



# Conservação e Aproveitamento de Fontes Alternativas de Água para Fins não Potáveis em um Restaurante Industrial de Grande Porte

**Germano Kuster Valentim**

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil  
[germano17valentim@gmail.com](mailto:germano17valentim@gmail.com)

**Ricardo Franci Gonçalves**

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

**Rosane Hein de Campos**

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

## ABSTRACT

*The low amount of natural resources available took society to change its consumption habits economically, politically and environmentally. Due to that, this dissertation presents strategies to best conserve and use water in order to reduce the consumption of potable water as of techniques of rational use and by the utilization of non-potable water sources. The building chosen for the development of this study was the Central Restaurant of Vale (Restaurante Central da Vale), which possesses a covered area of 7.521,3 m<sup>2</sup>. The methodology utilized contemplated initially the evaluation of consumption of potable water in comparison with the non-potable water that was offered by the building. It is important to highlight that the offer of rain water presented a volume of 7.588,3 m<sup>3</sup>, while the offer of condensed water represented a volume of 489,6 m<sup>3</sup>/year. It was determined that the grey water produced by the building represents 1.982,7 m<sup>3</sup>/year, whilst the black water demonstrated a flow of 5.843,9 m<sup>3</sup>/year. It was analysed the possible leakage of sanitary toilets, concluding that they represented 0,2% of the total water consumed. Subsequently, it was applied the hydric balance reconciliation (BHR) developed by Teclim Network from Federal University of Bahia, for the reconciliation of the data of leakage measured and estimated. The deviation found in the measured leakage and reconciled was insignificant, since the setorized consumption of potable water did not present any alteration. Posteriorly it was developed the study of technical and economical viability for alternative non-potable water sources (rain water and condensation) as well as the implantation of saving devices installed in the Central Restaurant. It was concluded that the usage of both non-potable water sources (condensated water and rain water) as well as the implantation of saving devices would imply an economy of 21.997,4 m<sup>3</sup>/year, corresponding to a reduction of 34,6% of non-potable water demand.*

**Key Words:** Water usage, Central Restaurant, Hydric Balance, Indicators.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional mundial e, também, as mudanças no padrão de vida moderno geram sérias preocupações, sendo incompatíveis com a capacidade natural de renovação da água, da produção de alimentos e geração energia elétrica (KUMAR; SAROJ, 2014; NAIR et. al., 2014).

Impulsionada pela crise hídrica no país, sistemas de conservação e otimização de água se intensificaram, por meios de inserção de dispositivos economizadores de água e de fontes alternativas de água não potável, que reduzem a necessidade do consumo da água potável disponível. Diante deste contexto, esse trabalho será desenvolvido com o objetivo de descrever e caracterizar cenários economizadores de água no Restaurante Central através das informações no âmbito técnico e avaliações econômicas. Este projeto soma-se a tantos outros esforços na nobre causa de incentivar uma genuína mudança na sociedade e, talvez assim, garantir um futuro mais promissor às próximas gerações.

É oportuno destacar que, o uso de fontes alternativas e de estratégias de uso racional de água em edificações é uma forma de amenizar os problemas de disponibilidade de água potável e diminuir a sua demanda. Sendo assim o aproveitamento das águas pluviais e de condensação são motivadores a serem estudados. Mayer, Deoreo e Lewis (2000) estimaram uma redução no consumo de água com a substituição de equipamentos hidráulicos convencionais por equipamentos modernos e mais eficientes.

A hipótese a ser avaliada no projeto de pesquisa é de que é possível aplicar estratégias para otimização de água através da implantação de fontes alternativas de água não potável e da instalação de dispositivos economizadores de água, com economia significativa no consumo de água potável.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Informações preliminares

Foi escolhido para estudo de caso o Restaurante Central, localizado no município de Vitória - ES, (Figura 1).

Figura 1. Vista frontal do Restaurante Central



O Restaurante Central, possui uma área de cobertura de 7.521,3 m<sup>2</sup> e fornece em média 1.773.822,5 refeições por ano. A escolha pelo estudo no Restaurante Central partiu da ideia de propor soluções inovadoras para conservação e aproveitamento de água, uma vez que o mesmo não disponibiliza prática alguma de conservação e aproveitamento de água não convencional, como o aproveitamento de águas pluviais ou da água de condensação, e possui alto consumo de água potável.

### 2.2. Potencial de produção de diferentes correntes líquidas de águas não potáveis na edificação como alternativa para redução do consumo de água potável.



Foi realizada a setorização do consumo de água com a instalação de 8 medidores (hidrômetros), o que viabiliza a medição do volume realmente consumido. As leituras foram diárias por um período de 120 dias (setembro a dezembro de 2017) a fim de identificar o consumo sem considerar a instalação de dispositivos economizadores, e outro período de 60 dias (fevereiro e março de 2018) a fim de identificar o consumo após instalação de dispositivos economizadores.

As vazões de produção das águas residuárias, tais como, água pluvial, água de condensação e águas cinzas foram estimadas, e, diante disso, foi possível estabelecer a configuração do balanço hídrico da edificação.

### 2.2.1. Água pluvial

A estimativa do volume de água pluvial foi embasada nos valores de precipitações registradas na Estação Pluviométrica Vitória, pois apresenta um período de registro extenso, entre 1925 a 2017, além de estar atualmente em operação. Portanto dispõe de uma série que abrange um período de observações de 93 anos. A Estação Pluviométrica Vitória é integrante da rede de monitoramento do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

O volume de água de chuva a ser coletada depende da área de captação, precipitação e do coeficiente de escoamento superficial. O tipo de revestimento da área de contribuição é telha cerâmica, cujo coeficiente de escoamento superficial adotado é 0.8 (NBR 10844/89).

Diante dos dados coletados foi possível calcular o potencial de oferta de água pluvial conforme a **(Equação 1)**. Recomenda-se, ainda, o descarte da primeira chuva para eliminar os contaminantes encontrados na cobertura (fezes de passarinho, folhas, etc...) e impurezas devido a poluição atmosférica (partículas como sílica, alumínio, ferro, etc.). Para isso, foi descontado do volume total disponível de água pluvial o equivalente a 2 mm por m<sup>2</sup> de água de chuva (ABNT NBR 15527:2007).

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

Onde:  $V_{oferta}$  = 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).

### 2.2.2. Água de condensação

Inicialmente foi levantado o número de equipamentos de unidades condensadoras distribuídas ao longo de todo o Restaurante Central. Foi utilizado o método volumétrico para verificação das vazões em todas as unidades condensadoras, onde a cada duas horas, eram medidas as alturas da lâmina de água em três pontos do reservatório, ou seja, na borda direita, na borda esquerda e no centro. Para determinação do volume foi calculada a altura média da lâmina de água, e esse valor multiplicado pela área do reservatório. Os dados levantados foram inseridos em uma planilha eletrônica. A oferta de água de condensação foi calculada conforme a **Equação 2**.

$$V_{of} = \sum_{i=1}^8 V_{uc} \times QDM \quad (2)$$

Em que:  $V_{of}$  = volume da oferta de água de condensação (m<sup>3</sup>);  $\sum_{i=1}^8 V_{uc}$  = Vazão ofertada por cada unidade condensadora/dia; QDM = quantidade de dias no mês.

### 2.2.3. Produção de água cinza e negra nos banheiros e vestiários

A produção de água cinza e negra foi estimada multiplicando-se o número de frequentadores nos banheiros e vestiários pelos os indicadores de consumo de água estimados por Gonçalves (2006). Portanto, considerou-se a bacia sanitária responsável por 6,5 litros por descarga, 5,5 l/uso em chuveiros e a pia 1 litro por uso.

Para o cálculo do número de frequentadores levantou-se a quantidade de usuários referente ao mês de Março de 2018, haja visto que é um período de ocupação normal da empresa. Foi adotada como premissa que cada pessoa que entrava no banheiro utilizava a bacia sanitária (ou mictório) e a pia uma vez.

### 2.3. Balanço hídrico da edificação

O balanço hídrico é uma ferramenta elaborada a partir do computo das entradas e saídas de água de um sistema durante determinado período, tendo como princípio o balanço de massa, ou balanço material. Nesse, a soma dos fluxos de entrada deve ser igual à soma dos fluxos de saída. Essa metodologia propõe a atribuição de graus de confiabilidade para os dados de vazão, ou seja, para cada técnica utilizada na obtenção do dado será atribuído um valor que irá representar o seu nível de incerteza (FREIRE, 2011), (**Quadro 1**).

**Quadro 1.** Atribuição de valores para a qualidade de informação (QI) das vazões consideradas no Balanço Hídrico.

QI - Qualidade da Informação	Fontes de Informação
0,4 - IPC (Pouco Confiável)	Estimativa grosseira sem muita consistência.
2,0 - ICB (Nível de Confiança Baixo)	Literatura existente, projetos antigos e simulações.
4,0 - ICM (Nível de Confiança Médio)	Experiência de campo e estimativa confiável a partir de medições existentes e informações de operadores do sistema.
10,0 - ICA (Nível de Confiança Alto)	Hidrômetros instalados. Apesar de não estarem calibrados foi a melhor fonte disponível. Os dados foram tratados estatisticamente para retirada dos espúrios.

Martins et al. (2010), propuseram para sistemas sem redundância de dados medidos, uma nova formulação da função objetivo de Crowe (**Equação 3**). Considerando a QI inversamente proporcional a variância, como é apresentada na Equação 9, onde  $M_i$  representa correntes mapeadas que podem ser tanto medidas como estimadas.

$$\min \sum_{i=1}^N \frac{(V_{Ri} - V_{Mi})^2}{V_{Mi}^2} \cdot QI_i^2 \quad (3)$$

Em que:  $i$  = correntes (unidade adimensional);  $V_{Ri}$  = vazões reconciliadas ( $m^3/ano$ );  $V_{Mi}$  = vazões medidas ( $m^3/ano$ );  $N$  = número total de correntes envolvidas (unidade adimensional);  $QI_i$  = qualidade da informação (unidade adimensional).

A validação dos resultados do BHR foi verificada através da análise das relações entre as vazões reconciliadas e não reconciliadas, conforme a **Equação 4** e **Equação 5**.

$$Diferença = V_{Ri} - V_{Mi} \quad (4)$$

$$Desvio \text{ das vazões } (\%) = \frac{100(V_{Ri} - V_{Mi})}{V_{Ri}} \quad (5)$$

### 2.4. Verificar a viabilidade técnica para instalação dos dispositivos economizadores de água e para captação de diferentes fontes alternativas de águas potáveis (água de chuva e condensação)

#### 2.4.1 Instalação dos dispositivos economizadores

Os equipamentos hidráulicos de alto consumo foram substituídos por dispositivos economizadores mais adequados ao tipo de funcionamento do Restaurante Central. Feito isso, foram realizadas as leituras nos hidrômetros da medição setorizada por um período de 60 dias. As vazões de água referente ao mês de fevereiro de 2017 (hidrômetro principal - CESAN) foram comparadas com os consumos do mês de fevereiro de 2018 (medição setorizada), ou seja, antes e após da instalação dos dispositivos economizadores.

#### 2.4.2 Análise técnica do sistema de aproveitamento de água de chuva e de condensação

Nesta etapa foi desenvolvido o dimensionamento do sistema de reservação da água de chuva e condensação. Para o dimensionamento do reservatório foi utilizado o Método da Simulação. As **Equações 6, 7 e 8** representam o método, para um determinado mês. Através dele, aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito:

$$S(t) = Q(ta + tc) + S(t-1) - D(t) \quad (6)$$

$$Q(ta + tc) = C \times \text{precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação} \quad (7)$$

$$Q(ta + tc) = \text{determinada pelo método volumétrico} \quad (8)$$

Sendo que:  $0 \leq S(t) \leq V$

Em que:  $S(t)$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t$ , expresso em metros cúbicos ( $m^3$ );  $S(t-1)$  é o volume de água no reservatório no tempo  $t-1$ , expresso em metros cúbicos ( $m^3$ );  $Q(t)$  é o volume de chuva no tempo  $t$ , expresso em metros cúbicos ( $m^3$ );  $D(t)$  é o consumo ou demanda no tempo  $t$ , expressa em metros cúbicos ( $m^3$ );  $V$  é o volume do reservatório fixado, expresso em metros cúbicos ( $m^3$ );  $C$  é o coeficiente de escoamento superficial

### 2.5. Viabilidade econômica da instalação dos dispositivos economizadores de água e do uso das fontes de águas não potáveis (água de chuva e condensação).

Nesta etapa foi elaborado um estudo dos custos de fornecimento de água, implantação dos dispositivos economizadores e dos sistemas de aproveitamento de água de chuva e de condensação. Para tanto três cenários foram estudados, conforme apresentado, (**Quadro 2**).

**Quadro 2.** Atribuição de valores para a qualidade de informação (QI) das vazões consideradas no Balanço Hídrico.

Cenários	Descrição
Cenário 1 (atual)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Custo de fornecimento da água considerando o consumo atual do Restaurante Central, ou seja, sem a instalação de dispositivos economizadores e sem a implantação do aproveitamento de água de chuva e de condensação.</li> </ul>
Cenário 2 (futuro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Custo de fornecimento da água considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores.</li> <li>Custo da implantação dos dispositivos economizadores.</li> <li>Tempo de retorno do investimento.</li> </ul>
Cenário 3 (futuro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Custo de fornecimento da água considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores e oferta de água de chuva e de condensação.</li> <li>Custo da implantação dos dispositivos economizadores, sistemas de captação de água de chuva e de condensação.</li> <li>Tempo de retorno do investimento</li> </ul>

Para obter o custo anual de fornecimento de água, considerando-se o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores, sistema de captação de água de chuva e água condensada, multiplicou-se o novo consumo médio anual pelo preço unitário da água fornecida pela concessionária local (CESAN), conforme apresentado na **Equação 9**.

$$Ca2 = Qmd \times Pu \quad (9)$$

Em que: Ca2 – custo anual de fornecimento de água pela CESAN após implantação dos dispositivos economizadores (R\$/ano); Qmd – vazão de consumo médio anual após a implantação dos dispositivos (m³/ano); Pu – tarifa de fornecimento da água CESAN (R\$/m³);

O custo de implantação dos dispositivos economizadores, sistema de captação de água de chuva e água condensada foi obtido somando-se o seu valor de compra com o valor da montagem (mão de obra), conforme a **Equação 10**:

$$Ci = Vc + Vm \quad (10)$$

Em que: Ci – custo de implantação (R\$/ano); Vc – valor de compra do dispositivo (R\$); Vm – valor de montagem do dispositivo (R\$);

O tempo de retorno (Pay Back), para os cenários 02 e 03, foi calculado conforme apresentado na **Equação 11**.

$$Tr = \frac{Ct}{G} \quad (11)$$

Em que: Tr – tempo de retorno (anos); Ct – custo total do investimento (R\$); G – ganho no período (R\$ / tempo);

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

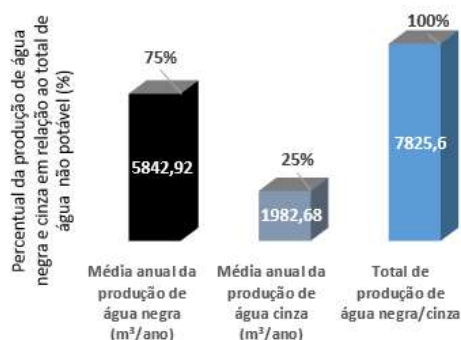
#### 3.1. Análise da série histórica do consumo de água.

Os resultados do monitoramento do consumo segregado de água no Restaurante Central indicaram que a preparação da alimentação (hidrômetro 5) é o grande consumidor de água, responsável por cerca de 39% do consumo médio total, seguido pela preparação de lanches (hidrômetro 6) com 26 % do consumo médio total.

##### 3.1.1 Produção de água cinza e negra

A **Figura 2** representa as produções totais de águas cinzas e negras do Restaurante Central.

**Figura 2.** Produção total anual de água cinza e negra da edificação – m³ (Wc's + vestiários)

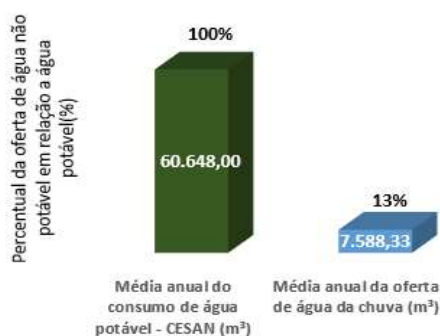


Kammers e Ghisi (2012) observaram, em estudos realizados em banheiros e vestiários de um restaurante industrial de São Paulo, que a produção de águas negra e cinza em relação ao consumo de água total representaram 73% e 27% respectivamente. No presente estudo constatou-se que a produção de águas negra e cinza equivalem a 75% e 25% do consumo de água total dos banheiros e vestiários.

### 3.1.2. Água pluvial

Conforme a **Equação 1**, foi calculada a oferta de água da chuva disponível para cada mês do ano, utilizando a média das precipitações dos anos de 1925 a 2017, a oferta de água da chuva disponível no ano é de 7.588,73 m<sup>3</sup>. Comparando-se os dados com o consumo de água potável fornecido pela CESAN tem-se o indicativo da oferta de água da chuva representa cerca de 13% de todo o consumo de água potável fornecido pela concessionária local (**Figura 3**).

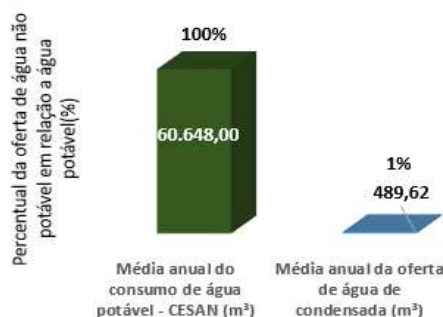
**Figura 3.** Comparação dos volumes de água potável e oferta de água pluvial



### 3.1.3. Água de condensação

Conforme a **Equação 2**, o volume anual de oferta de água de condensação é 489,62 m<sup>3</sup>. Comparando-se os dados com o consumo de água fornecido pela CESAN, tem-se que o indicativo que a oferta de água de condensação representa cerca de 1% de todo o consumo de água potável fornecido pela concessionária local, (**Figura 4**).

**Figura 4.** Comparação dos volumes de água potável e oferta de água condensada



## 3.2. Balanço hídrico da edificação

Aplicou-se a ferramenta solver do MSExcel® para solução do balanço hídrico reconciliado (BHR). Pretendeu-se com a reconciliação de dados encontrar novos valores de vazões, que se aproximam da realidade do Restaurante Central, a partir da atribuição de valores de QI conforme o nível da qualidade



na metodologia aplicada para cada coleta dos dados de vazões.

Os valores das vazões reconciliadas (63.353,97 m<sup>3</sup>) se aproximam das vazões medidas (63.354,0 m<sup>3</sup>), com desvio de -0,00005 % e diferença -0,03 m<sup>3</sup>/ano, uma vez que houve medição por hidrômetro de grande parte das correntes líquidas de entrada, sendo o QI adotado de alta confiabilidade.

Os desvios encontrados foram insignificantes, uma vez que o consumo setorizado de água potável não se alterou. Pode-se concluir que tal resultado é consequência dos altos valores de QI atribuídos as correntes líquidas em questão, haja visto que a maioria das vazões foram medidas com hidrômetros.

Destaca-se que as vazões medidas e reconciliadas por Guzzo (2017), em um estudo no Shopping Vila Velha, foram 111.001,11 m<sup>3</sup> e 110.997,41 m<sup>3</sup> respectivamente, com desvio de -0,003 % e diferença -3,70 m<sup>3</sup>/ano. Tais valores assemelham-se ao presente estudo, pois em ambos os casos o QI adotado pelos autores foi de alta confiabilidade.

### **3.3. Viabilidade técnica para instalação dos dispositivos economizadores de água e para captação de diferentes fontes alternativas de águas potáveis (água de chuva e condensação)**

#### **3.3.1 Instalação dos dispositivos economizadores.**

Durante o mês de Janeiro de 2018 foram substituídos 98 dispositivos convencionais por dispositivos economizadores mais adequados ao tipo de funcionamento do Restaurante Central. Após a instalação dos dispositivos economizadores foram realizadas as leituras nos hidrômetros da medição setorizada por um período de 60 dias, durante os meses de fevereiro e março de 2018, a fim de identificar a nova vazão de consumo de água da edificação.

As ações de substituição de dispositivos convencionais por dispositivos economizadores de água proporcionam uma redução de consumo de 25,9% para o mês de fevereiro de 2018, pois em 2017 o consumo era de 3924,0 m<sup>3</sup>/mês, e reduziu para 2907,5 m<sup>3</sup>/mês. Destaca-se que a redução do consumo médio mensal da edificação apresentou valores bem similares quando comparados ao estudo de Gomes (2011) em um restaurante de Goiás. Lá o consumo médio mensal foi de 132,2 m<sup>3</sup> depois da implantação dos dispositivos economizadores, sendo 181,9 m<sup>3</sup> antes da implantação dos mesmos, portanto uma redução de 27,3 %.

Projetando uma redução de consumo médio em 25,5% para o consumo anual do Restaurante Central tem-se: 25,5% x 63.353,9 m<sup>3</sup> (Vr – vazão reconciliada) tem-se uma redução total de 16.155,3 m<sup>3</sup>/ano, onde o novo consumo de água potável da edificação seria de 47.198,7 m<sup>3</sup>/ano.

#### **3.3.2 Análise técnica do sistema de aproveitamento de água de chuva e de condensação.**

O dimensionamento do sistema de reservação de água de chuva (item 2.4.2 da metodologia). Considerou-se como premissa para esse estudo que o volume do reservatório deve ser suficiente para atendimento a demanda de água não potável para as descargas sanitárias (RS 5.842,2 m<sup>3</sup>/ano, 16,01 m<sup>3</sup>/dia ou 480,3 m<sup>3</sup>/mês) sendo constante ao longo do ano.

Os resultados apresentados indicaram viabilidade técnica para instalação dos dispositivos economizadores e para o sistema de reservação das fontes de águas não potáveis (água de chuva e condensação). Como o propósito desta pesquisa é a substituição da fonte de água potável por fontes de águas não potáveis e instalação de dispositivos economizadores, tem-se uma redução no volume de água potável de 47.198,7 m<sup>3</sup>/ano (com a implantação dos dispositivos economizadores), para 41.356,5 m<sup>3</sup>/ano (47.198,7

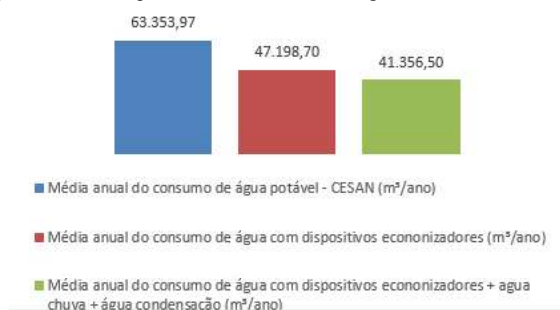


m<sup>3</sup>/ano – 5.842,2 m<sup>3</sup>/ano) com a implantação das fontes alternativas de água não potável, pois o consumo de água não potável (5.842,2 m<sup>3</sup>/ano) pode ser totalmente substituído pela água de chuva e condensação.

3.3.3 Estudo de viabilidade econômica da instalação dos dispositivos economizadores de água e do uso das fontes de águas não potáveis (água de chuva e condensação).

Os estudos mostraram que o Restaurante Central tem capacidade de reduzir 34,6% (**Figura 5**) a vazão de consumo de água potável utilizando outras fontes de água não potável e implantando dispositivos economizadores (cenário 3). O empreendimento deixaria de comprar 21.997,4 m<sup>3</sup>/ano de água da concessionária. Representando uma economia de 163.880,6 reais por ano (**Tabela 1**), considerando o valor da água pela CESAN igual a 7,45 R\$/m<sup>3</sup> (CESAN - Data base: Junho de 2018).

**Figura 5.** Nova capacidade de consumo de água do Restaurante Central



**Tabela 1.** Resumo comparativo entre os cenários 01, 02 e 03

	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (R\$)	CUSTO DE FORNECIMENTO DE ÁGUA (R\$ / ANO)	GANHO NO PERÍODO (R\$ / ANO)	TEMPO DE RETORNO (meses)
CENÁRIO 01	NA	471.986,56	NA	NA
CENÁRIO 02	36.621,10	351.630,32	120.356,24	3,6
CENÁRIO 03	258.955,00	308.105,93	163.880,63	19,0

Importante destacar que no cenário 2 (considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores) tem-se um investimento pequeno (R\$ 36.621,10) quando comparado com o investimento do cenário 3 (considerando o consumo do Restaurante Central com a implantação de dispositivos economizadores e oferta de água de chuva e de condensação), porém com redução no consumo de água potável considerável, 25,5 % em relação ao consumo inicial (cenário 1), além de tempo de retorno em curto espaço de tempo (3,6 meses). Entretanto o cenário 3 requer maiores investimentos (R\$258.955,00), e tempo de retorno (19 meses), porém a capacidade de redução de fornecimento total de água potável é maior, 34,6%, em relação ao consumo inicial (cenário 1).

Sendo assim, sugere-se a escolha do cenário 3 como a alternativa técnica e econômica mais viável, além do retorno que este investimento pode trazer, tanto em relação à questão ambiental como quanto na redução do consumo de água potável utilizando fontes não potáveis de água no Restaurante Central.

## 5. CONCLUSÃO

A pesquisa também avaliou as fontes de água não potável mais relevantes neste caso: a água de chuva e a água de condensação para suprimento da demanda de água não potável (descargas sanitárias), cuja vazão média anual de consumo total foi em 5.842,9 m<sup>3</sup>/ano.



# Sustentabilidade Urbana

## 14ª Jornada Urbanere e 2ª Jornada Cires



A água de chuva e de condensação representam 13% e 1%, respectivamente, de todo o consumo de água potável fornecida pela CESAN. Entretanto, o estudo da oferta da água pluvial demonstrou que esta seria uma fonte para suprir em 130% da demanda de água negra produzida nas bacias sanitárias dos banheiros e vestiários da edificação, enquanto a oferta de água de condensação seria uma fonte capaz de suprir 8,4% da demanda das águas negras.

Somando-se a oferta de água de chuva e de condensação, para suprir a demanda de água não potável nos banheiros e vestiários, e implantando os dispositivos economizadores de água estimou-se uma redução de 34,6% do fornecimento total do consumo de água potável. Portanto, sugere-se a escolha do cenário 3 como a alternativa técnica, ambiental e econômica que melhor atende a edificação.

Sendo assim o empreendimento deixaria de comprar 21.997,4 m<sup>3</sup>/ano de água da concessionária, o que representa uma economia anual de R\$ 163.880,60, com tempo de retorno de 19 meses.

De maneira geral, conclui-se que em restaurantes industriais de grande porte há elevado potencial de aproveitamento de fontes alternativas de águas não potáveis e de implantação de dispositivos economizadores para redução do consumo de água potável. Tal prática traz como benefícios uma economia financeira, bem como o alívio nos sistemas de drenagens de esgoto e sistemas pluviais, além de posicionar a empresa conforme a visão estratégica: transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável.

### 6. REFERÊNCIAS

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.

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.

KAMMERS, P.C; GHISIE. **Usos finais de água em edifícios públicos localizados em Florianópolis**, Santa Catarina, 2012.

KUMAR, P.; SAROJ, D. P. **Water-energy-pollution nexus for growing cities**. Urban Climate, p. 846-853, 2014.

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.

VALENTIM, G. K.; **Conservação e aproveitamento de fontes alternativas de água para fins não potáveis em um restaurante industrial de grande porte**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.