimento de ações contínuas de sensibilização da população para o uso racional da água assegura benefícios em curto, médio e longo prazo, com mais eficiência e eficácia. Ações relativamente simples para a redução do consumo per capita consistem, por exemplo, na sensibilização da população, incentivos para instalação de dispositivos sanitários de baixo consumo, hidrometração individualizada em condomínios, adequação de tarifas que penalizem consumos excessivos, entre outros (SNIS, 2017).

Ressaltando que essa implementação de dispositivos poupadores de água pode ser viável do ponto de vista técnico-econômico, com um rápido retorno de investimento em função do grau de redução do consumo alcançado. O objetivo deste trabalho é avaliar viabilidade da instalação de dispositivos redutores do volume de água no sistema hidráulico de uma residência popular.

2. Metodologia

O processo metodológico empregado nesse trabalho consistiu nas seguintes etapas: coleta de dados do consumo de água; procedimentos experimentais; viabilidade técnica e econômica da implementação de dispositivos economizadores de água

2.1. Coleta de dados do consumo de água

2.1.1. Dados do consumo na cidade de Boa Vista - RR

A coleta de dados consistiu de forma quantitativa em uma amostragem de 20 (vinte) residências situadas em 10 bairros da cidade de Boa Vista - RR, onde através das contas emitidas pela prestadora do serviço de abastecimento de água, Companhia de Águas e Esgoto de Roraima (CAER), foram retirados os seguintes dados:

- a) Número de dias de consumo (entre uma medição e outra);
- b) Consumo em m³ nesse período;
- c) Tarifa paga pelo consumo de água (tarifas de esgoto presente nas contas foram desconsideradas quando existentes).

Os dados coletados, que consistiram em o consumo das residências e o valor tarifário, foram referentes a três meses consecutivos das residências, para que fosse possível obter uma média dos dados coletados.

2.2. Procedimentos experimentais

Os procedimentos experimentais foram realizados na segunda etapa da pesquisa. Para os ensaios experimentais, dentro da amostragem, buscou-se apenas uma residência para evitar transtornos para os moradores. A residência escolhida fica situada no Bairro Dr. Silvio Leite, Cidade de Boa Vista – RR, tendo seu abastecimento de água atendida pela CAER.

Os materiais utilizados no experimento de redução de vazão foram dois tipos de arejadores, arejador fixo e arejador articulável, conforme mostrado na Figura 1.

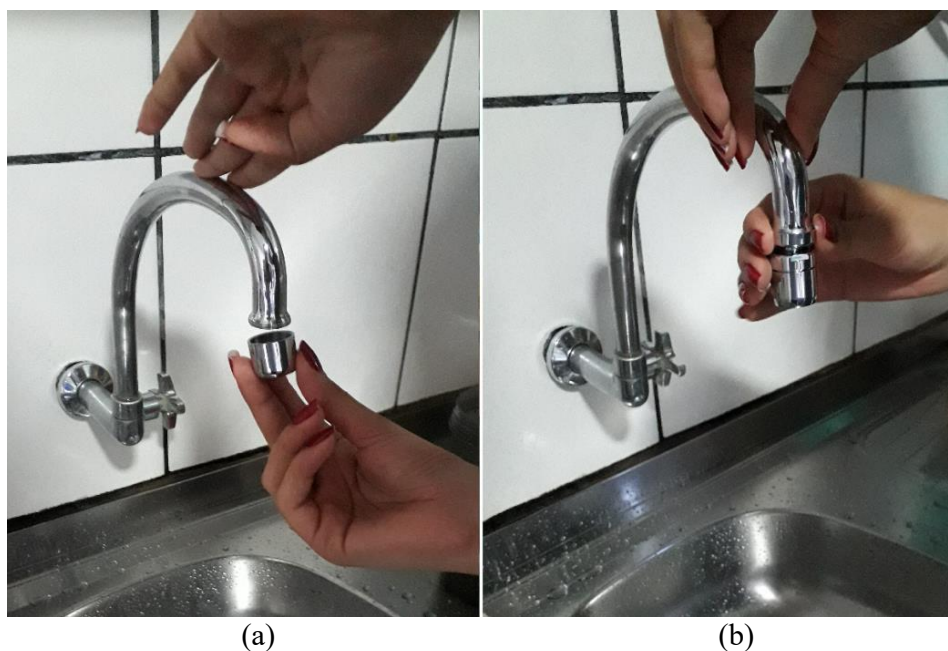


Figura 1. Instalação do arejador do tipo fixo e arejado articulável em torneira de pia (Batista, 2019)

Para a vedação e instalação dos dispositivos foi utilizada fita veda rosca. A torneira utilizada no experimento, torneira da pia de cozinha, já fazia parte das instalações hidráulicas da residência. Além disso também foram utilizados: cronômetro; recipiente para a coleta de água; e recipiente medidor do volume de água coletada.

O arejador econômico proporciona uma economia de até 50% de água. Enquanto um arejador normal dispensa 15 litros de água/minuto, a 30 mH₂O (300 kPa), o modelo Econômico reduz esta vazão para aproximadamente 8,0 litros/minuto, sem perda de conforto (ECOSOLI, 2019).

Inicialmente foi aferida vazão da torneira em que os arejadores seriam instalados, com o período de aferição de 30 segundos. Essa etapa foi realizada mais duas vezes, registrando assim um total de três vazões. É então desligada a torneira e certificando-se que o local onde o arejador será instalado está seco com o uso de um pano para a sua secagem (não é necessário o desligamento do registro geral da residência).

Após a instalação foi religado o fornecimento de água e aferido e anotado o volume produzido pela torneira no intervalo de 30 segundos. Processo esse repetido em um total de três vezes. Após essa etapa foi retirado o arejador tipo fixo.

Em seguida foi feita a instalação do arejador articulável, seguindo os mesmos cuidados que na instalação anterior. Após a instalação foi religado o fornecimento de água e aferido e anotado o volume produzido pela torneira no intervalo de 30 segundos, seguindo o padrão adotado o processo foi realizado mais duas vezes somando um total de três repetições. A Figura 2 mostra a execução do ensaio com instalação de arejador.



Figura 2. Execução do ensaio com instalação do arejador (Batista, 2019)

O experimento no controle da vazão do registro geral, hidrômetro, foi realizado com o ajuste do registro geral das instalações hidráulicas da residência estudada e suas aferições de consumo.

Inicialmente foi determinado um horário predefinido como o que seria utilizado como padrão para todas as outras aferições. Possibilitando assim ciclos de 24 horas entre uma aferição e outra. No horário definido como o padrão para as aferições do experimento, a leitura no hidrômetro da residência foi registrada por meio de foto o que pode ser observado na Figura 3, após essa aferição foi ajustado o registro geral do sistema hidráulico da residência em meia seção.



Figura 3. Foto do hidrômetro da residência antes das alterações no registro (Batista, 2019)

Após 24 horas foi novamente registrada em foto do hidrômetro da residência, processo esse repetido em um total de três vezes com o registro geral ainda posicionado em meia seção, finalizando assim o primeiro ciclo de aferições, como mostra Figura 4.



Figura 4. Fotos do hidrômetro do 1º ciclo de aferições com meia seção do registro (Batista, 2019)

Após um primeiro ciclo de 72 horas (aferições a cada 24 horas) com o registro possibilitando a utilização de apenas meia seção o registro foi novamente aberto totalmente.

Após 24 horas da abertura total do registro foi mais uma vez aferida através de fotografia o consumo da residência. Esse processo também foi realizado em um ciclo de 72 horas com aferições a cada 24 horas como mostra a Figura 5.

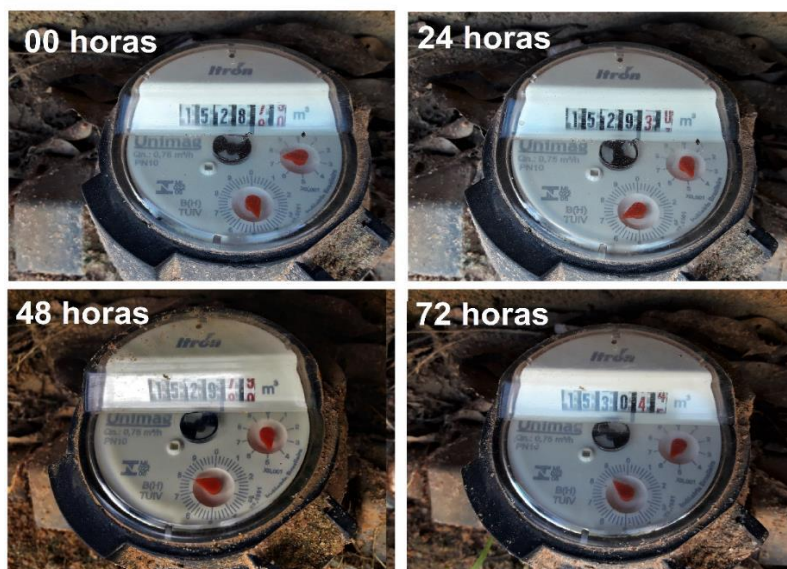


Figura 5. Foto do hidrômetro do 1º ciclo de aferições com o registro totalmente aberto (Batista, 2019)

Para uma maior confiabilidade dos dados tanto as aferições dos ciclos de 72 horas com o registro com abertura apenas de meia seção, como os registros com seção totalmente aberta foram realizadas duas vezes intercaladas entre si. É o que se mostra na figura 6 onde o registro está em meia seção e na Figura 7 com abertura seção total.



Figura 6. Fotos do hidrômetro na aferição do 2º ciclo com meia seção do registro (Batista, 2019)



Figura 7. Fotos do hidrômetro do 2º ciclo de aferições com o registro totalmente aberto (Batista, 2019)

2.3. Viabilidade técnica e econômica da implementação de dispositivos economizadores de água

2.3.1. Viabilidade técnica

Para verificação da viabilidade técnica na implementação dos dispositivos poupadores de água, não houve a necessidade de utilização de alguma mão de obra especializada. Porém seguiu as instruções no manual do fabricante da peça de forma a garantir a quantidade e qualidade do fluxo de água com o uso dos dispositivos e as condições da residência de recebimento das instalações propostas. As condições foram aplicadas aos três tipos de dispositivos: arejadores, redutores de vazão e descargas sanitárias de acionamento duplo.

2.3.2. Viabilidade econômica

Para a verificação da viabilidade econômica do investimento foi realizado uma avaliação de quanto o consumo de uma residência estudada poderia decair com a implementação de dispositivos poupadores, isto é, redução na tarifa de água consumida. Uma análise econômica permitiu estimar o tempo de retorno do investimento dos dispositivos, retorno esse considerado pela diminuição da tarifa a ser paga pelos moradores da residência.

A CAER (2019) faz uso da base tarifária, para calcular o valor das taxas cobradas atualmente, e das tarifas mínimas mostradas nas Tabelas 1 e 2.

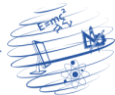
Tabela 1. Estrutura Tarifária da CAER (2019)

ESTRUTURA TARIFÁRIA				Equação
A	Todas as Categorias	Consumo até 10m ³ ou Consumidores taxados	$V = NI$	1
B	Todas as Categorias	Consumo de 11m ³ até 19m ³	$V = NI (7x^2 + 995x) / 10.000$	2
C	Todas as Categorias	Consumo de 20m ³ até 30m ³	$V = NI (7x^2 + 1130x) / 10.000$	3
D	Todas as Categorias	Consumo de 31m ³ até 100m ³	$V = NI (7x^2 + 1200x) / 10.000$	4
E	Todas as Categorias	Consumo de 101m ³ até 200m ³	$V = NI (7x^2 + 1210x) / 10.000$	5
F	Todas as Categorias	Consumo superior a 200m ³	$V = NI (0,32x - 11,2)$	6

Tabela 2. Valor das Tarifas Mínimas Cobradas pela CAER (2019)

CATEGORIA	TARIFA MÍNIMA -NI (RS)
Residencial	23,83
Comercial	50,10
Industrial	78,07
Publico	65,23

Para o cálculo dos valores tarifários cobrados pela CAER levou-se em consideração a Equação 1 (Valores tarifários do abastecimento de água na cidade de Boa Vista – RR), em que a concessionária faz o uso de algumas equações para o cálculo



da cota tarifaria cobrada. A Equação 1 é normalmente utilizada para o cálculo da tarifa para residências boa-vistenses considerando a média de consumo.

Para volumes 11 a 19 m³:

$$V = NI (7x^2 + 995x) / 10.000 \quad (1)$$

Sendo:

V: Valor da Conta de água em R\$

NI: Tarifa Mínima da Categoria do Consumidor = 23,83 para residências

X: Consumo em m³

Além da tarifa convencional cobrada existe outro tipo, a Tarifa Social criada pelo Conselho de Administração do órgão em 08/11/05, com um valor de R\$ 15,02, tem como objetivo levar o saneamento às pessoas menos favorecidas, garantindo saúde e qualidade de vida às famílias roraimenses que não tem condições de pagar pelos serviços. Os critérios para o que essa tarifa seja cobrada em vez da convencional são:

- a) Imóveis: Somente devem ser cadastrados os imóveis com área construída de até 70 m² (setenta metros quadrados), para fins residenciais.
- b) Consumo de água: até 10 m³.
- c) Renda: A renda da família residente no imóvel será de até um salário mínimo por pessoa.
- d) Consumo de energia: até 80 kW.

Além dos arejadores ensaiados anteriormente, foram considerados outros dispositivos disponíveis no mercado como redutores de vazão e descargas com acionamento duplo. Para uma análise mais completa de como uma residência pode ter seu consumo afetado pela instalação desses dispositivos poupadores, fez-se uma projeção de qual seria essa economia. Para tanto, considerou-se:

- a) Descarga sanitária com duplo acionamento: com volume de descarga com 6 litros e 3 litros.
- b) Redutor de vazão constante: feita sua instalação no chuveiro.

Para essas projeções levou-se em consideração que em média uma pessoa utiliza a descarga do vaso sanitário em média cinco vezes ao dia, variando uma vez para mais ou menos como estima Tomaz (2009). Estimando ainda que 80% dessas descargas seja apenas para limpeza de dejetos líquidos, o que não necessitaria de um volume completo da descarga, dessa forma pode-se considerar o acionamento do menor volume da descarga que é de aproximadamente 3 litros.

3. Resultados e Discussões

3.1. Consumo de água na cidade de Boa Vista – RR

A partir dos dados do consumo de água nas residências unifamiliares boa-vistenses, estimou-se uma faixa de consumo de água, tanto em cada residência como, por morador. A Tabela 3 apresenta o consumo médio por residência e o consumo por

habitante. Percebe-se que a estimativa do consumo per capita em litros por habitante em um dia foi de 147,5 l/habitante.dia, valor esse menor que o fornecido pela SNIS no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017, que é de 156,1 l/hab. dia. Porém, ambos estão em uma média considerável admissível de desvio. E ambos os valores são diferentes do valor sugerido pela NBR 5626 (1998), que é de 150 l/hab. dia em residências. A Tabela 3 mostra que há diferenças de consumo entre as residências isso pode estar associado ao número de pessoas e hábitos dos consumidores em cada residência.

Tabela 3. Estimativa do consumo médio das residências investigadas (Batista, 2019)

RESID.	Nº TOTAL DE HABITANTES NA RESIDÊNCIA	Nº DE DIAS	CONSUMO MÉDIO POR RESIDÊNCIA		CONSUMO POR HABITANTE (litros)	
			(m³)	(litros)	MÊS	DIA
1	4	29	15,000	15000	3750	129
2	6	30	35,000	35000	5833	194
3	5	30	10,000	10000	2000	67
4	4	30	15,000	15000	3750	125
5	4	30	16,000	16000	4000	133
6	5	30	10,000	10000	2000	67
7	6	30	30,000	30000	5000	167
8	6	30	21,000	21000	3500	117
9	2	30	8,333	8333	4167	139
10	2	30	13,667	13667	6834	228
11	2	30	6,000	6000	3000	100
12	6	30	24,000	24000	4000	133
13	5	30	20,000	20000	4000	133
14	4	30	14,667	14667	3667	122
15	5	29	39,000	39000	7800	269
16	6	30	17,667	17667	2945	98
17	2	30	10,667	10667	5334	178
18	3	31	13,000	13000	4333	140
19	3	30	15,333	15333	5111	170
20	4	31	19,667	19667	4917	159
MÉDIA	4	30	17,7	17700	4425,0	147,5

Considerando o consumo de 150 l/hab.dia que é o valor sugerido pela NBR (esse valor foi o escolhido por tratar-se do mais próximo a média dos três citados anteriormente), foi estimado através da distribuição de consumo nas residências citado no referencial teórico a quantidade de litros gasto de maneira mais específica em cada dispositivo de consumo como vê-se na Figura 8.

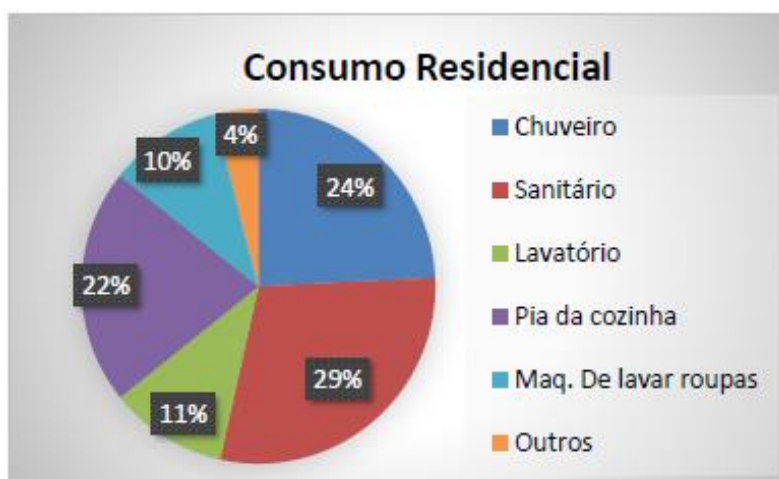


Figura 8. Distribuição do consumo de água residencial (Batista, 2019)

3.2. Instalação de arejadores em torneiras

Com os ensaios realizados com a instalação de arejadores em torneiras obteve-se os seguintes resultados indicados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados dos ensaios com arejadores instalados em torneiras (Batista, 2019)

DISPOSITIVOS	TEMPO (s)	VAZÃO			
		1º TESTE (litros)	2º TESTE (litros)	3º TESTE (litros)	MÉDIA DOS TESTES (litros)
Torneira sem dispositivos	30	5,950	5,950	5,875	5,925
Arejador tipo fixo	30	4,095	4,110	4,040	4,082
Arejador tipo articulável	30	4,150	4,050	4,025	4,075

Através dos resultados obtidos nos ensaios foi possível calcular o quanto cada dispositivo gera de economia em litros por minuto, como é ilustrado na Tabela 5.

Tabela 5. Economia com a instalação de arejadores em torneiras (Batista, 2019)

Equip.	Consumo médio sem dispositivos redutores	Dispositivo instalado	Consumo médio com dispositivos redutores	Economia com instalação do dispositivo
Torneira	11,85 l/min	Arejador tipo fixo	8,16 l/min	3,69 l/min 31%
Torneira	11,85 l/min	Arejador tipo articulável	8,15 l/min	3,70 l/min 31%

Observando-se uma economia de 31% no consumo gerada pela instalação de arejadores simples em torneiras, percebe-se que ocorre uma redução nos valores pago pelo o consumo. Ou seja, o quanto economiza-se nas contas de água com a instalação desses dispositivos.

3.3. Utilização de meia seção no sistema hidráulico de uma residência

Com as observações realizadas no sistema hidráulico onde aferiu-se o consumo da residência em determinados períodos com limitação de vazão pelo uso de apenas meia seção da tubulação e em períodos em que o registro foi totalmente aberto se obteve os seguintes resultados apontados na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados da utilização de meia seção em sistemas hidráulicos residenciais (Batista, 2019)

1º CICLO : MEIA SEÇÃO		2º CICLO: SEÇÃO TOTAL		3º CICLO: MEIA SEÇÃO		4º CICLO: SEÇÃO TOTAL	
Tempo decorrido	Medição do hidrômetro	Tempo decorrido	Medição do hidrômetro	Tempo decorrido	Medição do hidrômetro	Tempo decorrido	Medição do hidrômetro
00 horas	1527,240 m ³	00 horas	1528,790 m ³	00 horas	1530,440 m ³	00 horas	1531,930 m ³
24 horas	1527,690 m ³	24 horas	1529,300 m ³	24 horas	1530,950 m ³	24 horas	1532,550 m ³
48 horas	1528,210 m ³	48 horas	1529,790 m ³	48 horas	1531,420 m ³	48 horas	1533,380 m ³
72 horas	1528,790 m ³	72 horas	1530,440 m ³	72 horas	1531,930 m ³	72 horas	1534,120 m ³

Ao analisar-se os dados coletados com as medições de leituras no hidrômetro foi possível ter o resultado do volume em litros consumido na residência durante os quatro ciclos do ensaio, dados esses apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Consumo da residência com o registro em meia seção e totalmente aberto (Batista, 2019)

Medições	1º ciclo	2º CICLO	3º CICLO	4º CICLO
	Meia seção	Seção total	Meia seção	Seção total
1ª	450 Litros	510 Litros	510 Litros	620 Litros
2ª	520 Litros	490 Litros	470 Litros	830 Litros
3ª	580 Litros	650 Litros	510 Litros	740 Litros
MÉDIA	517 Litros	550 Litros	497 Litros	730 Litros

Pode-se observar que o consumo da residência com meia seção teve em média 507 litros em um período de 24 horas, e o consumo com a seção totalmente aberta é de 640 litros em um mesmo período de tempo. Porém, como o primeiro ciclo de medições em seção completa foi realizado em um fim de semana antecedido de um feriado, período esse que o funcionamento da residência sofre algumas alterações, o que pode ter influenciado em um menor volume consumido que o normal. Mesmo assim ainda se observou alterações consideráveis no volume consumido já que quase um terço da água consumida nas residências vai para a descarga, por isso é preciso estar atento ao bom funcionamento do sistema, especialmente em tempos de consumo controlado.

Ao reduzir-se a seção da tubulação de fornecimento principal da residência percebeu-se que houve uma redução do consumo de cerca de 20,8% por dia. Essa diminuição de consumo causada pela redução da seção só causou desconfortos perceptíveis aos usuários quando várias torneiras e chuveiro da residência estavam ativos ao mesmo tempo. Porém um desconforto mínimo, o que demonstra que a redução da seção de vazão é uma forma eficiente de economia de consumo. Pode-se considerar que a única desvantagem é que a redução da vazão pode diminuir o conforto do banho,

que normalmente é mais agradável com maior vazão de água. Recomenda-se que seja implantado essa alternativa desde que a necessidade da residência continue sendo atendida sem grandes prejuízos. E antes de adquirir o material, porém, é importante verificar se o sistema hidráulico da edificação comporta a redução, pois a vazão recebida pode já ser bem próxima da mínima necessária para as atividades domésticas.

3.4. Análise técnica e econômica da implementação de dispositivos poupadores de água

3.4.1. Análise da viabilidade técnica de implementação dos dispositivos

Tecnicamente considerou-se os cuidados com relação as condições necessárias para instalação em que o dispositivo seja compatível com o diâmetro e a rosca do bico da torneira onde o arejador foi instalado. A Tabela 8 apresenta o resumo da análise técnica, em que mostra a viabilidade técnica dessas implementações.

Tabela 8. Análise de viabilidade técnica (Batista, 2019)

Dispositivos	Mão de obra especializada	Condições de instalação	Viabilidade técnica de implementação
Arejador	Não	Diâmetro compatível com o bico da torneira	Viável
Redutor de vazão	Não	Diâmetro compatível com a tubulação de instalação	Viável
Descarga com duplo acionamento	Não	Caixa sanitária do tipo acoplada Tipo de kit compatível com a caixa acoplada	Viável

3.4.2. Avaliação da viabilidade econômica de implementação

Levando-se em consideração os percentuais de consumo em cada equipamento apresentados na Figura 8: (Distribuição do Consumo de água residencial). Chegou-se aos seguintes resultados mostrados na Tabela 9.

Tabela 9. Primeira combinação de Instalação de dispositivos de redução de consumo em uma residência (Batista, 2019)

Dispositivos de consumo	Consumo sem dispositivos		Dispositivos instalados	Valor médio do dispositivo	Economia gerada		Consumo com dispositivos
	%	Litros			%	Litros	
Chuveiro	24	36,0	Redutor de vazão com vazão constante de 12 l/min	R\$ 26,57	40%	14,40	21,60
Sanitário	29	43,5	Kit de descarga com duplo acionamento	R\$ 126,00	40%	17,40	26,10
Lavatório	11	16,5	Arejador fixo	R\$ 2,50	31%	5,13	11,37
Pia da cozinha	22	33,0	Arejador fixo	R\$ 2,50	31%	10,30	22,70
Maq. De lavar roupas	10	15,0					15,00
Outros	4	6,0					6,00
TOTAL		150,0		R\$ 157,57		47,24	102,76

Nessa primeira combinação levou-se em consideração um dos arejadores encontrados no mercado de Boa Vista, foi escolhido o arejador do tipo fixo em detrimento do articulável ambos com uma mesma porcentagem de economia de água,

porém o de tipo fixo teve um valor de aquisição de R\$ 2,50, já o do tipo articulável foi adquirido por R\$ 28,00. Ou seja, o fixo foi bem mais vantajoso economicamente.

Levando em consideração uma residência com quatro pessoas que antes tinha o consumo médio estimado de 600 l/dia e conseqüentemente um consumo de 18000 litros ou 18 m³ por mês, que pelas fórmulas de tarifação da fornecedora de água (equação 1) pagava o valor pelo consumo de água mensal de 48,08 reais. É importante lembrar que além do consumo paga-se pelo esgoto gerado da residência uma taxa de 80% sobre o consumo. Desta forma na verdade o valor mensal tarifário da família passaria a ser de 86,54 reais. A instalação desses dispositivos nas instalações hidráulicas na residência proporcionar uma economia estimada de 47,24 litros/hab.dia, ou seja, o volume consumido passou a ser de 102,76 litros/hab.dia.

Como o caso investigado se trata de 4 habitantes por residência e as aferições são realizadas a cada 30 dias, o consumo em um mês foi de 12,33 m³ de volume de água. Assim, os consumidores passam a pagar mensalmente o valor de R\$ 57,18 reais. Obteve-se uma economia de R\$ 29,36 por mês na tarifa, o que pagaria o investimento de R\$ 157,57 feito na instalação dos dispositivos em um período de retorno (TR) de aproximadamente 6 meses.

Já na segunda combinação de Instalação de dispositivos de redução de consumo em uma residência. Na estimativa levou-se em consideração os dispositivos mais econômicos disponíveis no mercado brasileiro, como apresentada na Tabela 11.

Tabela 11. Segunda combinação de Instalação de dispositivos de redução de consumo em uma residência (Batista, 2019)

Dispositivos de consumo	Consumo sem dispositivos		Dispositivos instalados	Valor médio do dispositivo	Economia gerada		Consumo com dispositivos Litros
	%	Litros			%	Litros	
Chuveiro	24	36,0	Redutor de vazão com vazão constante de 12 l/min	R\$ 26,57	40%	14,40	21,60
Sanitário	29	43,5	Kit de descarga com duplo acionamento	R\$ 126,00	40%	17,40	26,10
Lavatório	11	16,5	Arejador vazão constante de 1,8 l/min	R\$ 30,00	80%	13,20	3,30
Pia da cozinha	22	33,0	Arejador vazão constante de 6 l/min	R\$ 20,00	50%	16,50	16,50
Maq. De lavar roupas	10	15,0					15,00
Outros	4	6,0					6,00
TOTAL		150,0		R\$ 202,57		61,50	88,50

Considerando o mesmo processo de cálculo da 1ª combinação. Na 2ª combinação o consumo na residência foi de 10,62 m³ de volume de água. Assim, os consumidores passam a pagar mensalmente o valor de R\$ 48,71 reais. Obteve-se uma economia de R\$ 37,83, ou 47,3% por mês na tarifa, o que pagaria o investimento de R\$ 202,57 feito na instalação dos dispositivos em um período de retorno (TR) de aproximadamente 6 meses.



Nota-se então que a segunda combinação é mais vantajosa economicamente, pois sua economia no consumo é bem maior e mesmo com um investimento maior inicial o período retorno (TR) foi o mesmo, proporcionando maior vantagem posterior financeiro.

4. Conclusões

Diante da crise hídrica, sendo fundamental a conservação dos recursos hídricos, faz-se necessário adotar alternativas que sejam sustentáveis e que contribuam para o uso racional de água. É evidente o problema de desperdício de água na atualidade, sendo o maior índice de desperdício tanto nas perdas entre a distribuição e a chegada nas residências.

O desperdício verificado relativo ao consumo residencial também é algo notório e que chama atenção, até porque é remediável com maior facilidade. Os dispositivos de redução de vazão disponíveis no mercado mostraram-se excelentes opções de implementação para solucionar, ou ao menos amenizar consideravelmente, esse desperdício em residências.

Nos experimentos realizados com arejadores simples, constatou-se uma economia de 31% do consumo em torneiras. E nas análises de redução para meia seção de vazão do registro geral de fornecimento de água da residência notou-se uma redução de cerca de 20,8% do volume consumido.

Outro fator que deve ser levado em consideração é que, além da economia de água, estimada em cerca de 41%, essa diminuição de vazão e, conseqüentemente, de volume consumido também gera uma vantagem econômica ao consumidor, como constatada na análise econômica de implementação que uma residência que passou do valor tarifário de R\$ 86,54 à R\$ 48,71, uma economia de R\$ 37,83.

Evidenciou-se, dessa forma, que o investimento é viável, com redução do consumo em 43,7 % e com o tempo estimado de retorno em aproximadamente 6 meses, mais uma vantagem desse modelo de implementação.

Referências

- ANA. Agência Nacional de Águas (2017) “Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: Relatório pleno”, Agência Nacional de Águas, ANA, Brasília.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626 (1998) “Instalação Predial de Água Fria”, Rio de Janeiro.
- Batista, E. S. (2019) “Avaliação técnica e econômica de dispositivos redutores de vazão de água nas instalações hidráulicas de residências populares”, Trabalho de Conclusão de Curso TCC, UFRR, Boa Vista.
- CAER. Companhia de Águas e Esgotos de Roraima (2019) “Estrutura Tarifária”, <http://gsan.caer.com.br>, Maio.
- ECOSOLI (2019) “Catalogo de produtos ecosoli”, <https://www.ecosoli.com.br/>, Junho.



- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018) “Pesquisa Nacional de Saneamento Básico”, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rr/panorama>, Março.
- SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2017) “Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos”, SNS/MDR, 226 p., Brasília, <http://www.snis.gov.br>, Junho.
- Rezende, O. M. (2019) “Redutores de vazão proporcionam economia de água”, https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/redutores-de-vazao-proporcionam-economia-de-agua_14778_10_0, Março.
- Tomaz, P. (2009) “Água: Pague menos”, <http://pliniotomaz@uol.com.br>, Outubro.