

# **Custos de implantação e manutenção de sistemas de reaproveitamento de águas cinzas: um estudo de caso no Residencial Cedro**

**Claudenize Palmeira Ferreira** (UCB) - denize.clau@hotmail.com

**Dayse Marques dos Santos** (UCB) - daymarques85@gmail.com

**Jéssika Teles Mateus** (UCB) - jessikakotekitai@gmail.com

**Antônio Maria Henri Beyle Araújo** (UCB) - henri.beyle@uol.com.br

## **Resumo:**

*Diante da crise hídrica enfrentada pelo Distrito Federal, a implantação de sistemas de reuso de águas cinzas tem sido uma prática utilizada pelos condomínios com vistas a um melhor aproveitamento da água e a uma redução dos efeitos do racionamento posto em prática pelo Governo do Distrito Federal por cerca de um ano e cinco meses. O objetivo desta pesquisa é identificar e mensurar os custos de implantação e manutenção de um sistema de reaproveitamento de águas cinzas em um edifício residencial da região e compará-los com os gastos que o condomínio teria caso tivesse que adquirir o mesmo volume de água junto à Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - Caesb. O método de custeio utilizado na pesquisa foi o custeio por absorção. Trata-se de um estudo de caso, realizado junto ao Residencial Cedro, localizado na região administrativa de Águas Claras, que adotou o referido sistema para os seus moradores. O resultado da pesquisa revelou que a implantação do sistema de reuso de águas cinzas permitiu uma redução considerável do custo da água consumida no edifício pesquisado.*

**Palavras-chave:** Custos. Custeio por absorção. Reuso. Águas cinzas.

**Área temática:** Custos aplicados ao setor privado e terceiro setor

## **Custos de implantação e manutenção de sistemas de reaproveitamento de águas cinzas: um estudo de caso no Residencial Cedro**

### **Resumo**

Diante da crise hídrica enfrentada pelo Distrito Federal, a implantação de sistemas de reuso de águas cinzas tem sido uma prática utilizada pelos condomínios com vistas a um melhor aproveitamento da água e a uma redução dos efeitos do racionamento posto em prática pelo Governo do Distrito Federal por cerca de um ano e cinco meses. O objetivo desta pesquisa é identificar e mensurar os custos de implantação e manutenção de um sistema de reaproveitamento de águas cinzas em um edifício residencial da região e compará-los com os gastos que o condomínio teria caso tivesse que adquirir o mesmo volume de água junto à Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – Caesb. O método de custeio utilizado na pesquisa foi o custeio por absorção. Trata-se de um estudo de caso, realizado junto ao Residencial Cedro, localizado na região administrativa de Águas Claras, que adotou o referido sistema para os seus moradores. O resultado da pesquisa revelou que a implantação do sistema de reuso de águas cinzas permitiu uma redução considerável do custo da água consumida no edifício pesquisado.

Palavras-chave: Custos. Custeio por absorção. Reuso. Águas cinzas.

Área temática: Custos aplicados ao setor privado e terceiro setor.

### **1 Introdução**

De acordo com a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento (Adasa), o Distrito Federal (DF) enfrentou, em 2017, a sua pior crise de abastecimento de água dos últimos 30 anos, motivada pelo aumento drástico do consumo na região, cuja população tem crescido cerca de 60 mil pessoas por ano (VELOSO, 2017).

Além do expressivo aumento populacional, o consumo médio diário de 184 litros de água por habitante, registrado no DF em 2015, representava mais do que o dobro do recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para a satisfação das necessidades básicas de um indivíduo (VELOSO, 2017).

Em 2017, cerca de 80% da água consumida no DF destinava-se a finalidades residenciais. Naquele ano, os reservatórios que abastecem o DF (Rio Santa Maria e Barragem do Rio Descoberto) atingiram os seus menores níveis, motivando o racionamento de água que durou 513 dias e que somente teve o seu fim decretado em 14 de junho de 2018.

O consumo excessivo de água e a perspectiva de redução drástica dos níveis dos reservatórios ainda são fortes ameaças ao abastecimento de água na região, sendo urgente se pensar em alternativas para amenizar os efeitos de uma nova crise hídrica, entre elas o reaproveitamento de água já utilizada pela população. É o caso da água eliminada diretamente na rede de esgoto, que pode ser reutilizada por meio de um sistema de reaproveitamento de águas cinzas.

A Caesb (2012, p. 2) define, por meio do normativo ND.SCO-013, água cinza como a “água proveniente da lavagem de roupas, chuveiro, ralos e pia de banheiro”. Ainda segundo a referida norma, “a água proveniente do sistema mencionado acima poderá ser utilizada somente para: irrigação não pressurizada de jardins e áreas verdes; lavação de veículos automotores, de pisos e calçadas; tanques e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes; torres de resfriamento de sistemas de ar condicionado central; descarga em vasos sanitários, desde que submetida a um tratamento simplificado; outros usos não consumptivos.”

Para Minowa (2007), o sistema de reuso das águas cinzas, em termos ambientais, significa uma redução de aproximadamente 29% na captação de águas, o que, em tempos de

escassez, pode representar uma alternativa economicamente viável. Apesar de serem menos contaminadas do que o esgoto sanitário bruto, as águas cinzas necessitam de tratamento adequado visando o seu reuso seguro pela população. Nesse sentido, as águas cinzas destinadas ao reuso devem ser devidamente tratadas com o objetivo de reduzir a demanda bioquímica de oxigênio, os sólidos em suspensão e turbidez, de forma a facilitar a desinfecção.

A implantação e manutenção de um sistema de reuso de água, no entanto, gera custos adicionais para os moradores de um condomínio. Faz-se necessário, portanto, avaliar se o custo de geração da água a ser reaproveitada será de fato inferior à economia proporcionada pela não utilização da mesma quantidade de água até então suprida pela concessionária de serviço de fornecimento de água.

Diante desse contexto, esta pesquisa se propõe a responder a seguinte questão: Em termos de custos, a implantação de um sistema de reaproveitamento de águas no Residencial Cedro, localizado em Águas Claras, no Distrito Federal, foi uma decisão acertada?

A opção pela realização do estudo de caso em Águas Claras foi motivada pelo alto consumo de água verificado na região. Em 2017, foi a quarta região administrativa do DF no que diz respeito a consumo de água, segundo levantamento realizado pela Caesb, apresentando um consumo *per capita* de 155 litros de água por dia. A escolha do Residencial Cedro deu-se em razão do tempo pelo qual o sistema já está em uso no condomínio, sendo este o maior período de utilização verificado em comparação aos demais condomínios da região.

O objetivo desta pesquisa é identificar os custos para a produção de água através da implementação e manutenção de um sistema de reuso das águas cinzas em um condomínio residencial e compará-los com os gastos que o condomínio teria caso tivesse que adquirir o mesmo volume de água junto à Caesb.

Como objetivos específicos, têm-se: (i) descrever a metodologia de implementação e manutenção de um sistema de reuso das águas cinzas em um condomínio residencial; (ii) identificar e calcular os custos para a implantação e a manutenção de um sistema de captação e reuso das águas cinzas e (iii) comparar o valor do m<sup>3</sup> da água do sistema com o da companhia de abastecimento.

Para atingir tais objetivos, dados relacionados aos gastos com a implantação do sistema foram coletados junto ao síndico do condomínio pesquisado, que implantou o projeto de reuso de águas cinzas em agosto de 2017. Documentos produzidos pela empresa responsável pelo desenvolvimento e implantação do sistema também serviram de fonte para a pesquisa. Com base nos dados coletados, foi possível calcular os custos fixos e variáveis do projeto, tendo por base o método do custeio por absorção. Comprovou-se, por meio do estudo, as vantagens da implantação do sistema em termos de economia de custos.

O artigo está estruturado da seguinte forma: além desta introdução, há uma seção que trata do referencial teórico da pesquisa; uma seção que aborda os procedimentos metodológicos utilizados; uma seção que traz a análise e a discussão dos resultados e, finalmente, uma seção com as conclusões da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

## **2 Referencial teórico**

### **2.1 Reaproveitamento de águas cinzas**

De acordo com Domínguez et al. (2017), consideram-se águas cinzas as águas residuais produzidas em residências, exceto as provenientes de vasos sanitários. São águas cinzas as oriundas de lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa e louça. As águas que vêm de vasos sanitários são definidas como águas negras, pois possuem um nível maior de contaminação, o que justifica o seu descarte. Segundo Tomaz (2001), de maneira geral, a água cinza se refere ao esgoto doméstico não contaminado com dejetos humanos nem com gorduras e óleos.

Segundo Domínguez et al. (2017), a qualidade inferior das águas cinzas as torna não recomendáveis ao consumo humano, embora possam ser utilizadas em diversas atividades domésticas, tais como limpeza de vasos sanitários, irrigação de jardins e lavagem de pisos.

Segundo Fiori (2006, p. 20), “reuso da água é a reutilização da água, que, após sofrer tratamento adequado, destina-se a diferentes propósitos, com o objetivo de se preservarem os recursos hídricos existentes e garantir a sustentabilidade”. O reaproveitamento de água cinza consiste, portanto, na reutilização da água após tratamento adequado, destinando-a para fins não potáveis.

Para Al Dehaimi (2014), a reutilização de águas cinzas é uma das opções disponíveis para o enfrentamento da redução global de fontes de água doce. Segundo o autor, o reuso é recomendável em função de a água cinza apresentar as seguintes características: (i) representa o volume mais representativo das águas desperdiçadas em residências; (ii) apresenta um teor de nutrientes que, embora baixo, é capaz de gerar benefícios quando da sua utilização na irrigação de culturas agrícolas; (iii) apresenta baixo conteúdo patogênico; e (iv) pode ser utilizada para reduzir a demanda pelo primeiro uso da água doce.

## 2.2 Métodos de Custeio

A apropriação dos custos aos produtos ou serviços pode ser realizada por meio de diversos métodos de custeios, destacando-se entre eles o custeio por absorção, o custeio variável e o custeio ABC (*Activity Based Costing*).

O custeio por absorção consiste em apropriar aos bens ou serviços todos os gastos voltados à sua produção, e somente os utilizados com tal finalidade, sejam esses gastos fixos ou variáveis, diretos ou indiretos. No custeio por absorção, todos os gastos relativos ao esforço de produção são distribuídos aos produtos ou serviços, independentemente de sua natureza. Gastos não relacionados à produção são tratados como despesas.

Segundo Megliorini (2012), no custeio variável, que é voltado essencialmente ao atendimento de finalidades gerenciais, apenas os custos variáveis (que variam conforme o volume de produção ou em conformidade com alguma outra base estabelecida) serão contemplados no cálculo do custo do objeto de custeio (bem ou serviço).

Segundo Bornia (2010), o custeio ABC parte do pressuposto que as atividades consomem recursos, provocando a geração de custos, e que os produtos utilizam tais atividades, devendo, dessa forma, incorporar os referidos custos ao final do processo. Nesse sentido, a empresa precisa ser dividida em atividades, sob o pressuposto de que estas é que geram custos, devendo tais custos ser relacionados em seguida aos produtos em função da utilização que os produtos fazem dessas atividades.

Escolheu-se o custeio por absorção como método de custeio a ser utilizado nesta pesquisa, pois o estudo requer que todos os gastos para gerar e manter o sistema de reaproveitamento de águas cinzas sejam contemplados no cálculo, independentemente da sua classificação, para permitir a adequada análise da viabilidade de sua implantação. Além disso, por se tratar de um único serviço, não há a necessidade de se trabalhar com o rateio de custos indiretos, procedimento que acaba trazendo uma certa dose de subjetividade e arbitrariedade ao processo de alocação dos custos aos produtos/serviços.

### 2.2.1 Custeio por absorção

De acordo com Santos (2012, p. 68), “o Custeio por absorção, também chamado custeio integral, é aquele que faz debitar ao custo dos produtos todos os custos da área de fabricação, sejam esses custos definidos como custos diretos ou indiretos, fixos ou variáveis, de estrutura ou operacionais”.

Segundo Santos (2012), no custeio por absorção todos os custos de produção compõem o custo do bem ou serviço. As despesas não fazem parte do custo do bem ou serviço, devendo

ser lançadas diretamente no resultado, enquanto que os custos, tanto diretos quanto indiretos, são apropriados a todos os bens e serviços.

Para obter o custo dos bens ou serviços, a partir do custeio por absorção, a empresa pode proceder de duas maneiras (MARTINS, 2010 apud ABBAS; GONÇALVES; LEONCINE, 2012, p.3)

- a) alocar os custos diretos (materiais diretos e mão de obra direta) pela efetiva utilização, visto que são custos relacionados, diretamente, com a produção, sendo possível verificar seu real consumo dos bens ou serviços e rateio dos custos indiretos, que são os itens que não estão diretamente relacionados com a fabricação dos bens ou serviços, a partir de estimativas, ou seja, de bases de rateio;
- b) dividir a empresa em departamentos de serviços (executam serviços auxiliares e não para atuação direta sobre os bens/serviços) e em departamentos produtivos (promovem qualquer tipo de modificação sobre o produto diretamente), sendo os custos indiretos, inicialmente, rateados aos departamentos. Após, os departamentos de serviços transferem seus custos para outros departamentos de serviços e para os custos de produção. Por fim, os departamentos de produção transferem seus custos aos bens ou serviços. Todas essas transferências, dos custos, dos departamentos de serviços para outros departamentos de serviços e para os produtivos, dos produtivos aos bens/serviços são feitas a partir de rateios. Quanto aos custos diretos, são alocados aos bens/serviços por intermédio da sua efetiva utilização, ou seja, de forma fácil e confiável.

Barbosa et al. (2011 apud Abbas; Gonçalves; Leoncine, 2012, p.3) citam as seguintes vantagens da utilização desse método:

- a) segue os princípios contábeis, sendo o método formalmente aceito, como requerido pela legislação do imposto de renda para propósitos de lucro;
- b) agrega todos os custos, tanto os diretos quanto os indiretos;
- c) pode ser menos custoso de implementar, desde que não requeira a separação dos custos em fixos e variáveis.

Os autores citam também as seguintes desvantagens:

1. os custos, por não se relacionarem com este ou aquele bem ou serviço, são quase sempre distribuídos com base em critérios de rateio com grande grau de arbitrariedade;
2. o custo fixo por unidade depende ainda do volume de produção e o custo de um produto pode variar em função da alteração de volume de outro produto;
3. os custos fixos existem, independente, da fabricação ou não desta ou daquela unidade e acabam presentes no mesmo montante, mesmo que ocorram oscilações (dentro de certos limites), portanto, não devem ser alocados aos bens e serviços.

### **3 Procedimentos metodológicos**

#### **3.1 Síntese da pesquisa**

Trata-se de estudo de caso com o objetivo de evidenciar os custos para a implantação e a manutenção de um sistema de reuso de águas cinzas, tendo como objeto o sistema implantado pelo Residencial Cedro, situado em Águas Claras, no Distrito Federal. É uma pesquisa de natureza quantitativa, que envolve a coleta e o tratamento de dados numéricos, documental, já que parte das informações relacionadas a custos foram obtidas por meio de documentos, tais como o contrato firmado entre o condomínio e a empresa fornecedora do sistema, e descritiva, já que pormenoriza todo o processo de reuso de águas cinzas no residencial objeto de estudo.

#### **3.2 Unidade de análise**

O estudo de caso foi realizado no Residencial Cedro, localizado em Águas Claras, que adotou o projeto de reuso de águas cinzas no ano de 2017.

Águas Claras é uma região administrativa do DF, distante cerca de vinte quilômetros da Região Administrativa de Brasília. Ocupada por mais de 178 mil habitantes, a Região tem a quinta maior população do DF.

### 3.3 Coleta de dados

Os dados foram obtidos do contrato firmado entre o síndico do condomínio e a empresa responsável pela implantação do sistema, além de entrevistas em que foram solicitadas informações complementares relativas à implantação e manutenção do projeto, permitindo se chegar à composição e à mensuração de todos custos envolvidos no processo. Os sítios da Caesb e da empresa responsável pela implantação do sistema também foram utilizados como fonte dos dados. Como o sistema de reuso de águas cinzas foi implantado em agosto de 2017, os dados que serviram de base para o cálculo dos custos gerados pelo sistema e dos custos da água fornecida pela Caesb envolveram o período de setembro a dezembro de 2017.

## 4 Análise e discussão dos resultados

### 4.1 Características do condomínio pesquisado

A construção do edifício foi concluída em 2005, ano em que começou a ser habitado. Sua estrutura foi engendrada segundo o Decreto nº 26.590/2006, da Caesb, e a Resolução nº 14/2011, da Adasa, os quais determinam que as construções de prédios devem ter tubulações de esgoto sanitário separadas do esgoto oriundo de máquinas de lavar e de tanques. O edifício possui hidrômetros individuais por apartamento, além de um hidrômetro coletivo, destinado à área comum do edifício.

Na Tabela 1, pode-se observar as principais características do condomínio.

Tabela 1 - Informações sobre o condomínio

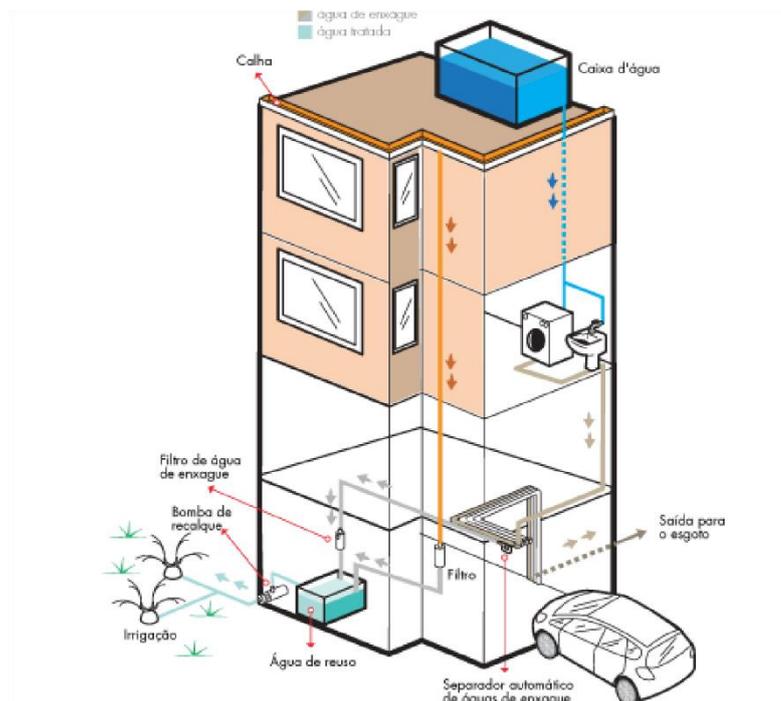
CARACTERÍSTICAS	DADOS
Tamanho	19.000 m <sup>2</sup>
Quantidade de prédios	4
Quantidade de apartamentos	192
Quantidade de moradores	560
Data da implantação do sistema de reuso	Agosto/2017
Quantidade de Hidrômetros	192 individuais e 1 coletivo destinado à área comum

Fonte: autoria própria

### 4.2 Descrição do sistema de reaproveitamento de águas cinzas

O processo tem início com a captação da água oriunda do tanque da área de serviço ou da água de enxágue da máquina de lavar roupas. A água capturada vai em seguida para a estação de tratamento, onde ocorrem a separação automática e o tratamento da água que será objeto de reuso. A tecnologia utilizada no processo permite que haja uma separação das águas de enxágue: quando contaminadas, elas vão diretamente para o esgoto; quando estão adequadas ao reuso, seguem para a caixa de filtragem. Após passar pelo processo de filtragem, a água tratada vai para o reservatório e, através da bomba de pressurização, pode ser reutilizada. O processo é adaptável às características de cada condomínio, mas a empresa dispõe de um modelo base que pode ser observado na figura 1.

Figura 1- Estação de reaproveitamento de águas cinzas



Fonte: <https://www.aguacinza.eco.br/projects>

#### 4.3 Captação de água: máquina de lavar roupas

A água captada pelo sistema de reuso de águas cinzas do Residencial Cedro vem de uma única fonte: as máquinas de lavar roupas. Assim, para calcular o volume de água desperdiçada dessas máquinas, considerou-se que em cada apartamento existe uma máquina de lavar de 8 quilos, onde se realiza uma lavagem completa por dia. Cada uma dessas máquinas consome 125 litros em uma lavagem completa. Desta forma, se em todos os apartamentos for realizada uma lavagem por dia, todas as unidades residenciais do condomínio gastariam, em média, 24.000 litros de água por dia provenientes de máquinas de lavar roupas. É justamente essa cota diária de água desperdiçada nos apartamentos que pode ser reaproveitada para suprir alguns serviços das áreas comuns do Residencial Cedro.

#### 4.4 Equipamentos e materiais utilizados no sistema

Os equipamentos e materiais utilizados no sistema estão descritos a seguir:

- Eletroválvula: onde ocorre a separação automática das águas de enxágues. As que são adequadas para reuso são enviadas para a central de filtragem; caso contrário, são descartadas.
- Central de filtragem: série de filtros adaptados para atender a vazão da água, respeitadas as características físicas de instalação do condomínio.
- Central de controle: conectado à central de filtragem, monitora o tratamento da água, alertando quanto à necessidade de limpeza.
- Água Cinza *Tracker*: hidrômetro digital responsável por enviar informações relacionadas ao consumo, que são apresentadas em forma de relatórios e gráficos no aplicativo exclusivo da água cinza.
- Canos em geral: responsáveis por permitir a passagem da água de um equipamento para outro.
- Caixa d'água e elementos necessários para sua instalação: reservatório que armazena a água filtrada para ser reutilizada.

- Pastilhas de cloro: utilizada para filtrar a água.

#### 4.5 Mão de obra envolvida com o sistema

A instalação do sistema foi realizada por três funcionários que trabalharam em horário comercial, das 8h às 18 h, no período de quinze dias, contados de segunda-feira à sexta-feira.

#### 4.6 Manutenção do sistema

De acordo com a empresa especializada responsável pelo sistema, “as orientações da manutenção são repassadas aos encarregados ou ao contratante, juntamente com os devidos manuais. Caso haja interesse, poderá ser firmado um contrato de manutenção mensal, com validade de doze meses”.

O condomínio firmou o contrato de manutenção, que é realizada mensalmente por um funcionário, com duração de 2(duas) horas, que inclui a troca de filtros quando necessário e a troca do sensor sempre que houver melhorias na tecnologia.

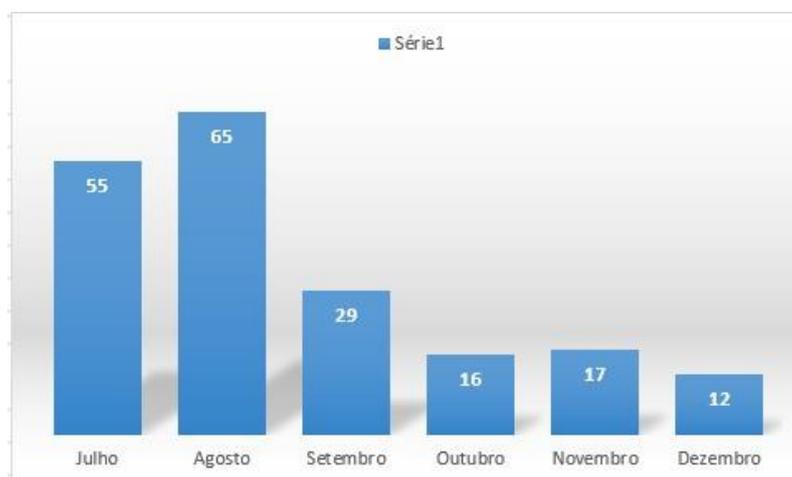
#### 4.7 Consumo de água

A seguir, apresenta-se a quantidade de água consumida no condomínio, discriminando-se a água oriunda da Caesb daquela proveniente do sistema de reaproveitamento de águas cinzas.

##### 4.7.1 Consumo de água da Caesb

Na figura 2, consta o consumo proveniente da companhia de abastecimento antes e depois da instalação do projeto de reuso de águas cinzas, que se deu em agosto de 2017.

Figura 2- Consumo proveniente da Caesb, em M<sup>3</sup>



Fonte: autoria própria

##### 4.7.2 Consumo de água do sistema de reaproveitamento de águas cinzas

Não obstante a capacidade de geração diária de 24.000 litros de água cinza, com a instalação do sistema, o condomínio passou a encher, por dia, uma caixa d'água com capacidade para 5.000 litros. A partir de então, a água proveniente das máquinas de lavar roupa passou a ser utilizada para a jardinagem e a lavagem das dependências do condomínio. Assim, em um mês, é utilizado pelo condomínio, em média, o equivalente a 150.000 litros de água, que correspondem a 150 m<sup>3</sup> de água reutilizada.

#### 4.8 Cálculo dos custos para implantação e manutenção do sistema

##### 4.8.1 Custos dos equipamentos e materiais

Na tabela 2, estão discriminados todos os materiais e equipamentos que foram utilizados na implantação do sistema, assim como seus respectivos valores unitários e totais.

Tabela 2 - Gastos com a implantação do sistema no condomínio Cedro

<b>Quantidade</b>	<b>Material</b>	<b>Valor Unitário (R\$)</b>	<b>Valor Total (R\$)</b>
<b>30</b>	Cano de irrigação 32 mm na cor azul	19,00	570,00
<b>15</b>	Cano de irrigação 40 mm na cor azul	29,00	435,00
<b>2</b>	Flange de 40 mm	11,00	22,00
<b>2</b>	Flange de 32 mm	9,00	18,00
<b>10</b>	Joelho de 40 mm	6,00	60,00
<b>12</b>	Torneira metal ¾	35,00	420,00
<b>1</b>	Bomba periférica 1cv 1,8 Ih	1.700,00	1.700,00
<b>3</b>	Fio Flexível 2,5 mm CORFIO	80,00	240,00
<b>10</b>	Cano preto condutor p/ fiação	18,00	180,00
<b>2</b>	Boia elétrica	60,00	120,00
<b>100</b>	Abraçadeira p/ cano tipo copo 32 mm	1,50	150,00
<b>6</b>	Partilha de cloro 3 funções	10,00	60,00
<b>1</b>	Fita de Nylon 30 cm c/100 um	38,00	38,00
<b>1</b>	Caixa d'água 5 mil LT FIBRA FORTE	2.900,00	2.900,00
<b>1</b>	Sensor e Separador Automático das águas cinza: será desenvolvido e adaptado para atender à vazão da água e às características físicas de instalação do condomínio. Composto por: anéis de sensor; circuito do sensor e aplicativo de controle online.	11.200,00	11.200,00
<b>1</b>	Eletroválvula para lançar a água ao reservatório das águas de reuso após a devida separação das águas impróprias para reuso.	3.600,00	3.600,00
<b>CUSTOS TOTAIS</b>			<b>21.713,00</b>

Fonte: Residencial Cedro

##### 4.8.2 Custos da mão de obra

O valor da mão de obra foi de R\$ 2.900,00, referentes aos serviços executados pela empresa fornecedora do sistema, e R\$ 2.000,00, referentes aos serviços de adaptação para instalação de reservatório d'água, inclusos encargos sociais, executados por pessoas alheias à empresa fornecedora do sistema. Esses valores, incidentes somente por ocasião da instalação do sistema, foram somados aos custos de equipamentos e materiais e depreciados ao longo da vida útil do sistema.

##### 4.8.3 Custos de manutenção do sistema

A manutenção é realizada pela empresa fornecedora do sistema, no valor de R\$ 350,00 mensais, sendo que nesse valor estão inclusos a mão de obra e os materiais utilizados.

#### 4.9 Custo do m<sup>3</sup> da água

Para avaliar se a água produzida pelo sistema acarreta um custo menor do que a água fornecida pela companhia de abastecimento e se a opção pela instalação do sistema de reuso de água foi uma decisão acertada em termos de custos, faz-se necessário comparar o preço do metro cúbico da água, considerando-se as duas fontes.

##### 4.9.1 Custo do m<sup>3</sup> da água da Caesb

De acordo com a Resolução ADASA nº 07, de 28/04/2017, as tarifas dos serviços de abastecimento de água do Distrito Federal, válidas para o período de 1º de junho de 2017 a 31 de maio de 2018, são:

Tabela 3 - Tarifas da Caesb válidas para o período de 1º de junho de 2017 a 31 de maio de 2018

Faixa - m <sup>3</sup>	Volume na Faixa	Alíquota (R\$) Preço por m <sup>3</sup>	Fator de correção	Da faixa(R\$)	Acumulado (R\$)
0 a 10	10	2,95	0,00	29,50	29,50
11 a 15	5	5,47	25,20	27,35	56,85
16 a 25	10	6,99	48,00	69,90	126,75
26 a 35	10	11,30	155,75	113,00	239,75
36 a 50	15	12,46	196,35	186,90	426,65
>50		13,66	256,35		

Fonte: <https://www.caesb.df.gov.br/tarifas-e-precos.html>

Para calcular o valor da conta de água da Caesb, divide-se o consumo apurado pelo número de unidades de consumo, distribui-se nas faixas de consumo da tabela de tarifas, multiplica-se o resultado da distribuição do consumo pelo valor da alíquota correspondente na faixa, somam-se os resultados obtidos e obtém-se o valor do consumo de água, que deve ser acrescido em 100% para o cálculo da tarifa de esgotos.

##### 4.9.2 Custo do m<sup>3</sup> da água do sistema de reaproveitamento de águas cinzas

Com o objetivo de se calcular o custo do m<sup>3</sup> da água gerada pelo sistema, foram considerados os seguintes custos de produção, tidos como incrementais a partir da implantação do sistema: (i) a matéria-prima, que é a água suja de enxágue proveniente das máquinas de lavar roupa, (ii) os custos de mão de obra, que são os custos de manutenção do sistema e (iii) a depreciação dos equipamentos utilizados no processo, incluindo o valor da mão de obra utilizada na instalação do sistema.

O síndico do condomínio informou que o aumento da conta de energia elétrica em razão da utilização do novo sistema seria residual, não tendo sido, portanto, contemplado no cálculo do custo adicional proporcionado pela implantação do sistema de reuso de águas cinzas.

O custo do m<sup>3</sup> foi assim calculado:

$$m^3 = \frac{\text{Matéria-prima} + \text{mão de obra} + \text{depreciação mensal}}{m^3 \text{ utilizados por mês}}$$

Para efetuar o cálculo, foram considerados os seguintes valores:

- Matéria-prima: R\$ 0,00 (não há custos para a obtenção da água suja de enxágue, que provém das máquinas de lavar roupa das unidades residenciais do condomínio)
- Mão de obra (manutenção mensal do sistema): R\$ 350,00
- Equipamentos depreciáveis (discriminados na Tabela 2): R\$ 21.713,00
- Mão de obra utilizada na instalação do sistema: R\$ 4.900,00
- Depreciação mensal: R\$ 221,78

A depreciação foi calculada de forma linear, considerando-se que todos os equipamentos destinados ao sistema terão vida útil de dez anos. O valor da mão de obra de instalação foi considerado para fins de cálculo da depreciação. O valor da depreciação mensal foi obtido, então, por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Depreciação} = [(\text{Equipamentos} + \text{mão de obra de instalação})/10]/12$$

$$\text{Depreciação} = [(R\$ 21.713,00 + R\$ 4.900,00)/10]/12$$

$$\text{Depreciação} = R\$ 221,78$$

O valor do m<sup>3</sup> é obtido, então, da seguinte forma:

$$m^3 = (R\$ 350,00 + R\$ 221,78)/150 m^3$$

$$m^3 = R\$ 3,81$$

Observa-se que o m<sup>3</sup> da água produzida pelo sistema tem um custo bem mais favorável ao condomínio, se comparado ao custo da água fornecida pela Caesb, para faixas de consumo superiores a 10m<sup>3</sup>, cujos preços por m<sup>3</sup> variam de R\$ 5,47 a R\$ 13,66.

#### 4.9 Economia do sistema implantado no Residencial Cedro

Antes da instalação do projeto, os valores do consumo de água de acordo com as tarifas da Caesb foram, nos meses de julho e agosto de 2017, os apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 - Valor referente a Julho de 2017

<b>Faixa - m<sup>3</sup></b>	<b>Volume na Faixa</b>	<b>Alíquota (R\$) – Preço por m<sup>3</sup></b>	<b>Valor Total (R\$)</b>
<b>0 a 10</b>	10	2,95	29,50
<b>11 a 15</b>	5	5,47	27,35
<b>16 a 25</b>	10	6,99	69,90
<b>26 a 35</b>	10	11,30	113,00
<b>36 a 50</b>	15	12,46	186,90
<b>&gt;50</b>	5	13,66	68,30
<b>TOTAL</b>			<b>494,95</b>
<b>TARIFA DE ESGOTO</b>			<b>494,95</b>
<b>VALOR FINAL</b>			<b>989,90</b>

Fonte: Autoria própria

Tabela 5 - Valor referente a Agosto de 2017

<b>Faixa - m<sup>3</sup></b>	<b>Volume na Faixa</b>	<b>Alíquota (R\$) – Preço por m<sup>3</sup></b>	<b>Valor Total (R\$)</b>
<b>0 a 10</b>	10	2,95	29,50
<b>11 a 15</b>	5	5,47	27,35
<b>16 a 25</b>	10	6,99	69,90
<b>26 a 35</b>	10	11,30	113,00
<b>36 a 50</b>	15	12,46	186,90
<b>&gt;50</b>	15	13,66	204,90
<b>TOTAL</b>			<b>631,55</b>
<b>TARIFA DE ESGOTO</b>			<b>631,55</b>
<b>VALOR FINAL</b>			<b>1.263,10</b>

Fonte: Autoria própria

Depois da instalação do projeto, o Residencial Cedro passou a utilizar tanto a água da Caesb como a do sistema de reuso, consumindo 150 m<sup>3</sup> de águas produzidas pelo sistema, as quais eram passíveis de armazenamento pelo condomínio. Tal volume de água era fruto das águas cinzas geradas pelos próprios apartamentos que compõem o edifício. Para saber qual valor seria cobrado pela companhia de abastecimento caso toda a água fosse captada da mesma, realizaram-se os cálculos a seguir, compreendendo o período de setembro a dezembro de 2017, onde o primeiro valor apresentado na coluna m<sup>3</sup> das Tabelas 6 a 9 diz respeito à Caesb enquanto o segundo valor se refere ao sistema de reuso de águas cinzas:

Tabela 6 - Valor referente a Setembro de 2017

Faixa - m <sup>3</sup>	Volume na Faixa	Alíquota (R\$) Preço por m <sup>3</sup>	Valor Total (R\$)	M <sup>3</sup>	Valor Caesb R\$ (com tarifa de esgoto)
0 a 10	10	2,95	29,50		
11 a 15	5	5,47	27,35		
16 a 25	10	6,99	69,90		
26 a 35	4	11,30	45,20	29 m <sup>3</sup>	343,90
26 a 35	6	11,30	67,80		
36 a 50	15	12,46	186,90		
>50	129	13,66	1.762,14	150 m <sup>3</sup>	4.033,68
<b>VALOR FINAL</b>					<b>4.377,58</b>

Fonte: Autoria própria

Tabela 7 - Valor referente a Outubro de 2017

Faixa - m <sup>3</sup>	Volume na Faixa	Alíquota (R\$) Preço por m <sup>3</sup>	Valor Total (R\$)	M <sup>3</sup>	Valor Caesb R\$ (com tarifa de esgoto)
0 a 10	10	2,95	29,50		
11 a 15	5	5,47	27,35		
16 a 25	1	6,99	6,99	16 m <sup>3</sup>	127,68
16 a 25	9	6,99	62,91		
26 a 35	10	11,30	113,00		
36 a 50	15	12,46	186,90		
>50	116	13,66	1.584,56	150 m <sup>3</sup>	3.894,74
<b>VALOR FINAL</b>					<b>4.022,42</b>

Fonte: Autoria própria

Tabela 8 - Valor referente a Novembro de 2017

Faixa - m <sup>3</sup>	Volume na Faixa	Alíquota (R\$) Preço por m <sup>3</sup>	Valor Total (R\$)	M <sup>3</sup>	Valor Caesb R\$ (com tarifa de esgoto)
0 a 10	10	2,95	29,50		
11 a 15	5	5,47	27,35		
16 a 25	2	6,99	13,98	17 m <sup>3</sup>	141,66
16 a 25	8	6,99	55,92		
26 a 35	10	11,30	113,00		
36 a 50	15	12,46	186,90		
>50	117	13,66	1.598,22	150 m <sup>3</sup>	3.908,08
<b>VALOR FINAL</b>					<b>4.049,74</b>

Fonte: Autoria própria

Tabela 9 - Valor referente a Dezembro de 2017

Faixa - m <sup>3</sup>	Volume na faixa	Alíquota (R\$) Preço por m <sup>3</sup>	Valor Total (R\$)	M <sup>3</sup>	Valor Caesb R\$ (com tarifa de esgoto)
0 a 10	10	2,95	29,50		
11 a 15	2	5,47	10,94	12m <sup>3</sup>	80,88
11 a 15	3	5,47	16,41		
16 a 25	10	6,99	69,90		
26 a 35	10	11,30	113,00		
36 a 50	15	12,46	186,90		
>50	112	13,66			
			1.529,92	150 m <sup>3</sup>	3.832,26
<b>VALOR FINAL</b>					<b>R\$ 3.913,14</b>

Fonte: Autoria Própria

#### 4.11 Economia líquida do sistema implantado no Residencial Cedro

Para encontrar a economia líquida do projeto, subtrai-se do valor que seria pago à Caesb o valor da depreciação e da manutenção mensal, demonstrados na tabela abaixo:

Tabela 10 - Economia Líquida de Setembro a Novembro de 2017

Itens	Meses			
	Setembro/2017	Outubro/2017	Novembro/2017	Dezembro/2017
Valor Que seria pago à Caesb	4.033,68	3.894,74	3.908,08	3.832,26
(-) Depreciação	221,78	221,78	221,78	221,78
(-) Manutenção	350,00	350,00	350,00	350,00
<b>(=) Valor Líquido</b>	<b>3.461,90</b>	<b>3.309,62</b>	<b>3.336,30</b>	<b>3.260,48</b>

Fonte: Autoria própria

Constata-se, assim, que, por ter feito a opção de utilizar a água reaproveitada gerada pelo sistema de reaproveitamento de águas cinzas em detrimento da obtenção desse volume de água diretamente da Caesb, o Residencial Cedro deixou de pagar à referida concessionária a importância de R\$ 13.368,30, nos quatro últimos meses do ano de 2017, o que comprova o acerto da decisão tomada sob a ótica de custos.

## 5 Considerações finais

O objetivo da pesquisa foi identificar e mensurar os custos de implantação e manutenção de um sistema de reaproveitamento de águas cinzas em um edifício residencial do Distrito Federal e compará-los com os gastos que o condomínio teria caso tivesse que adquirir o mesmo volume de água junto à Caesb.

A pesquisa foi realizada na forma de estudo de caso, tendo como objeto de estudo o Residencial Cedro, localizado na Região Administrativa de Águas Claras, e como horizonte temporal o ano de 2017, quando se deu a implantação do sistema.

Foram contempladas três etapas no desenvolvimento da pesquisa: (i) descrição da metodologia e dos recursos utilizados na implementação e manutenção de um sistema de reuso das águas cinzas em um condomínio residencial; (ii) identificação e cálculo dos custos para a

implantação e a manutenção de um sistema de captação e reuso de águas cinzas; e (iii) comparação do valor do custo do m<sup>3</sup> da água gerada pelo sistema com o preço cobrado pela companhia de abastecimento de água.

Para o cumprimento dessas etapas, foram utilizados dados coletados junto ao síndico do Residencial Cedro, além de documentos de empresas especializadas em implantação de sistemas de reuso de águas cinzas e de informações disponíveis no sítio da Caesb na Internet.

O sistema de custeio escolhido para o cálculo dos custos do sistema foi o custeio por absorção, que considera todos os gastos efetuados para a geração de água pelo sistema, independentemente de tais gastos serem fixos ou variáveis, diretos ou indiretos.

Uma grande vantagem do sistema é a reutilização da água que seria normalmente desperdiçada ao ser lançada ao esgoto pelos apartamentos, o que faz com que o custo de matéria-prima seja zero. Outra vantagem é o baixo custo de manutenção do sistema, o que faz com que os gastos com mão de obra não sejam significativos. O maior ônus está nos gastos com equipamentos, que acabam se diluindo ao longo do tempo em função da vida útil do projeto, considerado neste estudo como 10 anos.

A pesquisa permitiu o cálculo do custo do m<sup>3</sup> da água produzida pelo sistema, cujo valor médio ficou em R\$ 3,81, bastante inferior ao preço médio praticado pela Caesb, que atingiu o patamar de R\$ 8,81 no período analisado, sinalizando uma economia potencial para o condomínio de R\$ 5,00 por metro cúbico de água.

No período de setembro a dezembro de 2017, a utilização da área gerada pelo sistema fez com que o Residencial Cedro deixasse de pagar à Caesb o importe de R\$ 13.368,30, o que comprova o acerto da decisão de se utilizar o referido sistema no condomínio. O estudo também aponta que essa economia de custos tende a se manter favorável no longo prazo, dada a diferença de tarifa evidenciada entre os dois métodos de obtenção de água.

Por se tratar de estudo de casos, vale ressaltar que o resultado da pesquisa não pode ser generalizado, sendo válido especificamente para o caso do Residencial Cedro.

Para trabalhos futuros, recomenda-se efetuar essa análise em outros condomínios da região, com vistas a confirmar se a viabilidade constatada nesse estudo de caso é possível em outros condomínios que resolveram acreditar no projeto.

## Referências

ABBAS, K.; GONÇALVES, M. N.; LEONCINE, M. Os métodos de custeio: vantagens, desvantagens e sua aplicabilidade nos diversos tipos de organizações apresentadas pela literatura. **Contexto**. Porto Alegre, v. 12, n. 22, p. 145-159, 2012. Disponível em: <[http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/oliveira/materiais/Artigo\\_4.pdf](http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/oliveira/materiais/Artigo_4.pdf)> Acesso em: 11 out. 2017.

AL DEHAIM, N. S. Y. **Water Recycling in Green Buildings: Grey Water Treatment and Reuse Benefits in Al-Wagan Residential Neighborhood in Al-Ain City**. 2014. 541 f. Tese. United Arab Emirates University, Emirados Árabes Unidos, 2014 Disponível em: [http://scholarworks.uaeu.ac.ae/all\\_theses/541](http://scholarworks.uaeu.ac.ae/all_theses/541). Acesso em: 17 jul. 2018.

BARBOSA, C. A et al. Elaboração e análise de diferentes métodos de custeio. 2011. Disponível em: <http://www.unifenas.br/extensao/administracao/ivcongresso/ca064ex.htm>> Acesso em: 11 out.. 2017.

BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. 3ª edição. São Paulo: Atlas, 2010.

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL – CAESB. ND.SCO-013: Sistemas de Reuso de Água e de Aproveitamento de Água Pluvial. Brasília, 2012.

DOMÍNGUEZ, I.; WARD, S.; MENDOZA, J. G.; RINCÓN, C. I.; OVIEDO-OCAÑA, E. R. End-User Cost-Benefit Prioritization for Selecting Rainwater Harvesting and Greywater Reuse in Social Housing. **Water** 2017, v. 9, n. 7, p. 516; doi:10.3390/w9070516. Disponível em: [www.mdpi.com/journal/water](http://www.mdpi.com/journal/water). Acesso em: 17 jul. 2018.

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, Henrique. A avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3676/2042>>. Acesso em: 17 nov. 2017

GONÇALVES, R. F.; SIMÕES, G. M. S.; WANKE, Renate. Reuso de águas cinzas em edificações urbanas – estudo de caso em Vitória (ES) e Macaé (RJ). **Revistas Unam**, v. 3, n. 1, p. 120-131, ISSN 0718-378X 2010. Disponível em:< [http://revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/23795/pdf\\_895](http://revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/23795/pdf_895) >. Acesso em: 16 de nov. 2017

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (Coord.). **Reuso de água**. Barueri, SP: Monole, 2003. xvii, 79 p. (Coleção ambiental)

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 10ª edição. São Paulo: Atlas, 2010.

MEGLIORINI, E. **Custos: análise e gestão**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

MINOWA, C. Reuso da Água. 2007. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso ( Engenharia Hidráulica e Sanitária)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. [Orientador: Prof. Dr. Kamel Zared Filho].

SANTOS, P. C. Custeio por absorção. **Mostra de iniciação científica do Cesuca - ISSN 2317-5915**, [S.l.], n. 6, out. 2012. ISSN 2317-5915. Disponível em:<<http://ojs.cesuca.edu.br/index.php/mostrac/article/view/150> >. Acesso em: 17 nov. 2017.

VELOSO, S. Olhares sobre a crise hídrica no Distrito Federal. **UnBNotícias**. Brasília – DF. 16 de janeiro de 2017. Disponível em <https://noticias.unb.br/publicacoes/117-pesquisa/1155-olhares-sobre-a-crise-hidrica-no-distrito-federal>. Acesso em: 17 jul. 2018.