

Desenvolvimento de um *plug-in* para o Revit, visando a análise da viabilidade econômica de soluções para economia de água em edificações

André Barcellos Ferreira

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
andrebarcellosferreira@gmail.com

João Luiz Calmon

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
calmonbarcelona@gmail.com

Jorge Leonid Aching Samatelo

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rigvedas@gmail.com

Ricardo Franci Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil
rfg822@gmail.com

ABSTRACT

The present moment is of concern about the offer of water for consumption; the hydric stress, represented by the imbalance between demand and offer, is growing. Despite the awareness about this reality, the initiatives to confront it, of offer and demand management, are limited, and are, most of the time, carried out by the State. When it comes to the final user, they are concentrated in great consumers, like industries. For the common user, there is a lack of information which would make him see such expenditure as investments, instead of costs. From the user perspective, these measures may include the use of water-saving devices, and alternatives to the potable water, whether rainwater or greywater. This study aims at discussing and developing a tool which allows the analysis of the economic viability of water-saving solutions in residential buildings. It will be done through the determination of the payback period of these investments; through the use of unit prices tables from State bodies (SINAPI, IOPES etc.), linked to the corresponding elements in the systems designed. Everything considering that the building will be designed using BIM (Building Information Modeling), specifically the software Autodesk Revit. The result of this study will be a complementary solution to Revit (a plug-in), which will automate the process. This plug-in's objective is to obtain the information about the viability of the investment, as part of the design stage, accelerating and contributing to the adoption of these solutions.

Keywords: Water; Reuse; BIM; Revit; Plug-in.

1. INTRODUÇÃO

A água sempre foi fator essencial para as atividades humanas, sendo fator determinante para o desenvolvimento das civilizações. Apesar dessa necessidade, historicamente populações se estabeleceram em regiões com diferentes características. Algumas se caracterizam pela escassez de água, enquanto outras, pela abundância. Segundo Hespanhol (2008), esse é o caso do Brasil, em termos médios. O Brasil é um país de dimensões continentais, e diferentes tipos de clima. O Nordeste, semi-árido, historicamente se caracteriza pela escassez de água (BRASIL, 2007), mas o fenômeno tem deixado de ser exclusividade dessa região. A partir de 2014, a maior seca dos últimos 80 anos se abateu

sobre a região Sudeste, de acordo com dados da Associação Brasileira de Empresas de Sanamento (SANEAR, 2015).

Estresse hídrico é a expressão que define esse fenômeno, que constitui no desbalanço entre a oferta e a demanda de água. Mudanças climáticas e crescente concentração populacional tendem a ampliar esse quadro, principalmente nos grandes centros, exigindo a adoção de medidas (BRASIL, 2007). Tais medidas se dividem em dois grupos: de gestão de oferta e de gestão de demanda, normalmente ficando a cargo do estado. As medidas de gestão de oferta envolvem grandes investimentos, grandes obras, transposições etc., e nem sempre são viáveis (HESPANHOL, 2008). Já as medidas de gestão de demanda (que incluem racionamento e rodízio de água, por exemplo), estão restritas a períodos de extremo estresse hídrico.

No entanto, medidas podem ser adotadas pelo consumidor, usuário final do sistema. No âmbito do usuário, medidas de gestão de oferta incluem, por exemplo, o reúso de águas servidas e o aproveitamento de águas pluviais. Medidas de gestão de demanda incluem, por exemplo, a utilização de dispositivos economizadores. Contudo, para o usuário, o que determinará a adoção ou não de determinada medida é se ela trará ou não vantagem financeira. Atualmente, para que essa informação seja conhecida, os projetos precisam ser concluídos, orçados, e uma análise detalhada precisa ser realizada, por profissionais especializados.

Isso aponta para a necessidade de uma ferramenta que acelere a obtenção desse dado, otimizando a análise. Este artigo detalha a criação de uma ferramenta com essa funcionalidade, concebida como um *plug-in* para o software Autodesk Revit. O *plug-in* traz para a etapa de projeto todo o processo de análise, caracterização da edificação, orçamento dos sistemas, entrada dos custos de operação e manutenção do sistema, e valor economizado por período.

2. ESTADO DA ARTE

Urkiaga et al. (2008); Friedler e Hadari (2006); Hernandez (2006); Morales-Pinzon et al. (2014); Berhanu et al. (2016); Naik e Stenstrom (2016); Yu et al. (2016); Amos, Rahman e Gathenya (2016); Juan et al. (2016); Oviedo-Ocaña et al. (2017); e Grisi (2017) conduziram estudos que mostraram a viabilidade de tais sistemas. Contudo, todos foram estudos com casos específicos, devido à complexidade da análise.

3. METODOLOGIA

A viabilidade econômica de sistemas dotados de soluções para a economia de água está diretamente relacionada à complexidade de cada uma. Quanto maior a complexidade, e o custo, da solução maior precisa ser o retorno. A análise da viabilidade, na ferramenta, será feita considerando três alternativas: utilização de dispositivos economizadores; reúso de águas servidas; e aproveitamento de águas pluviais.

Para a análise da viabilidade, são considerados os seguintes indicadores:

- Valor presente líquido (VPL): consiste em trazer para o presente ($t = 0$) todos os fluxos de caixa de um investimento (isto é, corrigi-los pela inflação, ou pelo custo de capital definido) e soma-los ao investimento inicial. Se $VPL = 0$, o investimento é indiferente; se $VPL > 0$, ele é atrativo; e se $VPL < 0$, ele não é atrativo. Considere-se para a definição do valor presente líquido a Equação 1:

$$VPL = I - \sum_{n=1}^n \left(\frac{FC_t}{(1+r)^t} \right) \quad (1)$$

onde: I é o investimento inicial; FC_t é o fluxo de caixa (ou lucro líquido) para o período t; r é o custo do capital definido; e n é o número de períodos.

- Período de retorno: período requerido para que os recebimentos do fluxo de caixa de um investimento se igualem ao investimento inicial.

A análise é feita, e o resultado dado na forma de período de retorno. O investimento inicial é dado pela diferença entre os orçamentos dos sistemas (tradicional e dotado de soluções para economia de água). O *plug-in* os orça automaticamente, através do carregamento de tabelas de composições de custo unitárias; cada elemento é relacionado a uma composição, através da utilização de parâmetros.

O sistema será viável se o período de retorno for menor do que a vida útil do sistema. O custo do capital considerado é a taxa de juros. Os balanços de fluxo de caixa são mensais. Caso o resultado não seja inteiro, o processo é repetido, com fluxos de caixa diários; o mês é considerado com 30,5 dias, ao invés de 30 (resultando num ano de 366 dias).

O período de retorno (dado pela Equação 1) é função do fluxo de caixa por mês, assim como da taxa de juros. O fluxo de caixa foi assumido como o valor economizado em função da economia de água menos o custo de operação e manutenção do sistema. A economia de água é o produto do volume (de água potável) economizado pelo preço da água. O volume de água potável economizado é dado pela Equação 2:

$$FC_t = Pop \cdot C \left[\sum_{i=1}^n VEDT_i \cdot TEUDT_i \cdot FEDT_i - \sum_{i=1}^n VEDE_i \cdot TEUDE_i \cdot FEDE_i - \right. \\ \left. (1 - CASP) \cdot \sum_{n=1}^n VEDANP_i \cdot TEUDANP_i \cdot FEDANP_i \right] PA - (PB_{AP} \cdot TO_{AP} + PB_{AR} \cdot TO_{AR}) \cdot PE \\ + COM_2 \quad (2)$$

onde: VEDT_i = vazão estimada para o dispositivo tradicional i; TEUDT_i = tempo estimado por uso para o dispositivo tradicional i; FEDT_i = frequência estimada de uso por dia para o dispositivo tradicional i; VEDE_i = vazão estimada para o dispositivo economizador i; TEUDE_i = tempo estimado por uso para o dispositivo economizador i; FEDE_i = frequência estimada de uso por dia para o dispositivo economizador i; CASP = confiabilidade do suprimento de água pluvial; VEDANP_i = vazão estimada para o dispositivo abastecido por água não potável i; TEUDANP_i = tempo estimado por uso para o dispositivo abastecido por água não potável i; FEDANP_i = frequência estimada de usos por dia para o dispositivo abastecido por água não potável i; PA = preço da água; PB_{AP} = potência da bomba do sistema de aproveitamento de águas pluviais; TO_{AP} = tempo de operação da bomba do sistema de aproveitamento de águas pluviais; PB_{AR} = potência da bomba do sistema de reuso de águas servidas; TO_{AR} = tempo de operação da bomba do sistema de reuso de águas servidas; PE = preço da energia; COM₂ = custo de operação e manutenção de ambos os sistemas, descontado o custo com bombeamento.

A expressão acima só é válida para o caso em que o aproveitamento de águas pluviais for considerado sem o reuso de águas cinzas. Caso ambos sejam considerados (ou apenas o reuso de águas cinzas), como admite-se que o suprimento de águas cinzas para reuso é maior do que o consumo, o trecho denominado B na Equação 1 deixa de existir. Igualmente, os termos do trecho C dependem da utilização de cada um dos sistemas.

Para definir os consumos dos aparelhos, o consumo total dado pela soma dos consumos *per capita* médios diários obtidos da literatura foi comparado com o consumo médio de cada estado (segundo informações do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento). A razão entre os dois deu origem a uma constante. Como os dados são anuais, o consumo médio foi aproximado por uma função logarítmica, resultando em constantes diferentes, por ano e por estado.

A Tabela 1 traz, como exemplo, os dados da literatura a respeito do consumo de torneiras de tanque/uso geral:

Tabela 1. Dados de consumo da torneira de lavatório.¹

Dispositivo	Vazão (l/s)	Tempo de uso (s/uso)	Consumo (l/uso)	Frequência (usos/dia)	Consumo (l/dia)
Torneira de tanque/uso geral					
Tradicional					
Até 6 mca	0,23(16)	25,52(3)	5,8696	3,3333(14)	19,5651
De 15 a 20 mca	0,42(16)	25,52(3)	10,7184	3,3333(14)	35,7276
Disp. economizador					
Com restritor de vazão					
Até 6 mca	0,10(16)	25,52(3)	2,252	3,3333(14)	7,5066
De 15 a 20 mca	0,10(16)	25,52(3)	2,252	3,3333(14)	7,5066
Com regulador de vazão					
Até 6 mca	0,13(16)	25,52(3)	3,3176	3,3333(14)	11,0586
De 15 a 20 mca	0,21(16)	25,52(3)	5,3592	3,3333(14)	17,8638
Válvula redutora de pressão	0,1(8)	25,52(3)	2,552	3,3333(14)	8,5066
Engate estrangulador	0,1(8)	25,52(3)	2,552	3,3333(14)	8,5066

Fonte: Autores, 2018

Como exemplo, a Tabela 2 traz a equação resultante da interpolação dos dados de consumo per capita para os estados da região Sul:

¹ Os números entre parêntesis indicam a fonte do dado: MOTTA, S. et al., 2008 (1); DREHER, V. 2008 (2); SABESP, 2010 (3); GONÇALVES, 2006 (4).

Tabela 2. Equações de consumo per capita em função do tempo por estado.

Estado	Equação	R ²
Espírito Santo	$y = -0,002\ln(x-2006) + 189,26$	3E-08
Minas gerais	$y = 8,3271\ln(x-2006) + 137,28$	0,5003
Rio de Janeiro	$y = 22,792\ln(x-2006) + 201,79$	0,5362
São Paulo	$y = 1,0088\ln(x-2006) + 178,51$	0,0055

Fonte: Autores., 2018.

O consumo total considerando todos os aparelhos tradicionais de uso interno (lavatório, chuveiro, bacia sanitária, pia da cozinha e tanque) calculado foi de 278,81 litros/pessoa/dia. A Tabela 3 traz as constantes resultantes da razão entre esse consumo e o calculado pelas equações da Tabela 2, para os mesmos estados, para o ano de 2019.

Tabela 3. Fatores de correção por estado (para o ano de 2019).

Estado	Consumo calculado pela equação da Tabela 2	Fator de correção
Espírito Santo	189,2549	0,6788
Minas gerais	158,6386	0,5690
Rio de Janeiro	260,2503	0,9334
São Paulo	181,0975	0,6495

Fonte: Autores., 2018

O valor de COM_2 , na Equação 2, será dado por:

$$COM_2 = (COM_{AP} + CPQ_{AP} + CSMP_{AP} + CEOF_{AP}) + (CMO_{AR} + CPQ_{AR} + CSMP_{AR} + CEOF_{AR}) \quad (3)$$

onde: CMO_{AP} = custo com mão de obra do sistema de aproveitamento de águas pluviais; CPQ_{AP} = custo com produtos químicos do sistema de aproveitamento de águas pluviais; $CSMP_{AP}$ = custo de manutenção e substituição de peças do sistema de aproveitamento de águas pluviais; $CEOF_{AP}$ = custo de energia para outros fins do sistema de aproveitamento de águas pluviais; CMO_{AR} = custo com mão de obra do sistema de reuso; CPQ_{AR} = custo com produtos químicos do sistema de reuso; $CSMP_{AR}$ = custo de manutenção e substituição de peças do sistema de reuso; $CEOF_{AR}$ = custo de energia para outros fins do sistema de reuso.

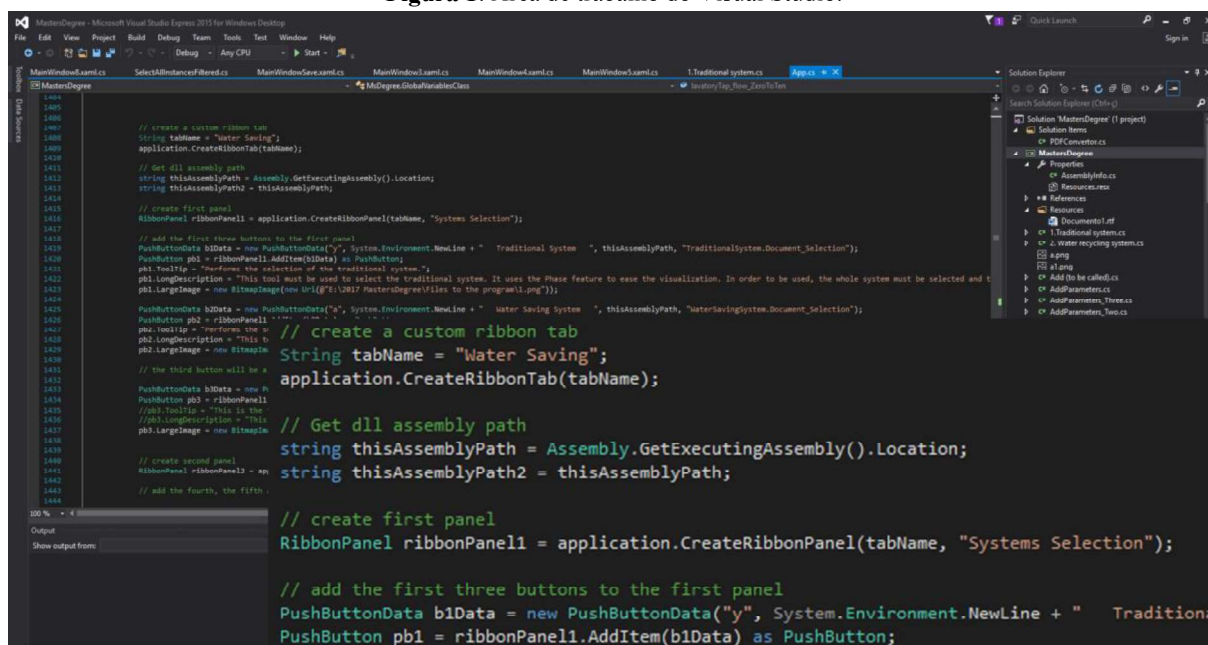
De posse desses dados, todos calculados dinamicamente pelo software, após a conclusão das configurações e seleção dos respectivos sistemas pelo usuário, o resultado será dado automaticamente.

Cabe ressaltar que esse modelo se aplica apenas a edificações residenciais unifamiliares. Existem dois motivos para essa limitação. Do ponto de vista do tipo de edificação, todas as constantes retiradas na literatura (frequências de uso, tempos de uso, tipos de aparelhos etc.), além dos valores de consumo médio, consideraram o tipo da edificação, residencial. Do ponto de vista do porte da edificação (uni ou multi-familiar), a adaptação do modelo iria requerer, no caso de edificações multi-familiares, a possibilidade de divisão dos custos pelas unidades habitacionais. Essa possibilidade não foi incluída.

Como o *plug-in* constitui uma solução complementar a um software principal, é necessário utilizar de maneira plena sua interface de programação. Para isso, a linguagem de programação deve, necessariamente, utilizar o .NET Framework. Neste trabalho utilizou-se a linguagem Visual C#.

O Revit atua como aplicação principal (*parent*), e o *plug-in* como aplicação dependente (*child*). O *plug-in* foi criado como uma solução no software Visual Studio (Figura 1); constitui-se de diversos arquivos, entre códigos, imagens, interfaces etc. Nessa solução, todas as grandezas e propriedades existentes no modelo do Revit podem ser acessados na forma de propriedades, e utilizados ou modificados da forma que se deseje. Os elementos são acessados na forma de coleções (interface *ICollection*). As interfaces ilustram a o que representa herança, do ponto de vista da programação; são um mecanismo que simplesmente especifica o tipo de informação que uma classe que herde delas deve fornecer.

Figura 1. Área de trabalho do Visual Studio.



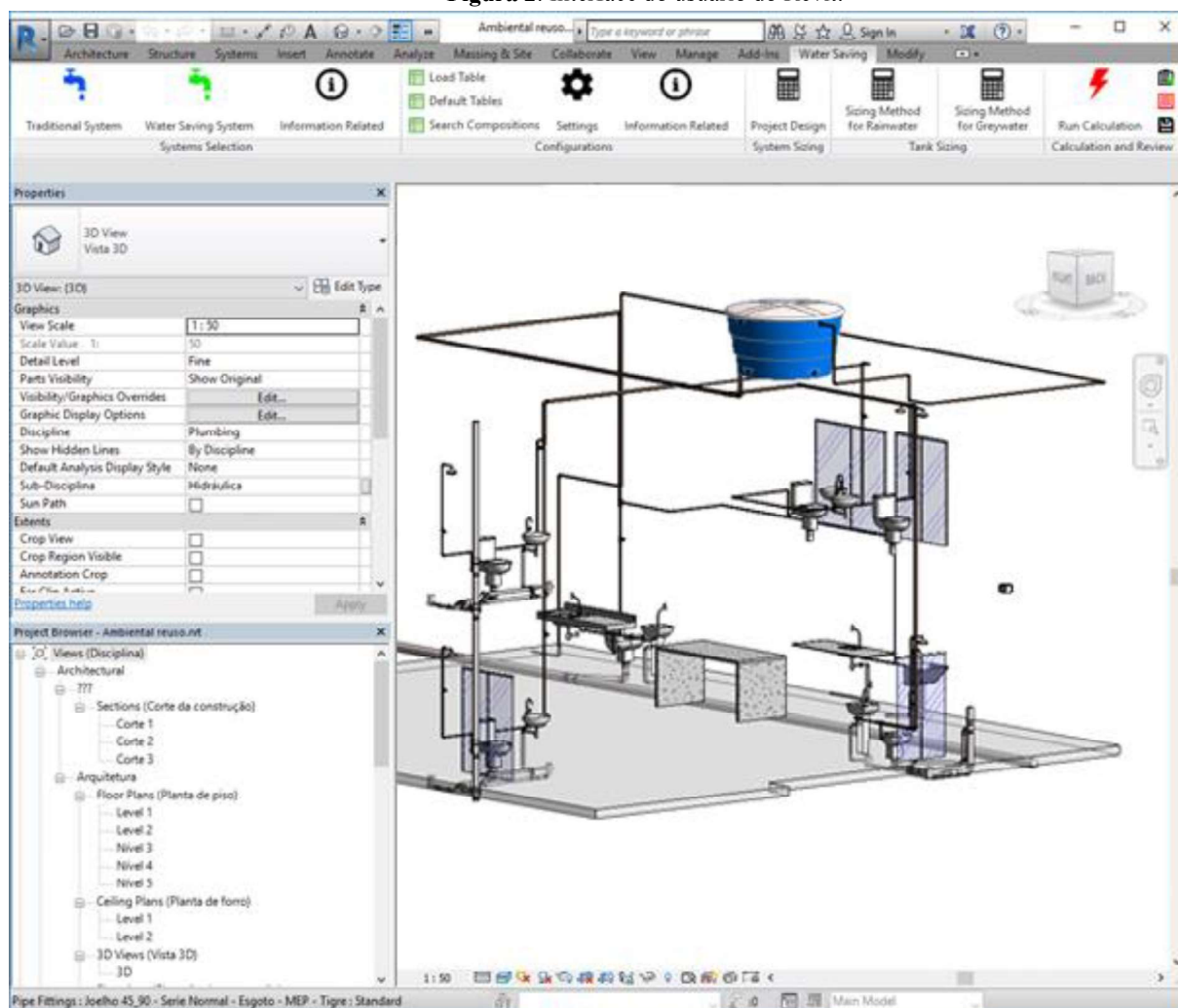
Fonte: Autores, 2018

O desenvolvimento do iniciou-se pela criação de um código central, com os métodos para a criação da guia adicional correspondente ao *plug-in*. O ciclo de vida deste código é exatamente o tempo de execução do Revit, ou seja, é iniciado quando o Revit é aberto e finalizado quando o Revit é fechado. Nesse código central estão implementados todos os botões, apontando para seus códigos. O ciclo de vida desses códigos é iniciado quando o botão é clicado e finalizado instantes depois, ou, no caso de uma janela, quando ela é fechada. As informações provenientes desses códigos são armazenadas no mesmo código central. O *plug-in* foi criado utilizando Class Library (biblioteca de classes) como modelo; quando compilado, resulta num arquivo de extensão DLL.

Para que o *plug-in* seja carregado pelo Revit ao iniciar, é necessário inserir um arquivo de texto, de extensão ADDIN, chamado de *manifest file*, na pasta *C:\ProgramData\Autodesk\Revit\Addins\2019*. Esse arquivo aponta para o arquivo DLL que contém a solução.

Como dito anteriormente, o *plug-in* foi concebido como uma guia adicional na interface do usuário do Revit, denominada *Water Saving*. A Figura 2 mostra a área de trabalho do Revit com a guia correspondente ao *plug-in* selecionada. Ela está dividida em painéis (*Systems Selection*, *Configurations*, *System Sizing*, *Tank Sizing*, *Calculation and Review* e *Tools*), que agrupam os comandos por funcionalidade.

Figura 2. Interface do usuário do Revit.



Fonte: Autores, 2018

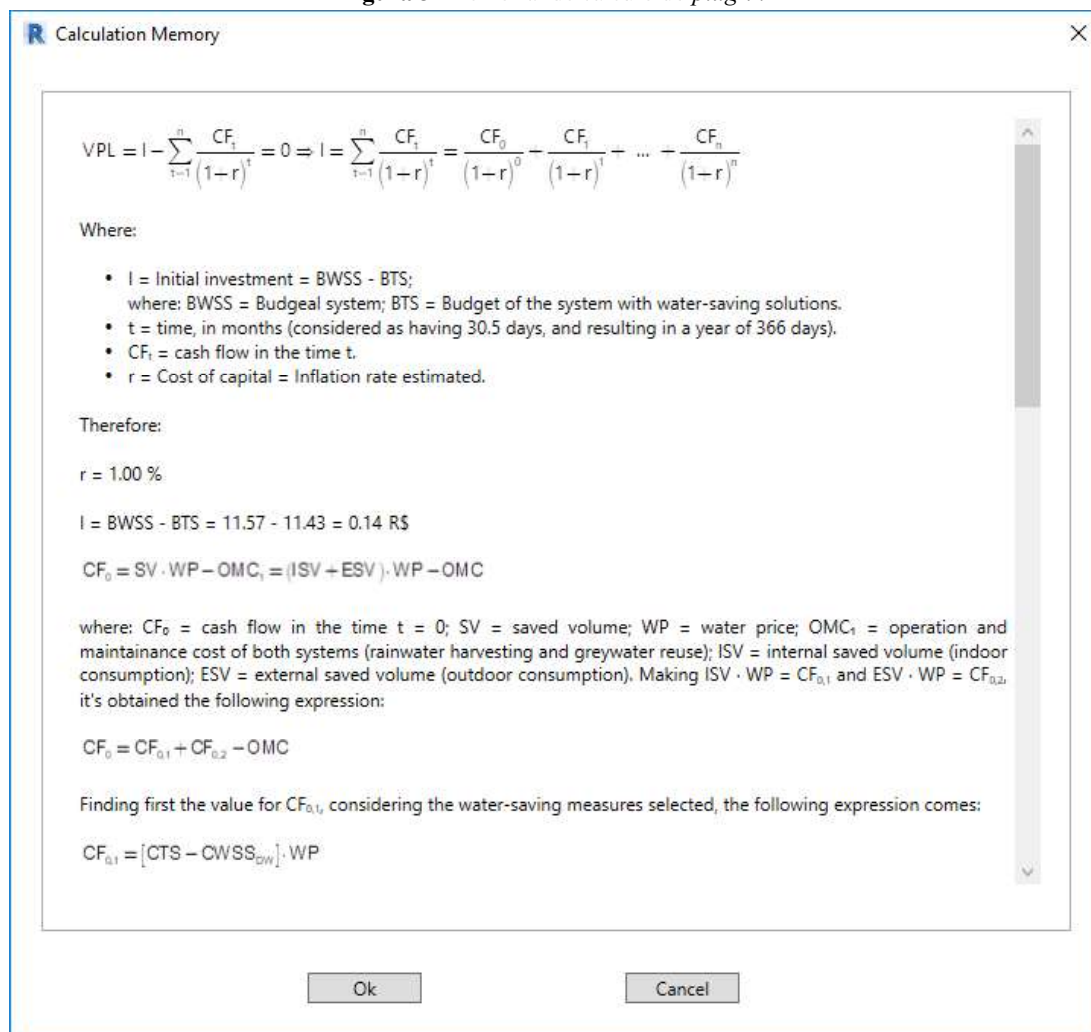
O sistema possui parâmetros para tipo de medidas economizadoras consideradas, características da edificação (que irão caracterizar o consumo), dados financeiros (custo da água, energia, taxa de juros), e configurações relacionadas ao sistema de tratamento utilizado. Os elementos do sistema (tubulação, joelhos, registros etc.) possuem os parâmetros “código” e “tabela fonte”, para que seu custo seja considerado no orçamento. Aparelhos sanitários possuem três parâmetros adicionais: “tipo de dispositivo”, “tipo de dispositivo economizador considerado”, e “tipo de água utilizado”. Todos os elementos possuem o parâmetro “considerar no orçamento”, cuja finalidade é permitir a utilização de composições unitárias que incluem vários elementos (excluindo do orçamento elementos que já estejam dentro de outras composições).

O procedimento para a utilização do *plug-in* é o que segue:

- Seleção de ambos os sistemas, através dos botões *Traditional System* e *Water Saving System*. Para isso os sistemas devem estar completamente selecionados e a propriedade *Phase Created* de seus elementos deve estar corretamente configurada.
- Carregamento das tabelas com as composições de custos unitárias que serão utilizadas, através do botão *Load Table*.
- Associação de composições unitárias a cada um dos elementos presentes nos sistemas, através do botão *Search Compositions*.
- Conclusão das configurações (gerais, de dispositivos, e adicionais) através do botão *Settings*.
- Revisão geral, através do botão *Review*.
- Processamento do cálculo, através do botão *Run Calculation*.

O botão *Run Calculation* calcula e exibe diretamente o resultado. O botão *Calculation Memory* exibe o memorial de cálculo (Figura 3), detalhado, passo a passo, onde é possível analisar o impacto de cada uma das configurações do projeto no resultado.

Figura 3. Memorial de cálculo do *plug-in*.



Calculation Memory

$$VPL = I - \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1-r)^t} = 0 \Rightarrow I = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1-r)^t} = \frac{CF_0}{(1-r)^0} - \frac{CF_1}{(1-r)^1} - \dots - \frac{CF_n}{(1-r)^n}$$

Where:

- I = Initial investment = BWSS - BTS;
where: BWSS = Budgetal system; BTS = Budget of the system with water-saving solutions.
- t = time, in months (considered as having 30.5 days, and resulting in a year of 366 days).
- CF_t = cash flow in the time t.
- r = Cost of capital = Inflation rate estimated.

Therefore:

r = 1.00 %

I = BWSS - BTS = 11.57 - 11.43 = 0.14 R\$

CF₀ = SV · WP - OMC₁ = (ISV + ESV) · WP - OMC

where: CF₀ = cash flow in the time t = 0; SV = saved volume; WP = water price; OMC₁ = operation and maintenance cost of both systems (rainwater harvesting and greywater reuse); ISV = internal saved volume (indoor consumption); ESV = external saved volume (outdoor consumption). Making ISV · WP = CF_{0,1} and ESV · WP = CF_{0,2}, it's obtained the following expression:

$$CF_0 = CF_{0,1} + CF_{0,2} - OMC$$

Finding first the value for CF_{0,1}, considering the water-saving measures selected, the following expression comes:

$$CF_{0,1} = [CTS - CWSS_{2W}] \cdot WP$$

Ok Cancel

Fonte: Autores, 2018

4. CONCLUSÃO

O objetivo principal desse trabalho foi discutir e desenvolver uma ferramenta que permitisse a análise da viabilidade econômica de soluções para a economia de água em edificações. Isso foi alcançado, através da criação de uma solução complementar ao software Autodesk Revit. Essa opção tornou a determinação da viabilidade algo direto, e acessível, ao projetista que já utilize o Revit em seus projetos. Dessa forma contribui para a difusão do BIM entre os profissionais. No entanto, este trabalho se ateve apenas a edificações residenciais unifamiliares. Como sugestão para trabalhos futuros, cita-se o desenvolvimento de soluções que compreendam outros tipos de edificações.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESPÍRITO SANTO - FAPES pelo fomento a bolsa de pesquisador capixaba. Além disso, agradecemos o apoio do CYTED - Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo através da(s) Redes URBENERE e CIRES.

REFERÊNCIAS

- AMOS, Caleb Christian; RAHMAN, Aatur; GATHENYA, John Mwangi. Economic Analysis and Feasibility of Rainwater Harvesting Systems in Urban and Peri-Urban Environments: A Review of the Global Situation with a Special Focus on Australia and Kenya. **Water**, [s.l.], v. 8, n. 4, p.149-169, 14 abr. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w8040149>.
- BERHANU, Bruk M. et al. Feasibility of Water Efficiency and Reuse Technologies as Demand-Side Strategies for Urban Water Management. **Journal Of Industrial Ecology**, [s.l.], v. 21, n. 2, p.320-331, 21 jun. 2016. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/jiec.12430>.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas- ANA. Disponibilidade e Demanda de Recursos Hídricos no Brasil, Cadernos de Recursos Hídricos, v. 2, 2007. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/estudos/sprtwew/2/pdf/volume_2_ANA.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2018.
- DREHER, Vanessa Letícia Pereira. Possíveis Soluções para o Uso Racional da Água na Edificação Da Câmara Municipal de Porto Alegre. Trabalho de Conclusão de curso. (Graduação em Engenharia Civil) Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.
- FRIEDLER, E.; HADARI, M. Economic feasibility of on-site greywater reuse in multi-storey buildings. **Desalination**, [s.l.], v. 190, n. 1-3, p.221-234, abr. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2005.10.007>
- GONAÇELVES, Ricardo Franci (Coord.). Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352 p. ISBN: 978-85-7022-154-4.
- HERNÁNDEZ, F. et al. Feasibility studies for water reuse projects: an economical approach. **Desalination**, [s.l.], v. 187, n. 1-3, p.253-261, fev. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2005.04.084>.
- HESPANHOL, Ivanildo. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. Estudos Avançados, [s.l.], v. 22, n. 63, p.131-158, 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142008000200009>.

JUAN, Yi-kai; CHEN, Yi; LIN, Jing-ming. Greywater Reuse System Design and Economic Analysis for Residential Buildings in Taiwan. **Water**, [s.l.], v. 8, n. 11, p.546-556, 19 nov. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w8110546>.

MORALES-PINZÓN, Tito et al. Financial and environmental modelling of water hardness — Implications for utilising harvested rainwater in washing machines. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 470-471, p.1257-1271, fev. 2014.

MOTTA, S. R. F.; ALVES, A. H. V.; SOUZA, R. V. G. Proposta para Classificação da Eficiência do Uso da Água nas Edificações Residenciais. In: NUTAU 2008, 2008, São Paulo. Anais... São Paulo: FAU-USP, 2008. v. 1. p. 1-9.

NAIK, Kartiki S.; STENSTROM, Michael K.. A Feasibility Analysis Methodology for Decentralized Wastewater Systems - Energy-Efficiency and Cost. **Water Environment Research**, [s.l.], v. 88, n. 3, p.201-209, 1 mar. 2016. Water Environment Federation. <http://dx.doi.org/10.2175/106143016x14504669767337>.

OVIEDO-OCAÑA, Edgar Ricardo et al. Financial feasibility of end-user designed rainwater harvesting and greywater reuse systems for high water use households. **Environmental Science And Pollution Research**, [s.l.], p.1-17, 30 mar. 2017

SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. O uso racional da água no comércio. São Paulo: FECOMERCIO, 2010. 56 p. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/cartilha_fecomercio.pdf>. Acesso em: 29 set. 2017.

SANEAR: A REVISTA DO SANEAMENTO BÁSICO. Brasília: Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento, n. 26, mar. 2015. Mensal.

URKIAGA, A. et al. Development of analysis tools for social, economic and ecological effects of water reuse. **Desalination**, [s.l.], v. 218, n. 1-3, p.81-91, jan. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2006.08.023>.

URSINO, N.; GRISI, A.. Reliability and efficiency of rainwater harvesting systems under different climatic and operational scenarios. **International Journal Of Sustainable Development And Planning**, [s.l.], v. 12, n. 01, p.194-199, 1 jan. 2017. WITPRESS LTD. <http://dx.doi.org/10.2495/sdp-v12-n1-194-199>.

YU, Zita L.t et al. Performance and Economic Evaluation of a Semibatch Vertical-Flow Wetland for Onsite Residential Bathroom Graywater Treatment. **Journal - American Water Works Association**, [s.l.], v. 108, p. E392-E404, 1 jul. 2016. American Water Works Association. <http://dx.doi.org/10.5942/jawwa.2016.108.0079>.