

Reaproveitamento de água pluvial: estudo de caso na Universidade Presidente Antônio Carlos-Teófilo Otoni-MG

Rainwater reuse: case study at presidente Antônio Carlos-Teófilo Otoni-MG University

Reaprovechamiento de agua pluvial: estudio de caso en la Universidad Presidente Antônio Carlos-Teófilo Otoni-MG

Pedro Emílio Amador Salomão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9451-3111>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Thiago Gomes de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6781-6969>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: eng-civilthiago@hotmail.com

Arnon Roberto Rhis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4617-7333>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: profarnon@gmail.com

Sandro Sofia Figueredo Coelho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7196-4945>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: sandrasofiaunipac@hotmail.com

Recebido: 07/01/2019 | Revisado: 31/01/2019 | Aceito: 02/02/2019 | Publicado: 27/02/2019

Resumo

A água é uma substância preciosa, limitada e indispensáveis a vida, atualmente muitas campanhas de preservação cresce no mundo. Diante disso surgem várias propostas de utilização das águas como uma solução para amenizar os impactos causados as reservas hídricas, uma técnica que vem crescendo são as de aproveitamentos de águas da chuva coletadas pelas coberturas, que além de diminuir enchentes, diminui sua escassez e preserva as reservas hídricas. Este artigo tem por objetivo realizar um estudo da economia obtida por meio do método de utilização das águas da chuva, com a finalidade de alcançar uma redução

no uso de água potável na instituição de ensino Unipac-Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni Foram feitos uma série de levantamentos na UNIPAC/Teófilo Otoni, onde pôde obter dados de contas presente nas faturas, dados pluviométricos, áreas de coberturas, tipos de aparelhos sanitários e a população que frequenta a universidade, com esses dados foram possíveis calcular o consumo real de água mensal e estimados. Com base nos dados obtidos pelos usuários por meio de entrevistas foi possível realizar a média de frequência e tempo de uso dos aparelhos existentes na universidade. Após foram comparados o volume de água estimado com a média feita com as faturas da companhia de saneamento (COPASA), pode se verificar uma diferença entre o consumo estimado do real, desta forma houve a necessidade de correções dos valores. As correções foram feitas em todos os aparelhos, e assim foi possível obter o volume de água da chuva que poderia ser utilizado. O método de aproveitamento da água das chuvas na UNIPAC/Teófilo Otoni mostrou-se um sistema viável gerando uma redução significativa de água tratada.

Palavras-chave: Aproveitamento das Águas da Chuva; Reservas Hídricas; Água Tratada.

Abstract

Water is a precious substance, limited and indispensable to life, presently many preservation campaigns grow in the world. In response to this, several proposals for the use of water as a solution to mitigate the impacts caused by water reserves, a technique that is growing are those of rainwater collected by the coverages, which, in addition to decreasing floods, reduces their scarcity and preserves the water reserves. The objective of this study is to study the economics obtained through the use of rainwater in order to achieve a reduction in the use of drinking water in the Unipac-Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni School. data collection in the UNIPAC / Teófilo Otoni, where it was possible to obtain data of accounts present in the invoices, pluviometric data, coverage areas, types of sanitary appliances and the population that frequents the university, with these data it was possible to calculate the actual consumption of monthly water and estimates. Based on the data obtained by the users through interviews it was possible to perform the average frequency and time of use of the existing apparatuses in the university. After comparing the estimated water volume with the average made with the sanitation company's invoices (COPASA), a difference can be verified between the estimated consumption of the real, in this way there was a need for corrections of the values. Corrections were made on all appliances, and so it was possible to obtain the amount of rainwater that could be used. The rainwater harvesting method at

UNIPAC / Teófilo Otoni proved to be a viable system generating a significant reduction of treated water.

Keywords: Rainwater Utilization; Water Reserves; Potable water.

Resumen

El agua es una sustancia preciosa, limitada e indispensable la vida, actualmente muchas campañas de preservación crece en el mundo. En el caso de las aguas residuales, las aguas residuales de las aguas residuales de las aguas residuales, que, además de disminuir las inundaciones, disminuyen su escasez y preserva las precipitaciones reservas hídricas. Este artículo tiene por objetivo realizar un estudio de la economía obtenida por medio del método de utilización de las aguas de la lluvia, con la finalidad de alcanzar una reducción en el uso de agua potable en la institución de enseñanza Unipac-Facultad Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni y en el caso de que se produzca un cambio en la calidad de los servicios de salud, y estimados. Con base en los datos obtenidos por los usuarios por medio de entrevistas fue posible realizar la media de frecuencia y tiempo de uso de los aparatos existentes en la universidad. Después de que se compararon el volumen de agua estimado con el promedio de las facturas de la compañía de saneamiento (COPASA), puede verificarse una diferencia entre el consumo estimado del real, de esta forma hubo la necesidad de correcciones de los valores. Las correcciones fueron hechas en todos los aparatos, y así fue posible obtener el volumen de agua de la lluvia que podría ser utilizado. El método de aprovechamiento del agua de las lluvias en la UNIPAC / Teófilo Otoni se mostró un sistema viable generando una reducción significativa de agua tratada.

Palabras clave: Aprovechamiento de las aguas de la lluvia; Reservas Hídricas; Agua Tratada.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais há uma grande preocupação com relação à preservação das águas. Devido ao crescimento da população as cidades têm se desenvolvido e é notável o maior consumo de água, isso tem feito com que a água se torne um recurso disputado, escasso e precioso em todo o mundo.

Outro problema está ligado à má distribuição da população se comparado com as reservas hídricas. Segundo Ghisi (2016), a maior parte da população Brasileira se encontra onde há pouca concentração dos recursos hídricos, por outro lado encontra-se muita água onde tem pouca população. Exemplo disso são as regiões Sudeste, com apenas 6% das

reservas hídricas, tendo uma população de 43% do total de habitantes do país, a região norte que tem 69% de água disponível com apenas 8% da população.

Segundo a ONU (2015), através de relatórios de desenvolvimento das reservas hídricas, publicado pelo programa mundial de avaliações das águas (World Water Assessment Programme), liderada pela UNESCO, estima-se que o consumo de água cresce mais do que a população e mantendo esses atuais padrões em 2030 o planeta enfrentará grandes problemas tendo um aumento de 40% no consumo de água potável, espera que a população cresça 55% até 2050.

Nestas condições surgem campanhas que tem por objetivo minimizar os impactos causados pela má utilização da água potável. A utilização da água da chuva e outros meios de coleta de água surgem como uma solução para a preservação do meio ambiente e reduzir a escassez do recurso. As Águas da chuva coletada pelas coberturas podem ser armazenadas e utilizadas para atividades que não necessitam de água potável como, em torneiras de jardins, limpeza, lavagem de calçadas, descargas de vasos sanitários entre outras, a fim de minimizar o consumo de água potável, reduzir alagamento, enchentes e preservar o meio ambiente. Desse modo, o objetivo deste artigo é realizar um estudo da economia obtida por meio do método de utilização das águas da chuva, com a finalidade de alcançar uma redução no uso de água potável na instituição de ensino Unipac-Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni.

2 DISPONIBILIDADES DE RECURSOS HÍDRICOS

A água apresenta na natureza de várias formas e é fundamental para a vida, além de ser necessário para quase todas as atividades humanas.

Cerca de 70% das águas encontradas na terra estão nos estados líquidos, no entanto 97,5% são de águas salgadas e impróprias para o consumo, sendo 2,5% de águas doces, 68,9% congeladas em polos do Ártico Antártica e nas regiões de grandes montanhas, 29,9% encontram-se nas águas subterrâneas e somente 0,266% estão de fácil acesso aos seres humanos como em rios, lagos e reservatórios. A água doce restante está presa na biomassa na atmosfera e em forma de vapor (TOMAZ, 2010).

O Brasil é considerado privilegiado com relação aos recursos hídricos, de acordo com os dados do UNIAGUA (2012), o Brasil possui 11% da água doce existente no planeta,

porém fatores como falta de saneamento básico e a má distribuição têm limitado esse recurso e colaborado para sua escassez. (PENA, 2018).

Devido à escassez e os impactos causados pela má utilização das águas fizeram com que as organizações da ONU usassem estratégias a fim de incentivar campanhas para preservar o meio ambiente, desta forma em 2013 foi considerado o ano internacional da água. A água potável deve ser preservada para que em um futuro próximo não se torne um produto de alto poder aquisitivo. A UNESCO nas décadas de 2005 a 2015 propõe soluções de preservação das águas.

Desde então surge várias formas a fim de amenizar os problemas causados aos recursos hídricos. A utilização das águas pluviais vem em constante crescimento, muitos países investem em sistemas que permite a captação e o armazenamento de boa qualidade da água, além de bastante simples e de baixo custo.

Desta forma os métodos de utilização das águas da chuva trás várias vantagens significativas, podendo reduzir o volume de água fornecida pela rede pública, onde esta não é necessária, como em descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins e etc. Os investimentos feitos para adotar esse sistema são mínimos para captação em telhados podendo ter o retorno entre dois anos a dois anos e meio.

A escassez já se faz presente em muitos lugares do mundo, isso acontece devido ao desenvolvimento econômico juntamente com crescimento populacional formando grandes centros urbanos e com uma péssima infra-estrutura, muitas vezes destruindo os recursos hídricos tornando impossível de se recuperar.

A falta de água também se faz presente em muitos locais onde apresentam abundância desse recurso, como no Brasil. Isso acontece devido à demanda de consumo, ser excessivamente maior, que apesar da grande quantidade de água disponível, algumas regiões sofrem conflitos nos diferentes usos desse recurso. Exemplo disso são as reservas hídricas de São Paulo que não consegue abastecer mais de 32 milhões de habitantes e um dos maiores setores industriais do mundo.

Outro problema de escassez é causado pelas práticas humanas, como o despejo inadequado de rejeitos nas águas dos rios, lagos e córregos que causam contaminação. A poluição e o desmatamento de florestas e destruição de nascentes também colaboram com o problema.

Devido à falta de gestão dos recursos naturais e aos problemas graves de secas, o Brasil vem enfrentando escassez de água, o que tem feito com que os reservatórios apresentem níveis baixos em épocas que deveriam estar cheios. Outros fatores contribuintes

são as precipitações que ficaram muito abaixo do esperado. Vale ressaltar que o Brasil possui uma das maiores potências hídricas do planeta.

Os setores industriais e de agropecuária são os mais afetados com a falta de água, o que pode acarretar graves impactos na economia do país. Vale lembrar que os maiores complexos indústrias do país encontram-se na região Sudeste que mais sofre com problemas de falta de água. Além disso, o principal modal energético é o hidrelétrico que vem sofrendo com as secas hídricas, de modo que uma seca extrema pode levar o país a um racionamento de energia (PENA, Rodolfo F. Alves, 2018).

3. APROVEITAMENTOS DE ÁGUAS PLUVIAIS

As águas pluviais captadas pelas coberturas têm sido uma alternativa eficiente e simples quando comparado com os demais sistemas, além de amenizar os riscos de enchentes e de preservar as reservas hídricas, o sistema é capaz de reduzir o custo de água fornecida pela rede de saneamento.

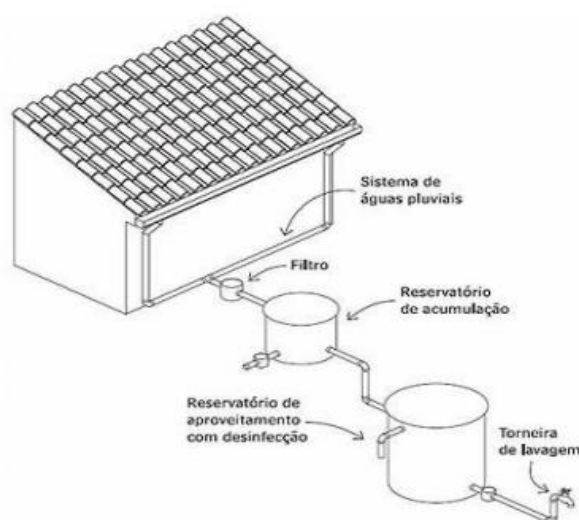
Conforme se apresenta o manual de conservação e reúso da água em edificações juntamente com a agência nacional das águas – ANA, a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP e o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo – SindusCon (ANA, FIESP & SindusCon-SP, 2005), O método de aproveitamento da água da chuva apresenta uma metodologia de captação, tratamento e uso final para fins não potáveis. Esta metodologia descreve as seguintes etapas:

- Dados da precipitação média local (mm/mês);
- Área de coleta;
- Sistema de filtragem (grades, filtros, tubulações, etc);
- Escoamento;
- Dimensionamento do reservatório;
- Sistema de tratamento adequado;
- Volume final de água (Volume e qualidade);

Essas etapas são de total importância para coleta adequada das águas chuva. Outro fator importante é um levantamento do volume de água mensal e análise econômica gerada por meio do método, que tem se mostrado muito eficiente.

A figura 01 apresenta um modelo de catação, filtragem e armazenamento de água pluvial para uma residência simples.

Figura 01 Modelo de um sistema de aproveitamento de água da chuva em uma residência.



Fonte: PINI (2008).

A captação da água é feita pelas áreas das coberturas, que podem ser de telhas cerâmicas, metálicas dentre outras. A água escoar devido à inclinação do telhado, e são conduzidas até o reservatório pelas calhas e tubulações, tendo que passar por um sistema de filtragem que é de extrema importância para se obter uma boa qualidade da água.

Outro fator importante é a separação da água inicial da chuva que contém concentrações de matérias orgânicas e sólidas dissolvida, depositados pelos ventos, pássaros e insetos. Essa separação é feita através de calhas e coletores que podem ser metálicos ou PVC que devem ser dimensionados de acordo com os dados pluviométricos da região (TOMAZ, 2003).

Recomenda que seja descartado de 0,3 a 0,5 mm da precipitação a fim de evitar a entrada de sólidos (folhas, animais mortos e etc) no reservatório (NBR 15527/2007).

É importante ter alguns cuidados ao selecionar o local do reservatório, o mesmo deve ter uma distância de locais de agentes contaminantes (fossa séptica), e de presença de

vegetação e aves, outro fator importante é a manutenção adequada dos telhados, calhas e reservatório, deve-se observar também a vida útil dos filtros e produtos químicos.

4. METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida busca alcançar uma economia de água da rede de saneamento, que pode ser alcançada através da coleta de águas da chuva para finalidades não potáveis, na UNIPAC/Teófilo Otoni, onde compreende as seguintes etapas:

- Classificação dos tipos aparelhos sanitários existentes na universidade;
- Frequência de utilização, tempo e vazão dos aparelhos sanitários;
- Estimativa do consumo mensal;
- População presente na universidade;
- Dados das precipitações pluviométricas (70 anos)
- Áreas de cobertura;
- Análise econômica gerada por meio de utilização de água da chuva;

Este estudo visa alcançar uma economia significativa através do método de utilização da água da chuva. Foram feitos uma série de levantamentos na UNIPAC/Teófilo Otoni, onde se pôde estimar o volume de água que atenda a demanda de utilização não potável (descarga de vaso sanitário, mictório, limpeza) após, foram feito um análise econômica.

Os dados foram obtidos através de entrevistas feitas aos funcionários, alunos e professores, além de dados como contas de consumo, dados pluviométricos, áreas dos telhados e vazões dos aparelhos sanitários existentes na UNIPAC/Teófilo Otoni, onde foi possível estimar consumo de água potável.

Os dados foram coletados no período de Maio a Outubro de 2018, e serão apresentados a seguir.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o auxílio da planta de cobertura dos dois blocos foram possível calcular a economia gerada com a implantação do sistema.

O quadro 01 apresenta as áreas das coberturas divididas por bloco e o total dos mesmos, conforme se apresenta na universidade.

Quadro 01 - Áreas de coberturas

	Área real (m ²)
Bloco A	1348,05
Bloco B	917,95
Total	2266,00

Fonte: Autoria própria (2018)

Os cálculos destas áreas foram feitos de acordo com os dados de áreas dos telhados verificados em planta de cobertura, conforme o quadro 01 apresenta. Pode-se obter uma área real de 2266,00 m² de cobertura do bloco A e do Bloco B. Foram consideradas apenas as áreas dos telhados que possuem calhas existentes no local.

De acordo com o trabalho publicado por SALOMÃO, P. E. A.(2017) foram coletados os dados pluviométricos de uma determinada região do vale do Mucuri, que por amostragem por conglomerada, acaba por representar a região de Teófilo Otoni-MG, conforme o quadro 02 apresenta, diante destes dados foi possível avaliar a viabilidade técnica do aproveitamento de águas pluviais.

Quadro 02- Dados pluviométricos de 70 anos

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total
1945	-	-	-	-	58,30	10,40	41,20	26,30	17,60	99,70	233,90	399,60	887,00
1946	112,10	58,00	169,70	138,50	49,50	3,00	14,20	11,90	13,60	25,00	194,40	63,00	852,90

1947	81,00	20,60	89,50	60,20	32,90	36,70	37,70	10,30	50,20	187,60	148,60	135,10	890,40
1948	2,40	89,80	88,10	32,80	59,00	26,30	47,40	11,40	6,20	107,80	139,50	327,40	938,10
1949	131,00	296,90	94,90	53,10	63,60	43,30	13,10	43,90	3,60	279,20	121,90	209,50	1.354,00
1950	108,00	49,60	61,50	81,00	48,90	78,40	40,20	27,40	14,10	46,00	148,90	124,20	828,20
1951	13,80	109,70	226,80	53,80	19,80	70,30	44,10	24,50	3,00	13,90	0,20	96,70	676,60
1952	263,10	200,20	211,50	43,70	30,00	46,10	50,00	65,40	59,70	10,00	167,20	326,30	1.473,20
1953	16,90	84,30	47,10	81,10	18,60	38,10	3,70	9,30	64,60	9,40	198,80	250,80	822,70
1954	21,90	12,30	72,20	34,30	18,90	22,90	6,00	15,00	7,50	55,90	161,30	127,60	555,80
1955	280,30	37,70	39,40	43,10	24,10	34,70	3,70	1,50	8,80	40,00	499,90	508,70	1.521,90
1956	103,40	49,10	146,40	27,10	22,70	16,60	23,70	26,60	2,40	6,90	208,30	312,90	946,10
1957	158,10	108,60	187,60	135,40	124,60	42,80	33,70	8,20	88,90	38,70	322,10	146,50	1.395,20
1958	180,90	200,80	57,40	159,10	92,70	38,50	55,30	8,10	59,50	53,60	114,00	40,90	1.060,80
1959	47,20	-	133,90	61,80	55,20	14,60	28,30	1,10	63,30	71,60	192,20	208,30	877,50
1960	414,90	58,30	279,70	54,40	7,10	4,80	52,00	49,00	6,00	0,40	250,20	122,80	1.299,60
1961	206,80	51,40	8,20	97,10	16,60	16,50	15,70	0,90	0,50	4,90	2,70	42,40	463,70
1962	296,20	74,80	110,00	55,00	8,20	11,50	11,00	1,40	45,00	5,70	110,70	376,40	1.105,90
1963	34,80	144,60	6,00	85,40	3,00	2,40	22,20	6,90	3,50	2,50	59,70	137,90	508,90
1964	583,50	124,40	218,10	25,70	26,60	8,40	13,70	64,10	78,60	128,60	277,60	162,30	1.711,60
1965	197,40	62,50	134,80	26,70	5,20	146,90	33,60	9,20	10,00	314,60	204,60	51,20	1.196,70
1966	75,10	21,30	27,70	87,60	35,90	8,00	107,10	5,20	37,60	16,20	195,50	134,50	751,70
1967	150,20	129,00	66,10	19,10	7,00	30,90	32,10	31,10	27,80	17,50	132,30	194,90	838,00
1968	67,50	155,10	33,00	18,50	17,50	13,90	14,60	43,00	19,90	56,30	66,50	100,90	606,70
1969	53,70	36,90	68,70	25,70	11,90	80,40	24,40	5,50	9,70	48,90	10,40	165,00	541,20
1970	110,80	43,30	31,50	32,00	10,90	8,60	61,70	54,20	32,50	106,80	214,60	117,20	824,10
1971	128,40	111,20	100,90	122,00	9,50	25,30	19,40	11,90	28,30	211,90	311,60	260,10	1.340,50
1972	67,30	30,60	155,60	63,00	17,00	23,80	31,90	34,50	32,00	48,50	123,80	115,80	743,80
Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total
1973	13,60	12,50	119,50	70,00	76,50	6,60	48,30	0,40	11,20	68,10	250,20	145,50	822,40
1974	217,40	148,20	145,30	67,60	67,80	55,00	18,40	7,90	9,40	117,20	162,30	116,50	1.133,00

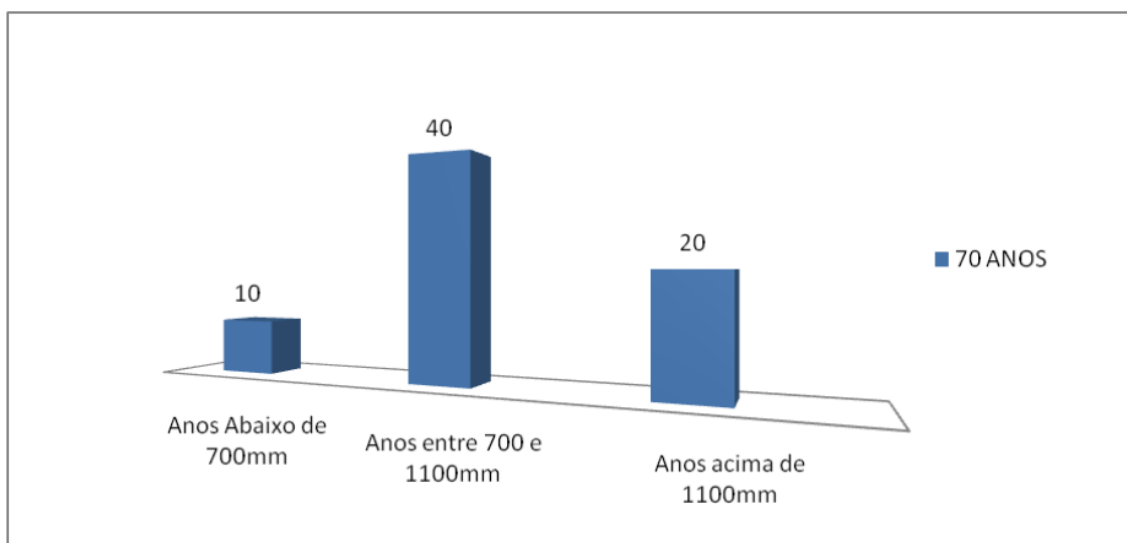
1975	180,40	121,10	81,30	73,80	6,50	28,60	30,60	12,10	22,20	278,60	178,40	113,60	1.127,20
1976	8,10	50,90	29,10	4,10	43,20	10,00	54,70	8,20	72,70	128,60	275,10	197,70	882,40
1977	136,00	155,60	0,40	34,70	47,20	87,70	41,40	0,30	51,70	129,90	275,40	109,60	1.069,90
1978	172,20	206,30	112,00	97,10	28,50	26,70	125,40	31,00	23,70	115,00	72,00	76,10	1.086,00
1979	270,60	161,50	141,50	91,50	9,20	26,90	24,40	16,70	6,60	81,80	53,30	147,40	1.031,40
1980	181,20	184,00	48,40	128,60	94,80	41,90	15,60	25,90	25,70	34,30	63,20	224,00	1.067,60
1981	181,60	89,60	191,90	122,10	151,00	22,80	12,90	66,10	2,70	170,90	212,10	78,60	1.302,30
1982	507,50	44,40	85,30	120,80	41,60	2,40	25,50	31,90	23,50	10,50	38,80	106,40	1.038,60
1983	376,60	126,30	136,90	15,80	44,60	9,40	22,40	18,00	93,60	200,00	124,90	195,40	1.363,90
1984	102,20	232,30	119,00	104,70	10,70	23,60	51,50	29,80	94,70	84,40	195,20	182,70	1.230,80
1985	767,10	111,00	43,00	28,40	24,80	5,10	34,20	34,40	61,90	382,00	99,90	163,70	1.755,50
1986	71,80	148,00	68,50	48,40	31,00	52,30	7,50	1,90	4,40	82,00	147,10	188,00	850,90
1987	37,10	53,30	112,30	63,60	11,60	7,70	6,70	12,20	138,70	56,20	144,20	196,80	840,40
1988	105,90	26,00	130,40	10,70	3,40	16,60	21,70	22,50	20,00	42,80	76,00	243,80	719,80
1989	48,60	29,40	145,60	31,10	48,80	92,10	11,00	63,50	7,20	58,90	144,70	413,20	1.094,10
1990	28,80	58,80	27,40	164,70	18,50	26,80	18,50	53,80	21,00	109,30	135,10	142,50	805,20
1991	126,60	83,40	224,70	10,30	52,40	55,70	121,20	44,70	12,80	48,20	173,50	150,10	1.103,60
1992	117,00	228,50	183,00	55,00	18,50	112,00	68,80	70,20	23,40	272,60	160,40	385,80	1.695,20
1993	91,90	64,60	18,40	157,90	32,20	29,80	26,30	7,80	2,20	70,20	64,20	298,80	864,30
1994	138,60	20,60	156,40	70,10	49,60	7,80	62,30	6,00	18,20	44,90	164,40	107,80	846,70
1995	20,40	50,40	78,20	84,20	27,20	2,80	70,30	10,20	17,70	94,20	108,20	286,80	850,60
1996	57,20	40,60	72,50	47,60	5,80	4,40	3,30	22,20	32,80	45,60	325,40	48,20	705,60
1997	137,00	66,60	209,40	60,20	28,40	2,60	30,70	4,90	14,80	71,50	55,80	250,80	932,70
1998	169,80	8,20	11,80	73,00	18,20	2,20	1,80	2,30	15,20	56,80	190,00	157,00	706,30
1999	19,20	22,40	205,80	37,80	41,00	-	56,00	18,00	21,00	53,80	272,40	75,20	822,60
2000	113,00	62,20	358,40	147,80	62,00	7,40	18,80	31,00	37,10	45,00	150,20	195,20	1.228,10
2001	24,20	80,40	64,50	55,80	48,80	31,60	23,00	47,80	45,20	144,00	228,20	149,00	942,50
2002	320,60	280,40	66,60	68,80	22,00	26,00	27,20	23,00	154,30	3,60	162,40	173,20	1.328,10
2003	120,90	43,10	52,90	38,20	48,70	0,20	32,20	3,70	23,60	64,60	45,30	197,00	670,40

2004	130,00	100,50	233,20	48,60	35,50	32,40	30,50	8,60	4,80	113,10	91,50	173,10	1.001,80	
2005	212,30	83,20	124,80	11,20	149,80	70,70	34,80	56,30	12,80	55,60	173,40	185,70	1.170,60	
2006	19,90	23,80	150,80	107,30	8,10	30,00	8,70	8,60	32,40	82,90	379,20	414,20	1.265,90	
2007	33,60	178,30	16,80	78,00	19,20	5,90	2,20	21,70	20,30	-	82,60	75,40	534,00	
2008	114,20	104,10	260,70	55,30	2,60	6,90	14,90	28,70	37,40	2,60	315,40	220,40	1.163,20	
2009	223,80	72,30	101,40	118,80	36,90	32,10	17,00	16,90	8,20	173,00	162,10	74,50	1.037,00	
2010	14,50	109,30	310,10	71,90	32,20	11,80	46,10	0,40	20,40	37,60	333,60	117,00	1.104,90	
2011	54,90	37,80	102,00	201,20	15,70	11,60	61,00	3,20	12,10	145,80	159,20	147,00	951,50	
2012	150,60	39,50	7,00	48,90	110,50	39,50	22,50	83,40	19,60	26,60	451,20	-	999,30	
Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total	
2013	79,30	-	81,50	121,30	86,10	19,10	0,90	8,00	17,60	124,20	116,20	385,80	1.040,00	
2014	79,30	25,10	45,50	88,10	6,60	45,20	29,20	32,60	-	196,20	150,60	131,00	829,40	
2015	-	96,60	92,80	9,60	35,60	30,60	28,50	12,10	1,40	-	62,30	45,40	414,90	
2016	389,60	1,20	3,60	10,60	-	22,90	24,40	2,10	7,00	42,40	238,70	109,00	851,50	
2017													-	
2018													-	
2019													-	
2020													-	
2021													-	
2022													-	
Média	144,70	87,90	110,40	68,60	36,40	29,30	32,00	22,40	29,30	85,50	169,60	175,40	991,50	
		70 ANOS DE AVALIAÇÃO						MÉDIA				991,5		
		70 ANOS DE AVALIAÇÃO						ANOS ABAIXO DE 700mm				10	14%	
		70 ANOS DE AVALIAÇÃO						ANOS ENTRE 700 E 1100mm				40	58%	
		70 ANOS DE AVALIAÇÃO						ANOS ACIMA DE 1100mm				20	28%	

Fonte: SALOMÃO, P. E. A.(2017).

O quadro apresenta precipitações no período analisado de 70 anos, os dados chegaram á (58%) entre 700 mm a 1100 mm, (28%) acima de 1100 mm e, (14%) abaixo de 700 mm, conforme mostra a figura 02. Através de dados oriundos do quadro 01.

Figura 02 Precipitações pluviométricas



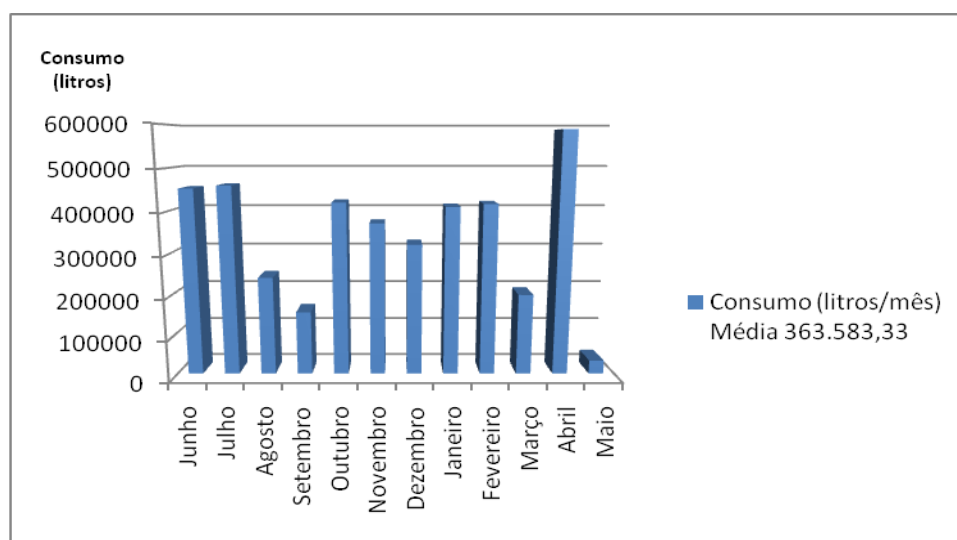
Fonte: SALOMÃO, P. E. A.(2017).

Pode ser visto na figura 02 que o índice pluviométrico da região de Teófilo Otoni/G se manteve por 40 anos dentro da média, tendo um período de 10 anos abaixo da média.

Os volumes mensais foram obtidos por meio de faturas da COPASA, que se referem ao período de Junho de 2017 a Maio de 2018.

A figura 03 Apresenta os consumos e a média em litros por mês, no período de julho de 2017 a maio de 2018.

Figura 03 Consumos das faturas de julho de 2017 á maior de 2018.



Fonte: Autoria própria (2018)

Os consumos em alguns meses apresentam-se abaixo da média devido a períodos de férias onde a universidade não funciona, desta forma a média de consumos mensais foi calculada utilizando os valores de cada mês apresentadas na figura 03, onde foram somados todos os valores de consumo mensal e dividido pela quantidade de valores somados. Sendo assim a média de consumo foi de 363.583,33 litros/mês de acordo com as contas de consumo.

Através de levantamentos e entrevistas com funcionários e alunos, feitos na universidade foi possível classificar os aparelhos existentes na UNIPAC/Teófilo Otoni. Desta forma podem-se obter dados como os tipos de aparelhos presentes na universidade, vazão, tempo de utilização e a frequência em que os mesmos são utilizados.

Com base nestes dados foi possível realizar a estimativa de consumo médio de água para cada tipo de aparelho existente na universidade, e desta forma obter o volume de água que pode ser substituído por água pluvial, determinando o potencial de economia que pode ser gerado através do uso de água pluvial.

Por meios de levantamentos feitos na UNIPAC/Teófilo Otoni, foram possíveis identificar os aparelhos sanitários e as atividades realizadas na universidade que utilizam água.

Observou-se que os banheiros femininos e masculinos possuem torneiras de desligamento automático e as dos banheiros de usos especiais convencionais. Os vasos sanitários existentes possuem válvula de descarga. Nos banheiros masculinos existem mictórios com válvula de descarga. Existem torneiras nos banheiros femininos que são utilizadas pelas funcionárias de

serviços gerais (serventes), para a limpeza dos dois blocos. Além disso, existem tanques em alguns laboratórios, que são utilizadas de acordo com a função de cada laboratório.

O quadro 03 apresenta os aparelhos sanitários existentes na universidade e a quantidade, dados levantados através de visitas in loco.

Quadro 03 - Classificação dos aparelhos existentes e quantidades.

Aparelho Sanitário	Local	QTD
Torneiras Lavatórios	Banheiros Masculinos	30
Torneiras Lavatórios	Banheiros Femininos	30
Torneiras Lavatórios	Banheiro usos especiais	08
Torneiras Limpeza	Banheiros Femininos	06
Vasos Sanitários (válvula de descarga)	Banheiros Masculinos	24
Vasos Sanitários (válvula de descarga)	Banheiros Femininos	42
Mictórios	Banheiros Masculinos	42
Bebedouros Elétricos	Pátios Internos	24
Torneira Tanque	Laboratórios	42
Torneiras das Lanchonetes	Área Externa	03
Torneiras	Área Externa	03

Fonte: Autoria própria (2018)

A figura 04 apresenta alguns dos aparelhos sanitários existentes nos prédios da Universidade e também de alguns locais onde ocorrem atividades que utilizam água, apresentadas nas figuras.

Figura 04 Aparelhos Sanitários Existentes na UNIPAC/Teófilo Otoni-MG



Fonte: Autoria própria (2018)

As vazões das pias dos banheiros foram realizadas utilizando um recipiente com volume conhecido e cronometrando o tempo necessário para que aconteça o desligamento automático. Através de entrevistas com usuários pode-se obter a frequência de utilização das pias de lavagens de mãos.

As pias são de desligamento automático, tendo apenas 8 segundos para se desligar. Através das entrevistas com os usuários e observações feitas pode se observar que alguns usuários costumam usar as pias de lavagem de mãos para outras finalidades como: Lavagem do rosto e para arrumar o cabelo. A frequência de utilização pode variar de acordo com a utilização. Para os vasos sanitários e mictórios, que possuem válvula de descarga, não foram realizadas medições devido à falta de equipamentos adequados. Sendo assim, foi adotado para

a descarga dos vasos sanitários o valor de vazão de 1,7 litros/s, e para mictórios 0,15 litros/s, valores recomendados pela norma NBR 8160 (ABNT, 1999), e também pelos fabricantes.

Existem também laboratórios que possuem torneiras comuns de acionamento manual, que são utilizadas de acordo com as funções dos laboratórios, para os mesmos foram utilizados um recipiente conhecido e determinado o valor de vazão de 0,16 litros/s.

O quadro 04 apresenta as vazões em litros por segundo levantadas de cada aparelho existente na universidade.

Quadro 04 - Vazão dos aparelhos sanitários existentes.

Aparelho Sanitário	Local	Vazões
Torneiras Lavatórios	Banheiros Masculinos	0,05l/s
Torneiras Lavatórios	Banheiros Femininos	0,05l/s
Torneiras Lavatório	Banheiro para deficiente	0,16l/s
Torneiras Limpeza	Banheiros Femininos	0,16l/s
Vasos Sanitários (válvula de descarga)	Banheiros Masculinos	1,70l/s
Vasos Sanitários (válvula de descarga)	Banheiros Femininos	1,70l/s
Mictórios	Banheiros Masculinos	0,15l/s
Bebedouros Elétricos	Pátios Internos	0,01l/s
Torneira Tanque	Laboratórios	0,16l/s
Torneiras das Lanchonetes	Área Externa	0,16l/s
Irrigação de Jardim	Área Externa	0,15
Torneiras	Área Externa	0,16l/s

Fonte: Autoria própria (2018)

Através de entrevistas com professores, alunos e funcionários foram estimados o consumo de água per capita, e feito uma média diária de frequência utilização e o tempo de cada aparelho individual.

De acordo com os funcionários da limpeza a universidade é limpa todos os dias e todos os banheiros e corredores externos são lavados com balde. No sábado é feita a limpeza das janelas de vidros e dos corrimãos, e a cada três meses os pátios de estacionamentos e as rampas de acesso principais são lavados de mangueira com água da cisterna existente na UNIPAC/Teófilo Otoni. As irrigações dos jardins são feitas todos os dias com água da cisterna, onde ficam ligados por 30 minutos.

Foi possível identificar nas entrevistas com os usuários algumas dificuldades em informar o tempo de uso dos aparelhos, principalmente dos vasos sanitários, e torneiras dos lavatórios. Para corrigir possíveis erros elevados na estimativa, foram reduzidos alguns valores exagerados após uma análise visual, e desta forma pode se aproximar o mais próximo do valor real possível.

O quadro 05 apresenta valores dos consumos obtidos, de acordo com o tempo e a frequência de utilização.

Quadro 05 - Médias diárias de frequência, de tempo de uso e de consumo de água per capita por aparelhos sanitários para alunos.

	Frequência (vezes/dia)	Tempo (segundo/vez)	Consumo (litros/dia/pessoa)
Usuários	Alunos (as)	Alunos (as)	Alunos (as)
Aparelhos	Média	Média	Média
Torneira dos WCs	1,6	8	0,64
Vasos Sanitários	0,3	6	3,06
Bebedouros	2,0	13	0,26
Mictórios	0,6	6	0,54
Consumo Médio Diário Total			4,50

Fonte: Autoria própria (2018)

O quadro 05 apresenta maior consumo nos vasos sanitários mesmo com uma frequência de menos apertadas, isso acontece por conta da vazão dos vasos sanitários serem maior do que as dos demais aparelhos.

Para os consumos usados na limpeza, torneiras de laboratórios, torneiras lanchonetes irrigação de jardins foram feitas estimativas dadas em litros por dia, o quadro 06 apresenta os valores obtidos de acordo com as entrevistas.

Quadro 06 - Médias diárias de frequência, de tempo de uso e de consumo de água per capita por aparelhos sanitários para limpeza

	Frequência (vezes/dia)	Tempo (segundo/vez)	Consumo (litros/dia)
Usuários	Funcionários	Funcionários	Funcionários
Aparelho	Média	Média	Média
Torneira Limpeza	336	70	3763,20
Torneira Laboratórios	420	20	1.344,00
Torneira Lanchonete	75	60	720,00
Irrigação De Jardim	4	7200	4.320,00
Consumo Médio Diário Total			10.147,20

Fonte: Autoria própria (2018)

Pode se observar um maior consumo nas torneiras de limpeza devido à maior utilização da mesma. Lembrando que o consumo foi representado em litros por dia.

O consumo total de água foi determinado através da soma de todos os consumos específicos dos aparelhos e atividades de uso coletivo, calculados anteriormente no item 5.9. Foram desconsiderados os consumos das irrigações dos jardins e lavagem de estacionamento no qual os mesmo são feitos com água da cisterna.

Para o cálculo estimou que a UNIPAC/Teófilo Otoni possui aproximadamente 4000 mil usuários contando com alunos, funcionários e professores. Desta forma o consumo total diário de água estimado foi de 23.827,20 litros/dia.

Para determinar o consumo de água mensal, adotou-se uma média de 23 dias úteis no mês. Foi feita uma estimativa para as limpezas dos vidros e corrimãos que são feitos nos sábados, desta forma foi considerado o valor 4,50 sábados ao mês.

Obteve um volume mensal de consumo de água de 548.025,60 litros/mês. O quadro 07 mostra um resumo do consumo para cada aparelho e para as demais finalidades de moto geral. Vale ressaltar que a água utilizada para irrigação de jardins é feita com água da cisterna existente na universidade.

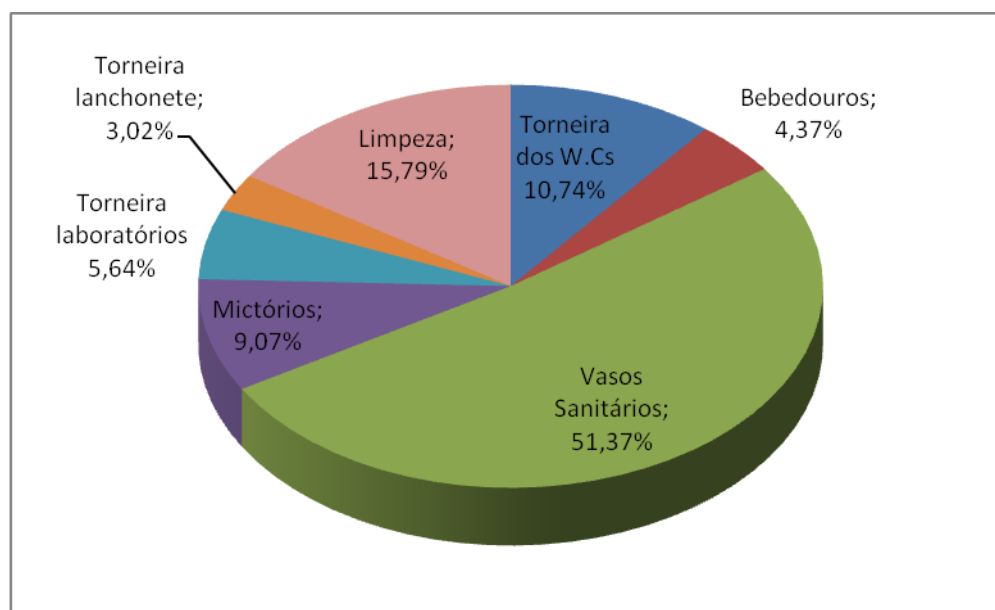
Quadro 07 - Consumo total diário e mensal de água por aparelho e atividades.

Aparelho ou Atividade	Consumo (l/dia)	Consumo (l/mês)
Torneira dos WCs	2.560,00	58.880,00
Bebedouros	1.040,00	23.920,00
Vasos Sanitários	12.240,00	281.520,00
Mictórios	2.160,00	49.680,00
Torneira (laboratórios)	1.344,00	30.912,00
Torneira lanchonete	720,00	16.560,00
Irrigação de Jardins	4.320,00	99.360,00
Limpeza	3.763,20	86.553,60
Total	28.147,20	647.385,60
Total Real	23.827,20	548.025,60

Fonte: Autoria própria (2018)

Com base no quadro 07 verificou-se o percentual de consumo dos aparelhos. A figura 05 mostra os usos finais de água em porcentagem.

Figura 5 Usos finais de água estimados.



Fonte: Autoria própria (2018)

Os volumes estimados foram comparados com a média feitos com as faturas da COPASA, o quadro 08 apresenta as diferenças entre os valores reais dos estimados.

Quadro 08 - Consumo Total diário e total mensal de água estimado e real

Consumo	Consumo diário (l/dia)	Consumo mensal (l/mês)
Estimado	23.827,20	548.025,60
Real	11.890,50	363.583,33
Diferença (litros)	11.936,70	184.442,27

Diferença (%)	50,73%
---------------	--------

Fonte: Autoria Própria (2018)

O quadro 08 apresenta uma diferença entre os consumos de 50,73% (corresponde a 184.442,27 litros/mês). O consumo real é de 363.583,33 litros/mês e o estimado de 548.025,60 litros/mês. As diferenças entre os consumos podem ser considerada alta, isso acontece devido aos erros de dados obtidos nas entrevistas e a média feita nas contas da COPASA que leva em conta os períodos de férias onde o consumo de água diminui. As correções serão feitas de acordo com a diferença entre os consumos onde serão atribuídas as correções a cada aparelho.

Por meio da análise de sensibilidade foi possível afirmar que as respostas exageradas dos usuários durante as entrevistas causaram erros na estimativa dos consumos, gerando assim uma grande diferença do consumo estimado do real. As correções foram feitas para cada aparelho e serviços de modo geral, atribuindo proporcionalmente à diferença obtida entre o consumo estimado do real.

Foi comparado o consumo real e o estimado onde obteve uma diferença significativa de 50,73%, no qual corresponde a 184.442,27 litros/mês, com base nestes dados foi possível corrigir os volumes de água para cada aparelho.

As correções foram realizadas proporcionalmente a cada aparelho onde foi multiplicando o percentual de cada aparelho pela a diferença obtida entre o valor real e o estimado e assim subtraídas o resultado pela demanda de consumo estimado do aparelho.

As correções foram feitas em todos os aparelhos conforme o quadro 09 apresenta os valores corrigidos do volume diário e mensal. Além disso, foi apresentado o percentual de consumo de água em usos considerados não potáveis.

Quadro 09 - Consumos de água após correção

Aparelho ou Atividade	Consumo (l/dia)	Consumo (l/mês)
Torneira de Lavatório	1.698,73	39.070,90
Bebedouros	689,56	15.859,87

Vasos Sanitários	8.120,52	186.772,00
Mictórios	1.432,66	32.951,09
Torneira laboratórios	891,72	20.509,46
Torneiras lanchonetes	477,82	10.989,84
Limpeza	2.496,96	57.430,17
Total	15.807,97	363.583,33
Total não potável	12.050,14	277.153,26
Percentual do total não potável	76,23%	

Fonte: Autoria própria (2018)

O quadro 09 mostra que o consumo do sanitário continua sendo o responsável pelo maior consumo de água, devido à vazão ser muito grande se comparado com os outros aparelhos.

Por fim, verificaram-se o consumo diário de água (por pessoa), dividindo o consumo total diário 15.807,96 pela população da universidade (4000 pessoas), onde se obteve 3,95 litros/dia/pessoa.

Os valores de consumo de água obtido no presente estudo podem ser considerados baixo, uma possível explicação seria devido à baixa permanência dos alunos na universidade, visto que a maioria dos alunos estuda em períodos noturnos e não permanece fora do horário de aula. Ainda, alguns funcionários, trabalham somente meio período do dia.

Com auxílio dos dados anteriores representados na tabela, verificou o volume de água em litros que poderia ser substituído por água pluvial, onde foi possível alcançar uma redução de 76,23%, levando em conta a utilização da água pluvial em descargas de vaso sanitário, mictórios e para limpeza geral dos 02 blocos da universidade.

Foram realizadas as análises de reduções alcançadas por meio de utilizações das águas pluviais para finalidades que não necessitam de água potável. Vale ressaltar que a água que

poderia ser utilizada com o sistema foi de 76,23% (277.153,26 litros mensais) conforme se apresenta no quadro 09.

O quadro 11 apresenta uma análise econômica que poderia ser gerada por meio do método de utilização de água da chuva.

Quadro 11 - Volumes diários e diários, custo mensal em reais, e o potencial de economia de água potável

	Consumo (l/dia)	Consumo (l/mensal)	Valor Mensal (RS)
Consumo médio de água potável	15.807,97	363.583,33	9.575,85
Consumo de água não potável	12.050,14	277.153,26	7.182,73
Valor da conta com sistema de aproveitamento de água pluvial	2.393,12		

Fonte: Autoria própria (2018)

O quadro 11 mostra os valores médios em reais passariam de RS 9.575,85 para RS 2.393,12, com a utilização de água chuva, tendo um potencial de economia de RS 7.182,73 reais ao mês.

6. CONCLUSÃO

Os dados foram levantados no período de março a Outubro de 2018 na UNIPAC/Teófilo Otoni, onde foi possível classificar os aparelhos existentes e obter a vazão dos mesmos. Por meio das entrevistas obtive o tempo e a frequência em que os aparelhos são utilizados, e assim foi possível estimar o consumo dos mesmos.

Desta forma foram realizadas comparações entre o volume estimado e o real. Notou-se que houve uma diferença significativa dos valores de 50,73% (correspondente a 184.442,27 litros/mês). Diante disso foram realizadas correções para obter um valor exato de consumo,

visto que essa diferença já era esperada uma vez que os dados coletados com usuários mostraram-se meio confusos.

Após as correções foram calculados o volume de água que poderia ser substituído por água da chuva, ou seja, para finalidades que não necessitam de água potável (limpeza, vasos sanitários e mictórios).

Diante disso o método de aproveitamento das águas da chuva apresentou-se viável para a UNIPAC/Teófilo Otoni, visto que o mesmo proporciona redução de alagamentos (problema presente na universidade), redução do consumo de água potável e, além disso, preserva os recursos naturais.

Após os resultados finais deste estudo, que mostrou ser economicamente viável, serão apresentadas a seguir algumas sugestões para trabalhos:

- Adotar meios de utilização de águas em edificações onde se tem um maior consumo, como indústria, hospitais, universidade e etc;
- Realizar estudo para escolher o melhor método de utilização de águas coma finalidade de reduzir gastos de água potável;

REFERÊNCIAS

de Janeiro, A. R., & Telegratico, E. (2012). ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR ISO/IEC, 17025*, 2005.

ANA, F. E. S. S., & SindusCon-SP, C. O. M. A. S. P. (2005). Conservação e Reúso de água em Edificações. *São Paulo: Prol Editora Gráfica*.

NBR, A. (2007). 15527: Água de chuva—aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis—Requisitos. *ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS Rio de Janeiro*.

Catulé, P. F., Salomão, P. E. A., Cangussú, L., & de Carvalho, P. H. V. (2018). Estudo de verificação da viabilidade de captação e uso de água da chuva no município de Teófilo Otoni-MG. *Research, Society and Development*, 7(11), 13.

GHISI, E. (2006). A influência da precipitação pluviométrica, área de captação, número de moradores e demandas de água potável e pluvial no dimensionamento de reservatórios para fins de aproveitamento de água pluvial em residências unifamiliares. *Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para participação no Concurso Público do Edital N, 26.*

ONU 2015. Relatório sobre o Desenvolvimento de Água 2015: “Água para um mundo sustentável”. Disponível em: www.nacoesunidas.org/ate-2030-planeta-podeenfrentardeficit-de-agua-de-ate-40-alerta-relatorio-da-onu/. Acesso em: 03 de outubro de 2018.

dos Reis, F. M. P., Costa, T. V. B., & Alves, F. (2018). REÚSO DE ÁGUAS CINZA EM HABITAÇÕES POPULARES NO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Revista Petra*, 4(1).

Tomaz, P. (2003). *Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis*. São Paulo: Navegar.

ALT, R., & CIVIL, E. (2009). Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. *São Paulo*.

UNIÁGUA – Universidade da Água. Água no Planeta. Disponível em: WWW.uniagua.org.br/aguaplaneta.htm. Acesso em: 07 jun. 2018.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Pedro Emílio Amador Salomão - 40%

Thiago Gomes de Almeida - 20%

Arnon Roberto Rhis - 20%

Sandra Sofia Figueredo Coelho - 20%