

# Análise do potencial de redução do consumo de água potável pelo aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas na rodoviária do Plano Piloto de Brasília - DF

SANTOS, Susanna<sup>1</sup>  
SANT'ANA, Daniel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo Água & Ambiente Construído, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. susannasantos1@gmail.com

<sup>2</sup>Grupo Água & Ambiente Construído, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. dsantana@unb.br

## Resumo

Este trabalho teve como objetivo caracterizar os usos-finais de água da Rodoviária do Plano Piloto de Brasília e, com isso, realizou uma análise comparativa do potencial de redução de água potável entre sistemas de aproveitamento de águas pluviais e sistemas de reúso de águas cinzas em diferentes cenários de usos não potáveis. Para tanto, o desenvolvimento do estudo foi dividido em duas etapas: i) levantamento de dados de consumo; e ii) avaliação do potencial de redução do consumo de água por meio do aproveitamento da água pluvial e do reúso de águas cinzas na Rodoviária do Plano Piloto. Os resultados demonstraram que cerca de 80% do consumo anual de água da rodoviária é proveniente dos usos de água para lavagem de pisos, vasos sanitários e mictórios (3.229 m<sup>3</sup>). Com base nos dados coletados de frequências de usos, população que utilizou o banheiro e vazão dos equipamentos foi possível gerar indicadores de consumo de água lavatório (0,18 l/p/d), vaso sanitário (0,54 l/p/d), mictórios (0,13 l/p/d), lavagem de pisos (0,41 l/m<sup>2</sup>/dia) e de banheiros (0,05 l/m<sup>2</sup>/dia). Baseado nos dados coletados, foi possível estimar o potencial de redução do consumo de água potável pelo aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas em limpeza de pisos (Cenário 1), para descarga de vasos sanitários e mictórios (Cenário 2) e descarga em vasos sanitários, mictórios e para limpeza de pisos (Cenário 3). Em geral, sistemas de aproveitamento de água pluvial promoveram maiores reduções no consumo de água potável, variando de 601 a 3.229 m<sup>3</sup>/ano.

**Palavras-Chave:** Usos finais de água, Aproveitamento de águas pluviais, Reúso de águas cinzas, Edificações de transporte.

## Abstract

The aim of this work was to characterize water-uses at *Plano Piloto* Bus Station in Brasília and with this, this study carried out a comparative analysis of potable water reductions for rainwater harvesting and greywater reuse systems using different non-potable water use scenarios. The development of this study was divided in two stages: i) data collection of consumption; and ii) evaluation of the potential water reductions through the use of rainwater and greywater reuse. Results showed that about 80% of annual water consumption comes from floor washing and toilet and urinal flushing (3,229 m<sup>3</sup>). Based on the data collected on frequency of water use and average flow rate of equipment, it was possible to generate water end-use indicators for bathroom sink faucets (0.18 l/p/d), toilets (0.54 l/p/d), urinals (0.13 l/p/d) floor-washing (0.41 l/m<sup>2</sup>/d) and bathroom-washing (0.05 l/m<sup>2</sup>/d). Based on the data collected, it was possible to estimate the potential water reductions by the use of rainwater and the reuse of greywater for floor-washing (Scenario 1), toilet/urinal flushing (Scenario 2) and for both floor-washing and toilet/urinal flushing (Scenario 3). In general, rainwater harvesting systems promoted greater reductions in potable water consumption, varying from 601 to 3,229 m<sup>3</sup> / year.

**Key-Words:** Rainwater harvesting, Greywater recycling, Water end-uses, Transport buildings.

## 1. Introdução

O Distrito Federal vivenciou, início do ano de 2016, a maior crise hídrica já registrada na região. Uma situação resultante das irregularidades nos regimes de chuva, baixo investimento em soluções sustentáveis para reduzir a demanda, crescimento demográfico acelerado, ocupação urbana irregular, elevado índice de perdas e elevado consumo per capita (GDF, 2017). O abastecimento de água da região encontra-se no limite entre a sua capacidade de produção e demanda urbana para abastecimento público, enquanto a oferta média encontra-se em aproximadamente  $9,5\text{m}^3/\text{s}$ , a demanda máxima chega a aproximadamente  $9,0\text{m}^3/\text{s}$  (CAESB, 2017).

Com um sistema pressionado, sem margem de segurança, fatores como o aumento de consumo e/ou redução significativa no regime de chuva podem ocasionar um colapso no abastecimento, a exemplo dos racionamentos já aplicados nos sistemas isolados da região e, recentemente, nas regiões abastecidas pelos reservatórios do Descoberto e Santa Maria (SANT'ANA et al., 2017). Sobretudo, o baixo investimento em soluções sustentáveis para reduzir a demanda e a ausência de incentivos fiscais e econômicos para subsidiar uma rápida disseminação de tecnologias voltadas ao aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas nos diversos tipos de edifícios públicos e privados também fazem parte dessa equação que tem como resultado o cenário de crise hídrica (BRASIL, 2014; CERQUEIRA et al., 2015).

Experiências internacionais demonstram que tecnologias voltadas ao uso não potável de água são capazes de promover reduções significativas no consumo de água em edificações, atuando como ferramentas de gestão no controle da demanda urbana de água (DIXON et al., 1999; FEWKES, 2012; LEONG et al. 2017; MADDAUS e MADDAUS, 2004). Sant'Ana e Mazzega (2018) argumentam que, para o desenvolvimento e avaliação mais precisa de diferentes estratégias voltadas à conservação de água, é crucial compreender como a água está sendo utilizada dentro das edificações. No Brasil, diversos estudos caracterizaram os usos-finais de água para identificar o potencial de redução do consumo de água pelo emprego de diferentes tecnologias voltadas à conservação de água em edificações residenciais (GHISI e FERREIRA, 2007; GHISI e OLIVEIRA, 2007; SANT'ANA, 2012; SANT'ANA et al., 2013a; SANT'ANA, et al., 2013b; VIEIRA e GHISI, 2016).

No que se refere a edificações de transportes, apenas aeroportos foram analisados, verificando as variáveis que impactam no consumo de água e examinando o desempenho de sistemas de aproveitamento de águas pluviais em usos não-potáveis (CARVALHO et al., 2013; FREIRE, 2011; FRISSE et al., 2007; NETO et al., 2012). Evidentemente, há uma carência de dados específicos no que se diz respeito ao potencial de redução do consumo a partir de fontes alternativas de abastecimento de água em terminais rodoviários. Dessa maneira, este estudo teve como objetivo caracterizar os usos-finais de água da Rodoviária do Plano Piloto de Brasília e, com isso, realizar uma análise comparativa do potencial de redução de água potável entre sistemas de aproveitamento de águas pluviais e sistemas de reúso de águas cinzas em diferentes cenários de usos não potáveis.

## 2. Metodologia

O desenvolvimento do estudo foi dividido em duas etapas: i) levantamento de dados de consumo; e ii) avaliação do potencial de redução do consumo de água por meio do aproveitamento da água pluvial (AAP) e do reúso de águas cinzas (RAC) na Rodoviária do Plano Piloto.

A primeira etapa teve como ponto de partida a realização de uma vistoria hidráulica a fim de identificar todos os pontos de usos finais de água nos ambientes de acesso ao público (e.g. banheiros, e pisos de circulação). Nos usos finais onde o consumo é determinado pelos usuários da rodoviária, o parâmetro utilizado foi litro por pessoa por dia ( $l/p/d$ ), no caso do consumo dedicado à limpeza das áreas comuns, utilizou-se o parâmetro de litro por metro quadrado por dia ( $l/m^2/dia$ ). Nesta oportunidade, foram identificadas as vazões de cada equipamento sanitário dos banheiros através da medição do tempo,

com o auxílio de um cronômetro, para encher um recipiente graduado de um litro. Esse método foi especialmente aplicado para as torneiras da rodoviária, que são de acionamento automático, para os demais usos, as vazões foram definidas conforme as especificações do fabricante. No caso dos vasos sanitários de seis litros por fluxo (6 l/p/f), e dos mictórios de um litro por fluxo (1 l/p/f).

Em seguida, foi feito o levantamento das frequências de usos da água, com a colaboração de uma equipe que monitorou o número de acionamentos em cada uso final por oito horas, durante três dias consecutivos, entre 8h e 18h. Assim, o volume utilizado em cada equipamento foi estimado conforme o número de acionamentos e sua vazão (ver Equação 1).

$$D_e = (n \times q_e) \quad (1)$$

Onde:

$D_e$  = Consumo de água de equipamento sanitário (litro)

$n$  = Número de usos

$q_e$  = Vazão de equipamento sanitário (litro/uso)

O consumo destinado à limpeza das áreas comuns, também, foi estimado com base na frequência de lavagem diária e o volume de água gasto em cada ambiente. Os banheiros são lavados duas vezes ao dia e os pisos da área de circulação apenas uma. A lavagem é realizada por meio de baldes (nos banheiros de 7,5 litros e nas áreas de circulação de 60 litros). Assim, o volume utilizado em cada ambiente da rodoviária é dado pelo número de baldes utilizados e pela área do ambiente, conforme Equação 2, e o consumo de água total é dado pelo somatório dos consumos por ambiente conforme Equação 3.

$$D_{l_a} = \frac{(n \times V_b)}{A_a} \quad (2)$$

$$D_{l_t} = \sum D_{l_a} \quad (3)$$

Onde:

$D_{l_a}$  = Consumo de água para limpeza de cada ambiente (litro/m<sup>2</sup>)

$n$  = Número de baldes

$V_b$  = Volume do balde (litro)

$D_{l_t}$  = Consumo total de água para limpeza dos ambientes (litro/m<sup>2</sup>)

$A_a$  = Área do ambiente

Para verificar as reduções do consumo de água a partir da implantação de sistemas de AAP e RAC na rodoviária, foram desenvolvidos três cenários: Cenário 1 com a demanda apenas para a limpeza dos pisos, Cenário 2 com a demanda dos usos finais de vasos sanitários e mictórios e Cenário 3 com a demanda para todos os usos não potáveis. Para cada cenário, foram feitas simulações baseadas em intervalos de tempo diários, usando um modelo comportamental (Equação 4) realizadas com uma regra operacional de uso após extra vazão (*yield after spillage*) na Equação 5 (FEWKES, 1999).

Simulações do desempenho de diferentes capacidades de cisternas foram realizadas para identificar o potencial de redução do consumo de água pelo aproveitamento de águas pluviais. No que diz respeito ao potencial de redução do consumo pelo reúso de águas cinzas, um balanço entre a oferta e a demanda de águas cinzas foi calculado.

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t \quad (4)$$

Sendo que:

$$0 \leq V_{t-1} \leq C$$

$$Y_t = \min \left\{ \begin{array}{l} D_t \\ V_{t-1} + Q_t \end{array} \right. \quad (5)$$

$$V_t = \min \left\{ \begin{array}{l} V_{t-1} + Q_t - Y_t \\ C \end{array} \right.$$

Onde:

$V_t$  = Água pluvial armazenada no intervalo de tempo, t

$V_{t-1}$  = Água pluvial armazenada no intervalo de tempo, t-1

$Q_t$  = Oferta da água pluvial no intervalo de tempo, t

$D_t$  = Demanda da água pluvial no intervalo de tempo, t

$C$  = Capacidade de armazenamento

$Y_t$  = Coleta da água pluvial no intervalo de tempo, t

Por fim, os potenciais de redução do consumo de água na Rodoviária do Plano Piloto foram calculados através do consumo base de água da edificação e do consumo reduzido no período de um ano, conforme a Equação 6.

$$P_{(\%)} = \frac{D_b - D_r}{D_b} \times 100 \quad (6)$$

Onde:

$P_{(\%)}$  = Potencial de redução do consumo de água em porcentagem

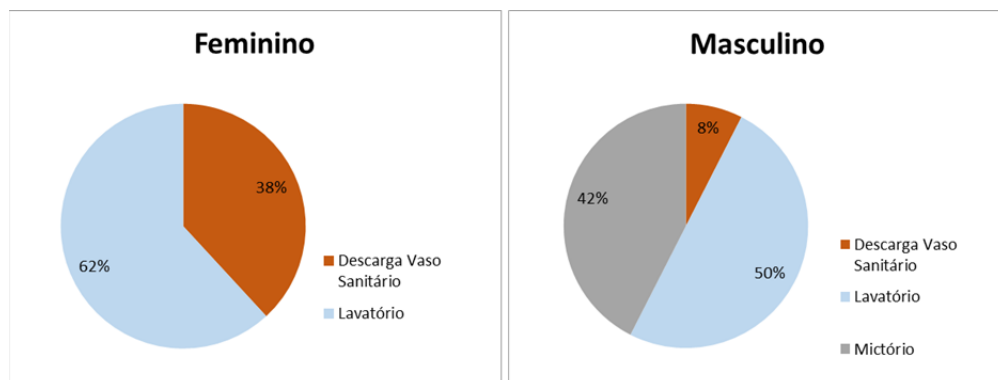
$D_b$  = Consumo base (m<sup>3</sup>/ano)

$D_r$  = Consumo reduzido (m<sup>3</sup>/ano)

### 3. Usos Finais do Consumo de Água

A partir das informações apuradas no local o consumo predial médio é de 4.008 m<sup>3</sup>/ano, com um consumo per capita de 0,02 l/p/d considerando a população média total de passageiros que utilizam o espaço da rodoviária, que é de aproximadamente, 700.000 pessoas. Cerca de 80% da demanda anual de água da rodoviária é proveniente dos usos de água para lavagem de pisos, vasos sanitários e mictórios (3.229 m<sup>3</sup>).

**Figura 1.** Usos-finais do consumo de água



A Figura 1 acima apresenta a frequência diária de uso nos equipamentos dos banheiros de acesso ao público. Observa-se que o principal uso de água nos banheiros é nos lavatórios, seguido dos vasos sanitários nos banheiros femininos e mictórios no caso dos banheiros masculinos. Apesar da alta frequência de usos nos lavatórios, ao cruzar as informações de frequências com as vazões medidas, o principal consumidor de água é vaso sanitário com consumo diário de cerca de 5.820 litros seguido do

lavatório com 1.889 litros e do mictório com 1.394 litros. A Tabela 1 na próxima página traz um resumo dos valores médios de vazão e frequência, e os indicadores gerados em litros por pessoa por dia. A população utilizada para o cálculo dos indicadores foi a média do número de pessoas que utilizam os banheiros diariamente.

**Tabela 1.** Usos-finais de água (Banheiros)

	Nº Pessoas	Vazão	Frequência	Indicadores
Lavatório	10.746	0,7 l/s	2.698	0,18 l/p/d
Vaso Sanitário	10.746	6 lpf	970	0,54 l/p/d
Mictório	10.746	1 lpf	1.394	0,13 l/p/d

A lavagem dos pisos da área de circulação da rodoviária é realizada pela mesma técnica em todos os pavimentos e ambientes, com uso de baldes. Foi informado, que para a lavagem dos 27.036m<sup>2</sup> da edificação, são utilizados cerca de 29 baldes de 60 litros, uma vez ao dia. A lavagem dos pisos dos banheiros é contabilizada separadamente e é realizada duas vezes ao dia. Nesses ambientes são utilizados cerca de 2 baldes de 7,5 litros. A Tabela 2 apresenta um resumo do consumo médio diário para o uso final de limpeza dos pisos e o indicador de consumo. Como o índice de consumo na lavagem dos pisos dos banheiros (410 m<sup>2</sup>) é muito superior ao índice de lavagem dos pisos nas áreas de circulação (27.036 m<sup>2</sup>), para chegar à um indicador geral para a lavagem de pisos, foi realizada a média ponderada dos consumos com as áreas de cada tipo de piso chegando à um indicador de consumo geral para esse uso final de 0,06 litros por metro quadrado por dia.

**Tabela 2.** Usos-finais de água (Pisos)

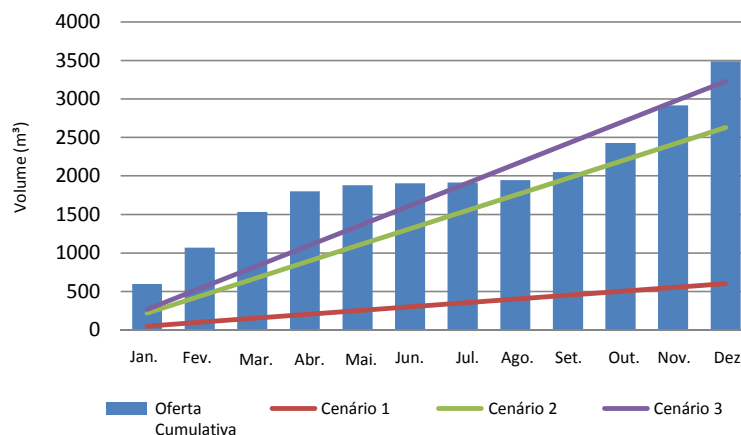
	Consumo	Indicadores
Pisos de circulação	1.740 l/d	0,41 l/m <sup>2</sup> /d
Pisos banheiros	150 l/d	0,05 l/m <sup>2</sup> /d
Pisos geral	2.040 l/d	0,06 l/m <sup>2</sup> /d

Essas estimativas de consumo são essenciais para o dimensionamento do sistema de aproveitamento da água pluvial e identificar a viabilidade da implantação de um sistema de reúso de águas cinzas.

#### 4. Reduções no Consumo de Água

Baseado nos indicadores de usos finais de água foram realizados os cálculos de redução no consumo pelo aproveitamento da água pluvial e reúso de águas cinzas para limpeza de pisos (Cenário 1), para descarga de vasos sanitários e mictórios (Cenário 2) e descarga em vasos sanitários, mictórios e para limpeza de pisos (Cenário 3).

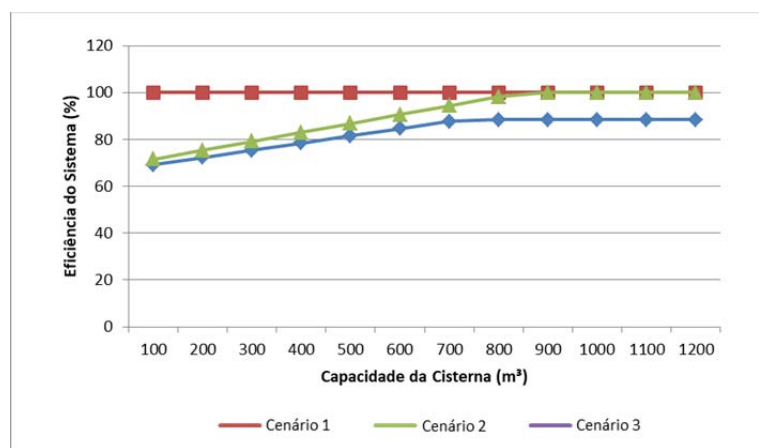
**Figura 2.** Oferta vs. demanda de água pluvial



Nos casos avaliados, o aproveitamento da água pluvial tem o potencial de atender a demanda dos três cenários, no entanto com um volume de reservatório muito grande, acima de 1.500 m<sup>3</sup>, no caso do Cenário 3. A Figura 2 demonstra essa relação graficamente por meio de uma análise de curva e massa entre a oferta cumulativa da água pluvial e a demanda cumulativa da água pluvial para os cenários analisados.

Os desempenhos de diferentes capacidades de armazenamento para a água pluvial foram analisados para os três cenários de demanda de água não potável. Os resultados das simulações de desempenho mostraram que o sistema só atinge máxima eficiência nos Cenários 1 e 2, conforme pode ser observado na Figura 3.

**Figura 3.** Eficiência do sistema para cada cenário



Conforme pode ser observado na Tabela 3 o Cenário 1 é capaz de promover uma economia de água para a rodoviária de 601m<sup>3</sup>/ano, o que representa uma redução de cerca de 15% no consumo de água potável predial da rodoviária, o Cenário 2 de 2.628m<sup>3</sup>/ano (redução de 65%) e o Cenário 3 de 3.229m<sup>3</sup>/ano (redução de 80%). Apesar da alta eficiência dos cenários 2 e 3, é importante fazer uma análise de viabilidade da construção dos reservatórios no local.

O balanço hidráulico do volume de oferta diária de águas cinzas (1.934 l/d) só é suficiente para suprir a demanda total do Cenário 1, cuja demanda diária é de 1.647 litros. Os cenários 2 e 3 requer uma demanda superior à 8.000 litros diários e, portanto, não atende aos demais usos.

**Tabela 3.** Reduções no consumo de água

Sistema	Cenário	Eficiência do Sistema (%)	Potencial de Redução (%)	Economia de Água (m <sup>3</sup> /ano)	Volume da Cisterna (m <sup>3</sup> )	Área de Cobertura (m <sup>2</sup> )
AAP	1	100	15	601	300	2.000
AAP	2	100	65	2.628	800	2.731
AAP	3	90	80	3.229	1.800	2.731
RAC	1		15	601	1,5	
RAC	2		22	705	2	
RAC	3		22	705	2	

Diante desses cenários, um sistema misto com o aproveitamento da água pluvial para descarga sanitária e mictórios e um sistema de reúso de águas cinzas para limpeza de pisos pode ser o ideal. Nesse caso seria possível promover uma redução de 80% no consumo anual de água potável na rodoviária representando uma economia de 3.229 m<sup>3</sup>/ano.

## 5. Conclusão

Este estudo fez um levantamento dos usos finais de água na Rodoviária do Plano Piloto, e gerou indicadores de consumo para as diferentes atividades. Com isso, foi identificado o potencial de redução do consumo de água promovido pelos sistemas AAP e RAC, considerando três possíveis cenários baseados na demanda de água não potável para lavagem de pisos (Cenário 1), descarga em vasos sanitários e mictórios (Cenário 2) e em lavagem de pisos descarga em vasos sanitários e mictórios (Cenário 3). O maior consumidor de água nesta edificação são os vasos sanitários (5.820 l/d), seguido do uso de lavatórios (1.889 l/d), lavagem de pisos (1.647 l/d), e mictórios (1.394 l/d).

Tendo em vista que a única fonte geradora de águas cinzas é o lavatório, e que não é possível fazer o acúmulo da água da limpeza de pisos, devido a atual configuração do espaço da rodoviária, sistemas de RAC por si só não são capazes de promover maiores reduções no consumo de água. No entanto, com uma área de cobertura de 2.731 m<sup>2</sup>, sistemas AAP são capazes de suprir toda a demanda de água não potável da rodoviária. Os resultados de simulação mostraram que esse sistema só atinge máxima eficiência nos cenários 1 e 2. No caso do cenário 3 onde a água pluvial iria suprir todas as demandas de usos não potáveis, o volume do reservatório necessário chega a ser mais que o dobro do reservatório necessário para o Cenário 2 de descarga de vasos sanitários e mictórios.

O reúso de águas cinzas tem a vantagem de não exigir reservatórios com grande capacidade por ter um ciclo diário de consumo, diferente do aproveitamento da água pluvial que deve armazenar água suficiente para suprir a demanda no período de estiagem. Assim, a implantação de um sistema misto com o reúso de águas cinzas para o Cenário 1, com um reservatório de 1.500 litros e o aproveitamento da água pluvial para o Cenário 2 com um reservatório de 800m<sup>3</sup> tem a capacidade de promover uma redução anual no consumo de água potável na rodoviária de cerca de 3.229 m<sup>3</sup>.

Incentivar e promover esse tipo de solução descentralizada é primordial promover reduções na demanda urbana de água e evitar futuros problemas no abastecimento como o que ocorreu em 2016. Edificações com grande fluxo de pessoas, em especial público, como a Rodoviária do Plano Piloto, cujos principais usos finais são os usos não potáveis, e tem a capacidade de gerar reduções expressivas no consumo, devem se tornar exemplo para as demais edificações.

## 6. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer o financiamento cedido pela ADASA (Agência Reguladora de Água, Energia e Saneamento Básico no DF) e à Administração da Rodoviária do Plano Piloto que concedeu acesso disponibilizou os dados necessários para o desenvolvimento deste estudo.

## 7. Referências

BRASIL. Senado Federal. **Discussão:** Segurança hídrica recebe pouco investimento do governo. Dezembro, 2014. Disponível em: < <https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/escassez-de-agua/contexto/governo-investe-pouco-em-seguranca-hidrica>>. Acesso em: maio 2018.

CAESB. **Relatório de indicadores de desempenho da CEASB**. Brasília: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, 2017.170p.

CARVALHO, I.C.; CALIJURI, M.L.; ASSEMAN, P.P.; SILVA, M.D.; NETO, R.F.; SANTIAGO, A.F.; SOUZA, M.H. Sustainable airport environments: A review of water conservation practices in airports. **Resources, Conservation and Recycling**, v.74. pp. 27– 36, 2013.

CERQUEIRA, G. A.; PINTO, H. S.; FARIA, I. D.; BAPTISTA, J. C. R.; KASSMAYER, K.; SOUZA, L. B. G.; KÖHLER, M. A.; ABBUD, A.; PINTO, V. C. **A Crise hídrica e suas consequências**. Consultoria

Legislativa do Senado Federal. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas / CONLEG / Senado, 2015. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/boletins-legislativos/bol27>>. Acesso em: maio 2018.

DIXON, A.; BUTLER, D.; FEWKES, A. Water saving potential of domestic water reuse systems using greywater and rainwater in combination. **Water Science and Technology** v.39 n.5, p.32, 1999.

FEWKES, A. Modelling the performance of rainwater collection systems: towards a generalized approach. **Urban Water**, V.1, p.323-333, 1999.

\_\_\_\_\_. A review of rainwater harvesting in the UK", *Structural Survey*, Vol. 30 No. 2, pp. 174-194, 2012.

FREIRE, M.T.M. **O consumo racional de água no aeroporto internacional de Salvador, Bahia/Brasil**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, 2011. 168p.

FRISSE, C.; JÚNIOR, W.C.S.; URRICHI, W. (2007). **Uso eficiente de água no Aeroporto Internacional de Guarulhos/SP**. In: Semana Nacional de Ciência e Tecnologia XIII ENCITA - Encontro de Iniciação e Pós-graduação do ITA. São José dos Campos - SP, Out. 2007.

GDF (2017). **Entenda o racionamento de água no DF**. Jan, 2017. Disponível em: <<http://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2017/01/18/entenda-o-acionamento-de-agua-no-df/>>. Acesso em: janeiro.

GHISI, E.; FERREIRA, D. F. Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil. **Building and Environment**, v. 42, n. 7, p. 2512-2522, 2007.

GHISI, E; OLIVEIRA, S. M. 2007. Potential for potable water savings by combining the use of rainwater and greywater in houses in southern Brazil. **Building and Environment**, v. 42, n. 4, p. 1731-1742, 2007.

LEONG, J.Y.C.; OH, K.S.; POH, P.E.; CHONG, M.N. Prospects of hybrid rainwater-greywater decentralised system for water recycling and reuse: A review. **Journal of Cleaner Production**, V.142, n.4, p.3014-3027, 2017.

MADDAUS, W. O.; MADDAUS, M. L. Evaluating water conservation cost-effectiveness with an end-use model. **Proceedings Water Sources Conference**, Austin Texas: AWWA, 2004.

NETO, R.F.M.; CARVALHO, I.C.; CALIJURI, M.L.; SANTIAGO, A.F. Rainwater use in airports: A case study in Brazil. **Resources, Conservation and Recycling**, v.68, p.36-43, 2012.

SANT'ANA, D. Domestic water end-uses and water conservation in multi-storey buildings in the Federal District, Brazil. In: **PLEA 2012: Opportunities, Limits & Needs**. Towards an environmentally responsible architecture Lima, Perú, Novembro, 2012.

SANT'ANA, D.; BOEGER, L.; MONTEIRO, L. Aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edifícios residenciais de Brasília - parte 1: reduções no consumo de água. **Paranoá**, n.10, p. 77-84, 2013.



SANT'ANA, D.; BOEGER, L.; MONTEIRO, L. Aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edifícios residenciais de Brasília - parte 2: viabilidade técnica e econômica. **Paranoá**, n.10, p. 85-93, 2013.

SANT'ANA, D.; MEDEIROS, L.B.; ALVARES, K.C.F. **Aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas em edificações: princípios de políticas tarifárias baseados em uma análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica.** Reúso-DF: aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas em edificações do Distrito Federal. Relatório Final 2/2017. Brasília: Universidade de Brasília, 2017.

SANT'ANA, D.; MAZZEGA, P. Socioeconomic analysis of domestic water end-use consumption in the Federal District, Brazil. **Sustainable Water Resources Management**, v.4, n.4, p.921-936, 2018.