

# Estratégia para Redução do Consumo de Água Potável Através do Uso de Fontes Alternativas em Shopping Centers

**Fernanda Ribeiro Guzzo**

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil  
[fernandarguzzo@gmail.com](mailto:fernandarguzzo@gmail.com)

**Celso Silva Bastos**

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil  
[celsobastos10@gmail.com](mailto:celsobastos10@gmail.com)

**Ricardo Franci Gonçalves**

Universidade Federal do Espírito Santo - Brasil  
[rfg822@gmail.com](mailto:rfg822@gmail.com)

## ABSTRACT

*The present article discusses strategies for the conservation of drinking water through the use of non-drinkable water sources. The study identified the cooling tower, restaurants and restrooms as the largest consumers of water. Also, it evaluated the availability of the most relevant sources of non-drinkable water, in this case: gray water treated for reuse, rainwater and condensation water. The gray water produced was equivalent to 11,301.68 m<sup>3</sup> / year, while the rainwater supply was 64,950.80 m<sup>3</sup> / year. As far as the production of condensation water is concerned, it was verified that 1 RT (Refrigeration Tons) is able to produce 5,823 liters of water per day, generating a total of 3.492,00 m<sup>3</sup> / year. The Reconciled Water Balance (RWB) method was applied in the reconciliation of measured and estimated flow data, in order to reduce the errors embedded in the different forms of flow measurement. The RWB showed little difference between measured and reconciled flows. It was thus concluded that the use and reuse of the three sources of non-drinkable water (treated gray water for reuse, condensation water and rainwater) and the use of rainwater retention tanks (RECAP's) would imply an economy of 46,281.33 m<sup>3</sup> / year, corresponding to about 84% of the demand for non-drinkable water.*

**Keywords:** Reuse; Water use; Mall; Water Balance; Predictors.

## 1. INTRODUÇÃO

Ainda hoje, muitas práticas equivocadas de construção são executadas, como a negligência nos sistemas de sombreamento, jardins com espécies vegetais com necessidade de alta irrigação e prédios muito altos que bloqueiam a passagem do ar. Como consequência, essas práticas são apontadas como responsáveis por níveis insuportáveis de calor dentro e fora dos edifícios, levando a uma dependência enorme de sistemas de refrigeração, implicando em um elevado consumo de água e de energia (AL-SALLAL; AL-RAIS; DALMOUNK, 2013; GILRON, 2014). Nesse contexto, ressalta-se a importância da inserção de medidas de conservação de água na fase de concepção dos projetos de edificações, tornando o empreendimento eficiente em termos de consumo de água e energia. Uma vez construída a edificação, cabe à implementação de programas de conservação de água com objetivo de analisar o perfil de

consumo de água e propor ações para reduzi-lo, como campanhas educativas, capacitação profissional, regulagem periódica de equipamentos economizadores e controle de perdas e desperdícios. Desta forma, destacam-se as edificações comerciais de grande porte, pois essas exercem constante pressão sobre os sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e fornecimento de energia elétrica da região devido às suas necessidades de operação. A instalação desse tipo de empreendimento sem uma estimativa adequada de consumo de água pode acarretar em problemas de subdimensionamento do ponto de abastecimento e dos reservatórios e mesmo de sobrecarga do sistema de esgoto, principalmente quando em regiões com redes consolidadas e de difícil ampliação (SANTO; SANCHEZ, 2001). Segundo Gois, Rios e Costanzi (2015), para existir um programa eficaz de conservação de água em centros comerciais há uma necessidade de reduzir os custos de água e esgoto, reforçando o investimento em sistemas de aproveitamento de fontes não potáveis de água. Esses sistemas, além de diminuir os custos com água e esgoto, são apontados como práticas sustentáveis, fornecendo à empresa uma imagem ambientalmente amigável e um ponto bastante valioso para diversos consumidores. Essas edificações são consideradas ideais para instalação de sistemas de aproveitamento de fontes alternativas de água. Os grandes centros comerciais possuem um enorme potencial de produção de água a partir de fontes alternativas, como água de chuva, água de condensação e água cinza, uma vez que ocupam uma ampla área e permitem a circulação de um grande número de pessoas. Diante desse contexto, esta pesquisa teve como objetivo geral estudar estratégias para conservação de água potável através do aproveitamento de fontes não potáveis em uma edificação comercial de grande porte.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Informações Preliminares.

Foi escolhido para estudo de caso um shopping Center, localizado no município de Vila Velha, ES. O shopping Center Vila Velha (SCVV) em estudo foi inaugurado em 25 de agosto de 2014, possui 70.397,98 m<sup>2</sup> de área bruta locável e três pisos de lojas, porém apenas dois estão em funcionamento, conforme dados da operadora do shopping.(BR Malls, 2016).

### 2.2 Estudo do consumo de água e a produção de diferentes águas residuárias na edificação.

Após o reconhecimento das instalações hidrossanitárias da edificação, foi elaborado um plano de setorização do consumo de água, que possibilitou a divisão por setores de cada atividade consumidora de água, tais como, banheiros sociais e bebedouros, refeitório, restaurantes, torre de resfriamento, área de eventos, cinema, supermercado, caixa de compensação, salão de beleza, lavanderia, academia, tanques e lojas. Foram realizadas leituras dos hidrômetros diariamente, no horário das 14 horas no período de setembro de 2016 a janeiro de 2017. Ademais foram estimadas as vazões de águas residuárias produzidas, tais como, o volume de água cinza, água pluvial e água de condensação, e, diante disso, foi possível estabelecer a configuração do balanço hídrico da edificação.

#### 2.2.1 Água Cinza.

Neste trabalho foi considerado o produto de água cinza como o valor referente ao consumo de água potável nas pias dos banheiros sociais, pias dos banheiros do cinema, pias dos banheiros de funcionários, pias da sala de resgate, pias e chuveiros do vestiário do SCVV, pias e chuveiros da academia, nas lojas, nos tanques, na lavanderia, e no salão de beleza. Foram instalados 02 hidrômetros em um banheiro social feminino, onde um deles registrava o consumo de água das pias e o outro o consumo das bacias

sanitárias. Estes hidrômetros foram medidos diariamente a fim de verificar a representatividade do consumo de água pelas pias em relação ao consumo total do banheiro. Essa representatividade foi mantida para todos os banheiros sociais e banheiros do cinema com relação a seus consumos de água totais. No caso dos banheiros de funcionários e sala de resgate, entretanto, a produção foi estimada considerando o número médio de usuários e o consumo de água per capita na pia de 1 litro por uso (GONÇALVES, 2006). No vestiário a estimativa foi calculada com base na área total do vestiário, sendo que o consumo de água em vestiário é de 2,4 litros por área por dia (*Wastewater Gardens -WWG*, 2017), porém foi considerado apenas 30% do valor total de água consumida, pois o vestiário é pouco utilizado. Sendo o consumo de água em pias, chuveiros e bacias sanitárias 1 litro/uso, 5,5 litros/uso e 6,5 litros/uso, respectivamente (GONÇALVES, 2006), obteve-se que 50% da água consumida se referem à produção de água cinza. Para academia, foi estimado o número de usuários através da razão entre o consumo total de água registrado por hidrômetros e o consumo de água por usuários em academias, segundo WWG (2017) equivalente a 11 litros/usuário. Assim, avaliou-se a produção total de água negra (água proveniente das bacias sanitárias) multiplicando o número de usuários pelo volume de água por descarga, 6,5 litros, (GONÇALVES, 2006), admitindo-se que todos os usuários utilizam a bacia sanitária uma vez por dia. Então, o valor da produção de água cinza foi estimado através da subtração da água total consumida e a produção de água negra. A produção de água cinza nas lojas, nos tanques, na lavanderia e no salão de beleza foi feita considerando o mesmo volume de consumo de água potável conforme registro dos hidrômetros.

### 2.2.2. Água Pluvial

A determinação do volume de água pluvial disponível foi embasada na metodologia descrita na NBR 15527:2007 (ABNT, 2007) (Equação 1), que considera os valores de precipitação referente ao local do empreendimento, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a área total da cobertura da edificação, dado disponível na administração central do shopping. Em resumo, o volume da oferta de água da chuva é calculado através da multiplicação do coeficiente de escoamento (C), área da cobertura (A) e precipitação (P) e desse resultado é subtraído o volume de água correspondente a uma altura de lâmina da água igual a 2 mm multiplicado pela área (A) (Equação 1), ou seja, foi considerado um descarte da precipitação inicial conforme preconiza a NBR 15527:2007 (ABNT, 2007).

$$V_{oferta} = \left( \frac{CxAP}{1000} \right) - \left( \frac{2xA}{1000} \right) \quad (1)$$

Onde: V = Volume da oferta de água da chuva (m<sup>3</sup>); C = coeficiente de escoamento; A = área de contribuição da cobertura (m<sup>2</sup>); P = precipitação (mm).

### 2.2.3. Água de Condensação

O cômputo da água de condensação foi realizado através do método volumétrico efetuado na saída de 4 drenos de condensado dos fancoils. O método volumétrico foi realizado durante um dia para cada dreno, nos horários de funcionamento do equipamento (10 horas até às 22 horas). O recipiente escolhido para a cubagem possui volume de 212 litros. Após a realização da volumetria e identificação do TR correspondente aos fancoils atendidos por cada dreno, foi possível relacionar os TR's com a produção diária de condensado de cada um. Neste trabalho foi assumido que o volume de condensado produzido por um fancoil de determinado TR é similar a outro de mesmo TR. Sendo assim, conhecido o valor de todos os TR's da área comum do SCVV e a produção de água equivalente para 01 TR, pôde-se calcular

a produção de condensado para todo o sistema.

### 2.3 Balanço Hídrico da Edificação.

Visando reduzir os erros amostrais com a coleta de dados de vazão, com os registros teóricos ou com as estimativas com base na literatura, foi aplicado o método do balanço hídrico reconciliado (BHR), desenvolvido pela Rede Teclim, que propõe a atribuição de graus de confiabilidade para os dados de vazão (FREIRE, 2011).

### 2.4 Indicadores de Consumo de Água Potável e Água não Potável.

Os indicadores de consumo relacionados à conservação de água considerados no trabalho encontram-se na (Tabela 2).

**Tabela 2.** Indicadores de Consumo de Água

Indicador	Equação	Número
Média diária do consumo de água na edificação - $C_{dia}$ (litros/dia)	$C_{dia} = C_{ano} \left( \frac{m^3}{ano} \right) x \frac{1000 (litros)}{1(m^3)} x \frac{1(ano)}{12 (meses)} x \frac{1 (mês)}{30 (dias)}$	(5)
Indicador de consumo de água por pessoa - $I_{cp}$ (litros/dia/pessoa)	$I_{cp} = \frac{C_{dia}}{N}$	(6)
Indicador de consumo de água por veículos - $I_{cv}$ (litros/dia/nº veículos)	$I_{cv} = \frac{C_{dia}}{V}$	(7)
Indicador de consumo diário de água por área bruta locável - $I_{ca}$ (litros/dia/m <sup>2</sup> )	$I_{ca} = \frac{C_{dia}}{A}$	(8)
Indicador de consumo de água por funcionários - $I_{cf}$ (litros/dia/funcionário)	$I_{cf} = \frac{C_{dia}}{f}$	(9)
Média diária do consumo de água na torre de resfriamento - $C_{TR,dia}$ (litros/dia)	$C_{TR,dia} = C_{TR,ano} \left( \frac{m^3}{ano} \right) x \frac{1000 (litros)}{1(m^3)} x \frac{1(ano)}{12 (meses)} x \frac{1 (mês)}{30 (dias)}$	(10)
Relação do consumo de água no sistema de ar condicionado (Torre de resfriamento) e o consumo de água no SCVV - $R_{A,S}$	$R_{A,S} = \frac{C_{TR,dia}}{C_{dia}}$	(11)
Indicador de produção de água negra por pessoa - $I_{pnp}$ (litros/dia/pessoa)	$I_{pnp} = \frac{P_{n,dia}}{N}$	(12)
Indicador de produção de água cinza por pessoa - $I_{pcp}$ (litros/dia/pessoa)	$I_{pcp} = \frac{P_{c,dia}}{N}$	(13)

Lê-se:  $C_{ano}$  = média anual do consumo de água na edificação (litros/ano);  $C_{dia}$  = média diária do consumo de água na edificação (litros/dia);  $V$  = média diária do fluxo de veículos = 7.995 veículos/d.  $A$  = 70.397,98 m<sup>2</sup>, área bruta locável.  $f$  = 5.000, média diária do fluxo de funcionários.  $C_{TR,ano}$  = média anual do consumo de água na torre de resfriamento (litros/ano);  $C_{TR,dia}$  = média diária do consumo de água na torre de resfriamento (litros/d).  $P_{n,dia}$  = média diária da produção de água negra na edificação (litros/d);  $P_{c,dia}$  = média diária da produção de água cinza na edificação (litros/d);  $N$  = 28.986 pessoas/d, fluxo diário médio de pessoas (funcionários e clientes).

### 2.5 Estratégias com a utilização de diferentes fontes de água não potável na edificação.

Foram consideradas as estratégias 1, 2, 3, 4 e 5 para uso de fontes de água alternativas em substituição à demanda de água não potável (DANP) (Tabela 3). O SCVV possui RECAP's (reservatório de contenção de água pluvial) distribuídos em vários pontos, para amortecer a vazão de água pluvial a ser

encaminhada para o sistema de drenagem público. A soma de todos os RECAP's equivale a 644,4 m<sup>3</sup>.

**Tabela 3.** Descrição das estratégias 1, 2, 3, 4 e 5

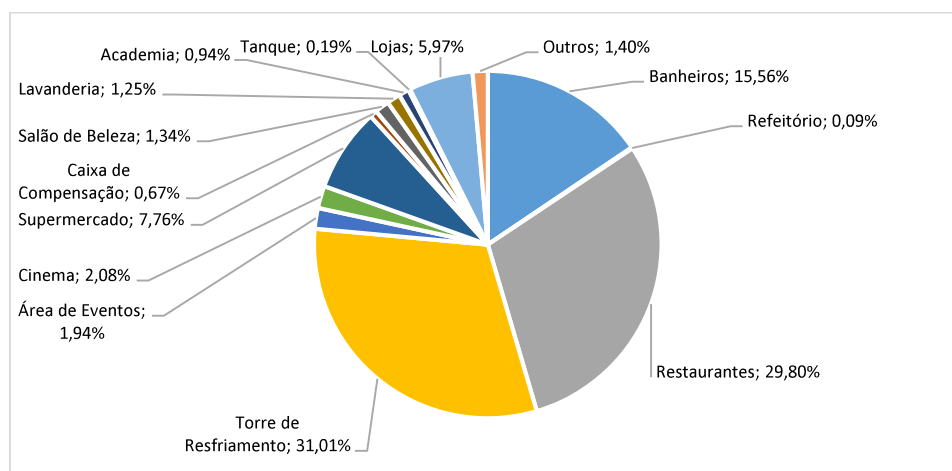
Estratégias	Descrição
Estratégia 1	Somente reúso de água cinza.
Estratégia 2	Somente aproveitamento da água de condensação.
Estratégia 3	Somente aproveitamento da água pluvial.
Estratégia 4	Somente aproveitamento da água pluvial utilizando RECAP's (NBR 15527:2007)
Estratégia 5	Aproveitamento das águas pluviais, águas de condensação e reúso das águas cinza utilizando os RECAP's, de acordo com a ABNT NBR 15527:2007

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Consumo de Água Potável.

Os principais consumidores de água no shopping em estudo são a torre de resfriamento (31,01%), os restaurantes (29,8%) e banheiros (15,5%) (Figura 2). Destaca-se que o volume de água potável utilizada na torre de resfriamento pode ser substituído por outra fonte de água menos nobre. O mesmo pode ser afirmado com relação à água usada nas descargas dos banheiros e para lavagem em geral.

**Figura 2.** Setorização do Consumo de Água no SCVV.



#### 3.2 Disponibilidade de Fontes não Potáveis de Água.

Os principais consumidores de água no shopping são a torre de resfriamento (31,01%), os restaurantes (29,8%) e banheiros (15,5%) (Figura 2). O consumo de água nas pias é equivalente a 4% do consumo total do banheiro, sendo esse resultado replicado para os demais banheiros sociais e banheiros do cinema. A produção de água cinza total equivale à soma das águas produzidas nos banheiros, na sala de resgate, no vestiário, na academia, nas lojas, nos tanques, na lavanderia e no salão de beleza (**Tabela 4**). Os resultados indicam que o maior produtor de água cinza são as lojas, responsáveis por aproximadamente 59% do total de água cinza produzida.

**Tabela 4. Vazão da Produção de Água Cinza Total**

	<b>m³/dia</b>	<b>m³/mês</b>	<b>m³/ano</b>
Total de Água Cinza - Banheiro Social	2,40	71,98	863,75
Total de Água Cinza - Banheiro Cinema	0,32	9,63	115,62
Total de Água Cinza - Banheiro Funcionários	0,04	12,12	145,44
Total de Água Cinza - Sala de Resgate	0,01	0,18	2,16
Total de Água Cinza – Vestiário	0,08	2,25	27,00
Total de Água Cinza - Academia	1,20	36,00	432,00
Lojas	18,42	552,60	6.631,20
Tanques	0,58	17,37	208,39
Lavanderia	3,86	115,78	1.389,32
Salão de Beleza	4,13	123,90	1.486,80
<b>Total</b>	<b>31,39</b>	<b>941,81</b>	<b>11.301,68</b>

### 3.2.1 Água da Chuva.

A oferta anual de água da chuva foi estimada em 64.950,88 m<sup>3</sup>, ou seja, 68% da demanda de água potável consumida pelo SCVV (Figura 3).

**Tabela 5. Oferta de Água de Chuva na Edificação**

Precipitação Média Anual	Área de Captação	Coefficiente de Escoamento	Volume da Oferta de Água de Chuva Anual
1.361,66 m	50.288,15 m <sup>2</sup>	0,95	64.950,88 m <sup>3</sup>

### 3.2.2 Água de Condensação.

Considerando somente a produção dos fancoils monitorados, em um mês, o shopping produz um total de 132 m<sup>3</sup> de água de condensação (Tabela 6). Entretanto, relacionou-se a quantidade de TR disponível em cada fancoil drenado e seu respectivo TR, identificando que 1 TR é capaz de produzir 5,8 litros de água condensada por dia. Assim, relacionou-se a tonelada de refrigeração total do SCVV (1669,7 TR), com o indicador de produção de água condensada dos fancoils (5,823 L/TR.d), concluindo que a produção total mensal de água de condensação é aproximadamente 291 m<sup>3</sup>, sendo uma produção anual equivalente a 3.492,00 m<sup>3</sup>.

**Tabela 6. Resumo do resultado da medição de vazão através do método volumétrico**

Período	Dreno 1m <sup>3</sup>	Dreno 2 m <sup>3</sup>	Dreno 3 m <sup>3</sup>	Dreno 4m <sup>3</sup>	Soma m <sup>3</sup>
10:00 às 14:00 horas	0,278	0,630	0,236	0,290	1.434
14:00 às 18:00 horas	0,200	0,671	0,235	0,259	1.367
18:00 às 22:00 horas	0,195	0,870	0,282	0,266	1.613
Total diário em m <sup>3</sup>	0,674	2.172,13	0,753	0,816	4.416
Total mensal em m <sup>3</sup>	20.230	65.163,	22.600	24.488	132.483
Total anual em m <sup>3</sup>	242,77	781,97	271,20	293,86	<b>1.589,8 m<sup>3</sup>/ano</b>

### 3.3 Balanço Hídrico da Edificação.

O balanço hídrico no SCVV é representado na Figura 4, onde as correntes E's e S's são correntes líquidas de entradas e saídas, respectivamente. As correntes representadas em azul escuro se referem às águas potáveis, em azul claro a água da chuva, enquanto as correntes em verde são relacionadas à água evaporada da torre de resfriamento. As correntes em preto representam a produção de água cinza, em vermelho está demonstrada a produção de esgoto e as correntes em rosa são referentes à água de drenagem.

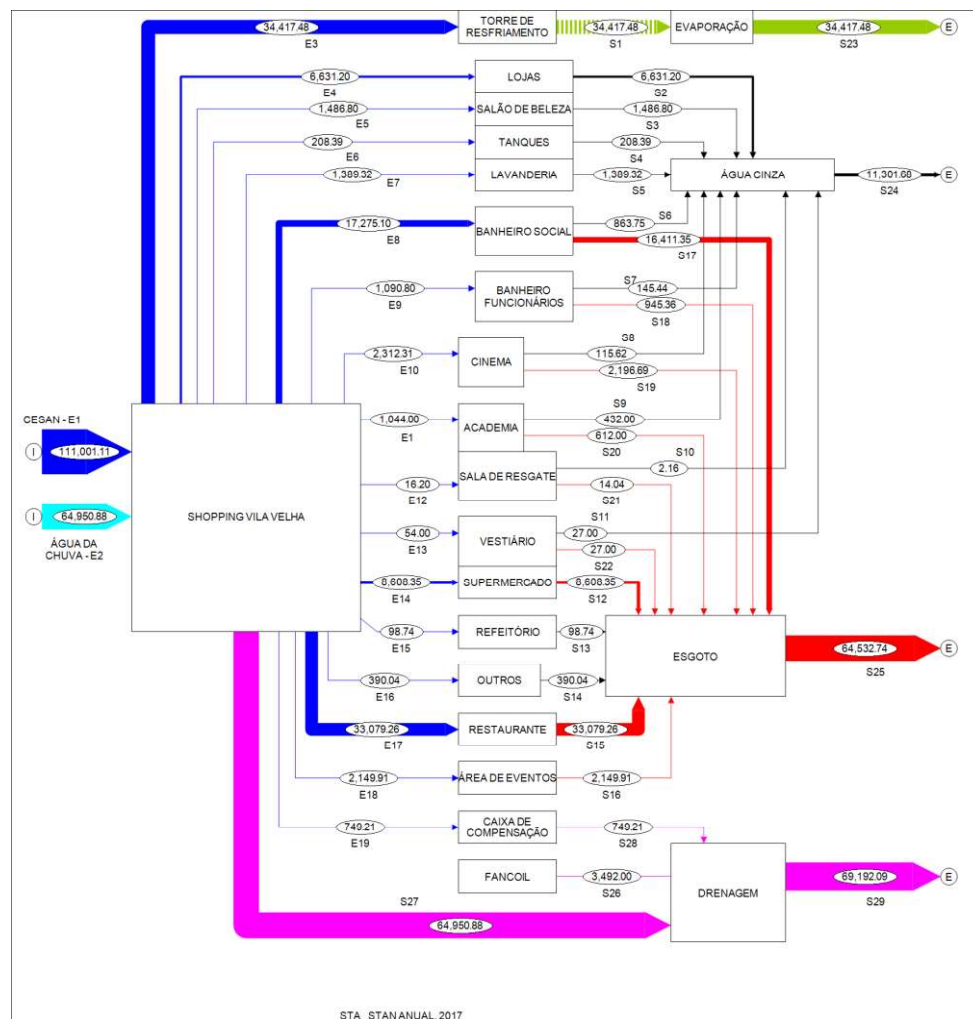
#### 3.3.1 Indicadores de Consumo de Água Potável e Água não Potável.

Os indicadores de consumo foram calculados com base no BHR e de acordo com as Equações de 5 a 13 (Tabela 9).

#### 3.4 Estratégias de conservação de água via aproveitamento de fontes alternativas de água.

No SCVV foram destacadas como atividades que não dependem de água potável o abastecimento das descargas das bacias sanitárias, a reposição da água na torre de resfriamento e lavagem em geral (GONÇALVES, 2009) (Tabela 10).

**Figura 4.** Balanço hídrico anual do SCVV.



**Tabela 9.** Indicadores de Consumo de Água

Indicador	Valor
Média diária do consumo de água na edificação - Cdia (litros/dia)	308.326,14
Indicador de consumo de água por pessoa - Icp (litros/dia/pessoa)	10,64
Indicador de consumo de água por veículos – Icv (litros/dia/nº veículos)	38,56
Indicador de consumo diário de água por área bruta locável - Ica (litros/dia/m²)	4,38
Indicador de consumo de água por funcionários - Icf (litros/dia/funcionário)	61,67
Média diária do consumo de água na torre de resfriamento – CTR,dia (litros/dia)	95.608,86
Relação do consumo de água no sistema de ar condicionado (Torre de resfriamento) e o consumo de água no SCVV – RA,S	31
Indicador de produção de água negra por pessoa - Ipnp (litros/dia/pessoa)	1,96
Indicador de produção de água cinza por pessoa - Ipcp (litros/dia/pessoa)	1,08

**Tabela 10.** Demanda de Água Não Potável

Atividade	Corrente	m³/ano	m³/mês	m³/dia
Bacias Sanitárias e mictórios Banheiros Sociais	S17	16.678,81	1.389,90	46,33
Bacias Sanitárias e mictórios Banheiros Funcionários	S18	945,13	78,76	2,63
Bacias Sanitárias e mictórios Banheiros Cinema	S19	2.192,21	182,68	6,09
Bacias Sanitárias e mictórios Banheiros Academia	S20	612,05	51,00	1,70
Bacia Sanitária Banheiro Sala de Resgate	S21	14,04	1,17	0,04
Bacias Sanitárias e mictórios Vestiário	S22	27,00	2,25	0,08
Torre de Resfriamento	E3	34.419,19	2.868,27	95,61
Lavagem em Geral (Tanques)	E6	208,39	17,37	0,58
Total da Demanda de Água Não Potável		55.096,82	4.591,40	153,05

Fonte: Guzzo, 2017.

Sendo a média do consumo mensal de água potável o valor da entrada E1 (110.997,41 m³/ano) do BHR dividido por 12 meses (9.249,87 m³/mês) tem-se que a DANP representa aproximadamente 50% do total, ou seja, metade do consumo de água do SCVV pode ser substituída por fontes alternativas de água. O potencial das fontes alternativas de água foi avaliado com base nas correntes de saídas de água do BHR (Tabela 11).

**Tabela 11.** Estratégias 1,2 e 3

Estratégias	Corrente	m³/ano	m³/mês	m³/dia	%
1 - Reposição com Água Cinza	S24	11.250,45	937,54	31,25	20
2 - Reposição com Água de Condensação	S26	3.488,62	290,72	9,69	6
3- Reposição com Água de Chuva	S27	64.984,72	5.415,39	180,51	118
Total da Demanda de Água Não Potável		55.096,82	4.591,40	153,05	100

Na estratégia 4, utilizando somente a água da chuva, admitiu-se 41,67% de falha, ou seja, haverá meses em que a oferta de água não potável não será suficiente para suprir toda demanda de água não potável, enquanto a estratégia 5, utilizando a água da chuva, a água cinza e a água de condensação, admitiu 25% de falha. A partir da estratégia 5, com o aproveitamento das três fontes de água não potável, foi



identificado que 84% da DANP pode ser atendida por água de reúso, o que equivale a aproximadamente 41,70% da demanda de água potável. Ou seja, essa estratégia pode gerar uma economia de 46.281,33 m<sup>3</sup> de água potável por ano (**Tabela 12**). Sendo assim, se o SCVV tem capacidade de atender 84% da DANP utilizando outras fontes de água não potável o empreendimento deixaria de comprar 46.281,33 m<sup>3</sup>/ano de água da concessionária, o que representa uma economia de 291.572,37 reais por ano, considerando o valor da água pela CESAN igual a 6,30 (reais/m<sup>3</sup>) (CESAN - Data base: Março de 2017).

**Tabela 12.** Comparação do consumo de água potável e as demandas de águas não potável.

Estratégias	Água Potável (m <sup>3</sup> )	DANP (m <sup>3</sup> )	84% DANP (m <sup>3</sup> )
Anual	110.997,41	55.096,82	46.281,33
Mensal	9.249,78	4.591,40	3.856,78
%	100%	49,64%	41,70%

#### 4. CONCLUSÃO

Este estudo mostrou as possibilidades de uso de fontes alternativas de água em um shopping center situado no Município de Vila Velha, Espírito Santo. Através da setorização do consumo de água no empreendimento foi possível se observar que os maiores consumidores de água são a torre de resfriamento, os restaurantes e os banheiros sociais. As águas cinza e de condensação representam apenas 20% e 6%, respectivamente, da demanda de água não potável (DANP). Já a água de cuja coletada na cobertura pode suprir 118% DANP, devido, sobretudo, à grande área de captação da cobertura da edificação. Entretanto, como a água de chuva é intermitente, somente o seu aproveitamento utilizando os reservatórios disponíveis (RECAP's) admite 41,67% de falhas (meses não atendidos no ano). A utilização das três fontes de água não potável disponíveis no SCVV conseguem atender a 84% da DANP, representando uma economia de 46.281,33 m<sup>3</sup>/ano de água potável. Ademais, o aproveitamento de fontes não potável de água reduziria significativamente as emissões de água de drenagem e de esgoto sanitário para os sistemas coletivos das cidades, aumentando a eficiência ambiental da mesma.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Shopping Vila Velha, através da Affinity Realty Shopping Centers S.A., a operadora BR Malls e a empresa de manutenção Cushman & Wakefield.

#### REFERÊNCIAS

- AL-SALLAL, K. A.; AL-RAIS, L.; DALMOUNK, M. B. Designing a sustainable house in the desert of Abu Dhabi. *Renewable Energy*, p. 80-84, 2013.
- ABNT. NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
- BR MALLS. Shopping Vila Velha. Disponível em <<http://www.shoppingvilavelha.com.br/ShoppingDetalhe>>. Acesso em 16 jun. 2016.
- CROWE, C. M. Reconciliation of process flow rates by matrix projection. *AIChE Journal*. v. 32, n. 4, p.616-623, 1986.
- FREIRE, M. T. M. O consumo racional de água no aeroporto internacional de Salvador, Bahia/Brasil. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

- FREIRE M. T. M., KALID R. A., AMORIM G.J.S., KIPERSTOK A. Balanço hídrico reconciliado como instrumento de apoio à gestão do consumo de água em instalações aeroportuárias: o estudo de caso o Aeroporto Internacional de Salvador Bahia/Brasil. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 32., 2010, Punta Cana, República Dominicana. Anais... Republica Dominicana: AIDIS, 2010.
- GILRON, J. Water-energy nexus: matching sources and uses. *Clean Technologies and Environmental Policy*, p. 1471-1479, 2014.
- GOIS, E. H. B. de.; RIOS, C. A. S.; COSTANZI, R. N. Evaluation of water conservation and reuse: a case study of a shopping mall in southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*, p. 263-271, 2015.
- GONÇALVES, R.F. (Org.). *Uso Racional da Água em Edificações*. Prosab-Finep Edital 4. Rio de Janeiro: Abes, 2006.
- GONÇALVES, R.F. (Org.). *Uso Racional de Água e Energia*. Prosab-Finep Edital 5. Rio de Janeiro: Abes, 2009.
- GUZZO, F. R. Estratégias para conservação de água potável através do aproveitamento de fontes não potáveis em uma edificação comercial de grande porte. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.
- KUMAR, P.; SAROJ, D. P. Water-energy-pollution nexus for growing cities. *Urban Climate*, p. 846-853, 2014.
- MARTINS, M.A.F., AMARO, C., SOUZA, L., KALID, R., KIPERSTOK. A. New objective function for data reconciliation in water balance from industrial process. *Journal of Cleaner Production*. v. 18, p. 1184-1189, 2010.
- MUN, J.S., HAN, M. Y. Design and operational parameters of a rooftop rainwater harvesting system: Definition, sensitivity and verification. *Journal of Environmental Management*. p. 147-153, 2012.
- NAIR, S.; GEORGE, B.; MALANO, H. M.; ARORA, M.; NAWARATHNA, B. Water-energy-greenhouse gas nexus of urban water systems: Review of concepts, state-of-art and methods. *Resources, Conservation and Recycling*, p. 1-10, 2014.
- NETO, R. F. M.; CARVALHO, I. C. CALIJURI, M. L.; SANTIAGO, A. F. Rainwater use in airports: A case study in Brazil. *Resources, Conservation and Recycling*. p. 36-43, 2012.
- NICOLETTE, J.; BURR, S.; ROCKEL, M. A Practical Approach for Demonstrating Environmental Sustainability and Stewardship through a Net Ecosystem Service Analysis. *Sustainability*, p. 2152-2177, 2013.
- OLIVEIRA, G. L. A metodologia TECLIM para uso racional da água na industria: Uma proposta de sistematização. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- SANTO, G. E.; SANCHEZ, J. G. Caracterização do uso da água em shopping centers da região metropolitana de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa. Anais... João Pessoa: ABES, 2001.
- SINGH, V. P.; KHEDUN, C. P.; MISHRA, A. K. Water, Environment, Energy, and Population Growth: Implications for Water Sustainability under Climate Change. *Journal of Hydrologic Engineering*, p. 667-673, 2014.
- WIENER, M. J.; JAFVERT, C. T.; NIES, L. F. The assessment of water use and reuse through reported data: A US case study. *Science of the Total Environment*, p. 70-77, 2016.
- WWG - Wastewater Gardens. Estimated water consumption in the world + Per appliance and sector. Disponível em: <[www.wastewatgardens.com](http://www.wastewatgardens.com)>. Acesso em 13 jul. 2017.