

CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NA ÁREA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL¹

ROCHA, S., Universidade Federal de Goiás, email: sarahteles@hotmail.com; CAMPOS, M., Universidade Federal de Goiás, email: marcusscampos@gmail.com

ABSTRACT

The use of rainwater has been highlighted in recent years as a way to promote water conservation in buildings. This relevance is reflected in important Brazilian academic publications. Thus, a survey of the articles published in the ENTAC and the Ambiente Construído Journal of the year 2004 up to the present was carried out, following a methodology proposed in Ilha et al. (2006). Through this analysis, it was verified that the year 2004 was the year with the largest number of publications, the Federal University of Santa Catarina, the most published institution on the subject, and that the publications on this subject usually have an approach to technical, economic and / or environmental feasibility. It was also verified that the most of researches have taken place in residential buildings and educational institutions. Based on this survey, it is possible to determine the areas not yet explored by these researches already carried out, increasing the limit of knowledge in this area.

Keywords: Rainwater harvesting, plumbing systems, bibliographic research.

1 INTRODUÇÃO

A busca por meios de promover a sustentabilidade no ambiente construído tem sido parte constante das discussões técnicas e científicas do Século XXI.

A água tem tido um papel fundamental nestas discussões. Devido às crises de abastecimento que ocorrem nas grandes cidades, a busca por meios de promover a conservação de água em edifícios tem tomado um papel importante nos eventos científicos da área.

O ENTAC tem sido nas últimas décadas o principal meio de promoção e divulgação destas pesquisas em cenário nacional. O evento, organizado pela Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, ocorre bianualmente desde o ano 1986, sendo o evento de 2018 o décimo sétimo.

Observa-se que grande parte das pesquisas nacionais envolvendo o aproveitamento de água pluvial, tem tido publicações neste evento, bem como no periódico Ambiente Construído, também publicado pela mesma associação.

Sendo assim, este artigo tem como objetivo analisar as publicações científicas nestes dois meios supracitados do tema de aproveitamento de água pluvial.

¹ ROCHA, S., CAMPOS, M. Caracterização da produção científica na área de aproveitamento de água pluvial. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

2 METODOLOGIA

Para a realização da caracterização da produção científica que ocorrem com o tema de aproveitamento de água pluvial, foi necessário o levantamento dos artigos publicados na revista Ambiente Construído e nos Encontros Nacionais de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTACs). Foram considerados todos os artigos sobre o tema de 2004 até a presente data. Verificou-se que antes desta data, não existiram publicações sobre o tema proposto. Tendo como base o trabalho de Ilha *et al.* (2006), coletou-se dados referentes aos anos de publicação, bem como os autores e suas instituições de vínculo, temas pesquisados, métodos de pesquisa e identificação de características das tipologias estudadas. Mediante as variáveis citadas, foram efetuadas análises para identificar o comportamento destas ao longo do tempo e de outros fatores.

Desta forma, os dados coletados foram:

- Ano de publicação;
- Nome dos autores – todos os autores de cada artigo analisado;
- Vínculo institucional do autor – considerados com relação ao vínculo apresentado na publicação, sendo verificada apenas a existência de instituições de ensino superior para todos os artigos;
- Método de pesquisa – empíricos ou não;
- Tipologia estudada – descrição de parte do objeto analisado;
- Temas pesquisados – foram definidos quatro temas: viabilidade técnica, econômica e/ou ambiental; potencial de economia de água; dimensionamento de reservatórios; e outros.

O tema viabilidade técnica, econômica e/ou ambiental contempla artigos relacionados ao estudo de viabilidade, podendo ser relacionada a apenas um dos citados, técnica, econômica e/ou ambiental. Nestes artigos são observados a implantação, hipotética ou real, de sistemas prediais de aproveitamento de água pluvial (SPAAP) seguidos de análises financeiras.

O tema potencial de economia de água contempla artigos relacionados à capacidade de redução de consumo de água potável mediante a implantação de SPAAP. Em alguns casos identifica-se associação com outras medidas de conservação de água com gestão da oferta e demanda.

O tema dimensionamento de reservatórios de maneira autoexplicativa contempla artigos que objetivam explorar o dimensionamento deste componente que genericamente ocupa a parcela de maior custo no investimento de implantação de SPAAP.

O tema outros contempla artigos que dentre o montante não possui semelhante em objetivos, ou seja, possui um tema único. Os artigos desta classificação buscam promover estudos em torno da qualidade da água, mapeamento da literatura, estudo de técnicas compensatórias no manejo de águas urbanas e ainda contextualização do uso de SPAAP em uma

cidade.

Determinou-se também o número de artigos publicados por autor por meio da ponderação proposta por Lakmazaheri e Rasdorf² (1998) *apud* Ilha *et al.* (2006):

$$N = \sum_{i=1}^n \frac{1}{m_i} \quad (1)$$

Onde:

N = número ponderado de autores por artigo;

m_i = número de autores de cada artigo i publicado pelo autor;

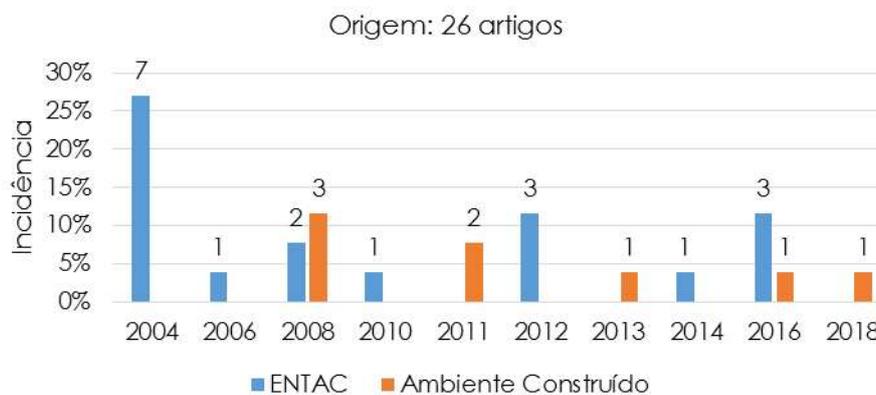
n = número total de artigos publicados pelo autor.

3 RESULTADOS

3.1 Análise geral

O número de artigos que foram encontrados na base da ANTAC foi de 26 artigos e a distribuição dos mesmos ao longo dos anos é apresentada no Gráfico 1 e na Tabela 1. Na Tabela 2, verificou-se o número de autores e instituições de vínculo, por ano. Quanto a estes, se considerou que quando um autor ou instituição apresentava mais de uma publicação naquele ano, foi considerado apenas uma.

Gráfico 1 – Ano de publicação e quantidade de artigos



Fonte: Os autores

Tabela 1 – Referência dos artigos

| Ano | Referência |
|------|--|
| 2004 | Campos e Amorim (2004) Marinovski, Ghisi e Gómez (2004) |
| | Fonini <i>et al.</i> (2004) May e Prado (2004) |

² LAKMAZAHERI,S.;RASDORF, W. **Foundation for research in computing in civil engineering**. Journal of Computing in Civil Engineering, v.12, n.1, p. 9-18, 1998.

| | | |
|------|--|-------------------------------|
| | Hernandes <i>et al.</i> (2004) Mano e Schmitt (2004) | Simioni, Ghisi e Gómez (2004) |
| 2006 | Hernandes e Amorim (2006) | |
| 2008 | Amorim e Pereira (2008a) | Marinoski e Ghisi (2008) |
| | Amorim e Pereira (2008b) Athayde Júnior, Dias e Gadelha, (2008) | Tavares, Rocha e Ghisi (2008) |
| 2010 | Campos e Ilha (2010) | |
| 2011 | Fasola <i>et al.</i> (2011) | Rupp, Munarim e Ghisi (2011) |
| 2012 | Ferraz <i>et al.</i> (2012) | Teixeira e Ilha (2012) |
| | Marinoski <i>et al.</i> (2012) | |
| 2013 | Salla <i>et al.</i> (2013) | |
| 2014 | Dalla Santa <i>et al.</i> (2014) | |
| 2016 | Alves <i>et al.</i> (2016) | Cosentino e Borges (2016) |
| | Carvalho e Campos (2016) | Tassi <i>et al.</i> (2016) |
| 2018 | Marinoski e Ghisi (2018) | |

Fonte: Os autores

Tabela 2 – Total do número de autores e instituições de vínculo

| | 2004 | 2006 | 2008 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2016 | 2018 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Número de autores | 14 | 2 | 9 | 2 | 6 | 13 | 5 | 7 | 11 | 2 |
| Número de instituições de ensino superior | 5 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 |

Fonte: Os autores

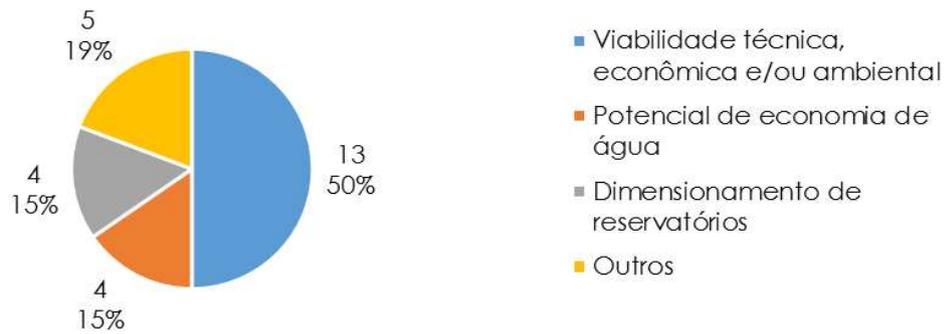
O ano de 2004 foi o que teve um maior número de publicações na área, totalizando 7 artigos no ENTAC (27% do total de publicações). Neste ano, verificou-se também o maior número de instituições envolvidas bem como um grande número de autores.

Observou-se ainda uma oscilação com picos de maiores números de publicações a cada quatro anos (2004, 2008, 2012 e 2016), sendo diretamente relacionado com o número de autores e instituições.

3.2 Análise dos temas de pesquisa

O Gráfico 2 apresenta a distribuição dos artigos com relação aos temas.

Gráfico 2 – Temas dos artigos



Fonte: Os autores

Conforme observado, grande parte dos artigos são relacionados ao tema de viabilidade (50%). Os outros temas se subdividem de 15% a 19% do número de artigos para cada tema. Esta situação demonstra a predominância e importância do primeiro tema para a área de SPAAP.

Os Gráficos 3 e 4 mostram a relação dos temas de pesquisa com os anos de publicação e as instituições de pesquisa respectivamente. Os números nas legendas dos gráficos apresentados são referentes aos temas de pesquisa sendo 1 para viabilidade técnica, econômica e/ou ambiental; 2 para potencial de economia de água; 3 para dimensionamento de reservatórios e 4 para outros.

Gráfico 3 – Ano de publicação

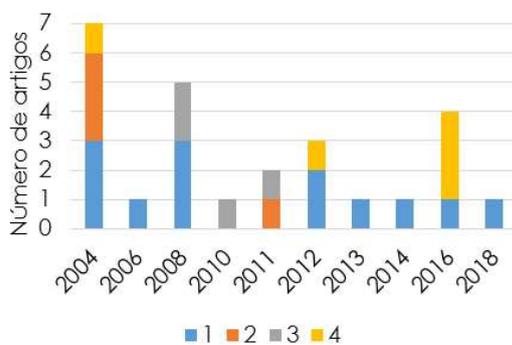
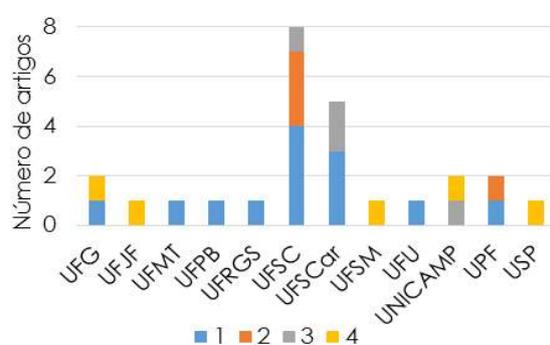


Gráfico 4 – Instituições de ensino



Fonte: Os autores

Verifica-se que o tema 1 está distribuído ao longo do tempo estando presente em quase todos os anos (80%) onde foram publicados artigos sobre a área. Assim também é observada na distribuição das instituições de ensino, aproximadamente 67% delas já publicaram sobre o tema.

O Tema 2 apresentou publicações em dois anos distintos (2004 e 2011), não sendo observado nos anos seguintes. Bem como o tema 3, apresentando-se nos anos de 2008, 2010 e 2011.

Vale ressaltar que o tema 4 – outros – tem como destaque o ano de 2016, verifica-se assim uma tendência a surgirem novos temas de pesquisas nos tempos atuais.

Da análise das instituições de ensino não houve nenhum artigo com mais de uma instituição envolvida e foram identificadas 12 instituições. Vê-se que os autores da UFSC publicaram o maior número de artigos (31%) e permeando três diferentes temas. Em seguida tem-se UFSCar com dois temas e 5 artigos (19%).

Os artigos da UFG, UNICAMP e UPF estão distribuídos igualmente para dois temas diferentes em cada, e as outras instituições possuem apenas um tema para cada.

3.3 Análise dos autores participantes

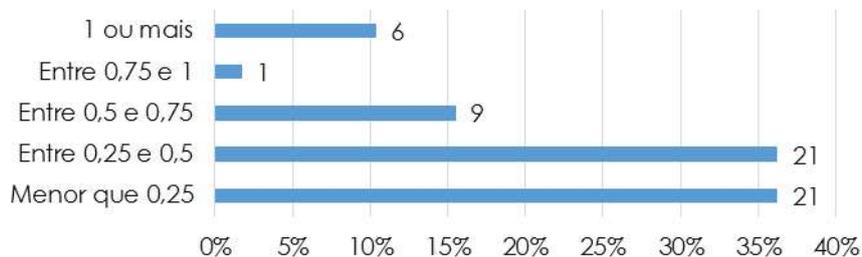
Da análise de autores participantes foram detectados 58 autores. O número de artigos publicado por autor é apresentado na Tabela 3 e o número ponderado de publicações por autor calculado pela Equação 1, é apresentado no Gráfico 5.

Tabela 3 – Número de publicações por autor

| Autores | 1 | 2 ou 3 | 4 ou 5 | 6 ou mais |
|-----------------|----------|---------------|---------------|------------------|
| Número | 50 | 4 | 3 | 1 |
| Porcentagem (%) | 86,2 | 6,9 | 5,2 | 1,7 |

Fonte: Os autores

Gráfico 5 – Número ponderado de publicações por autor



Fonte: Os autores

Observando a Tabela 3 e o Gráfico 5 percebe-se que a maior parte dos autores (86%) possuem apenas uma publicação sem ponderação. Ressalta-se que não houve artigo com apenas um autor e houveram artigos com até 7 autores, desta maneira o número ponderado de publicações por autor tende a ser menor. Quanto ao número ponderado, apenas aproximadamente 10% podem ser considerados com 1 ou mais publicações.

3.4 Análise dos métodos de pesquisa

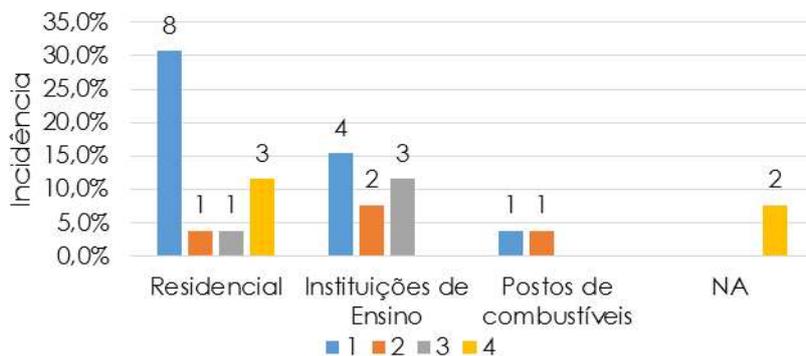
Analisando os 26 artigos publicados no período em análise, 25 deles foram baseados em estudos empíricos, sendo que dois são considerados como experimentos e os 23 restantes são classificados como estudos de caso, evidenciando que esta estratégia de pesquisa é a mais frequente.

Como destaque, foi observado no ano de 2016 um artigo com método de pesquisa não experimental. O artigo realizou um mapeamento sistemático da literatura a respeito dos sistemas de aproveitamento de água pluvial em habitações de baixa renda.

3.5 Análise das tipologias

As tipologias estudadas nos artigos explorados separadas por temas são apresentadas no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Tipologias estudadas



Fonte: Os autores

Identifica-se que a tipologia residencial foi a mais estudada (50% dos artigos), seguidos pelas instituições de ensino (35%). Os temas seguem a mesma tendência sendo bem distribuídos para a tipologia residencial seguida pelas instituições de ensino.

Observa-se ainda melhor as características destas duas tipologias de destaque nos gráficos 7 e 8.

Gráfico 7 – Residencial

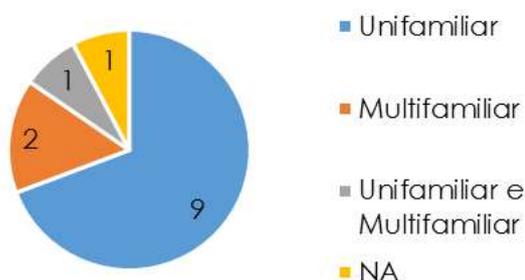
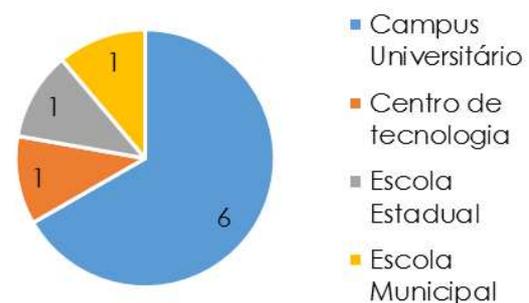


Gráfico 8 – Instituições de ensino



Fonte: Os autores

Vê-se que a tipologia residencial unifamiliar foi a mais explorada estando presente em quase 70% dos casos de tipologia residencial; e a pesquisa em campus universitário foi a mais explorada (67%) para a tipologia de instituições de ensino.

4 CONCLUSÕES

Ao longo deste trabalho foi apresentada uma caracterização da produção científica na área de sistemas prediais de aproveitamento de água pluvial.

Verificou-se que os maiores números de publicações tiveram origem nos ENTACs, tendo como destaque o ano de 2004 e apresentando picos com quantidades maiores de produções a cada quatro anos.

O tema de pesquisa com maior destaque foi viabilidade técnica, econômica e/ou ambiental, ele esteve presente na grande maioria das produções, bem distribuído ao longo dos anos e publicado pela maioria das instituições.

Dentre os pesquisadores apenas três possuem número ponderado de artigos superiores a 2, sendo estes números iguais a 2,78, 2,33 e 2,08.

A estratégia de pesquisa mais empregada foi o estudo de caso e a tipologia mais estudada foi a residencial unifamiliar.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela bolsa de mestrado que possibilitou a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. C. F. et al. Análise de configurações para implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em edificações de um campus universitário. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2016

AMORIM, S. DE; PEREIRA, D. D. A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 2, p. 53–66, 2008a.

AMORIM, S. V. DE; PEREIRA, D. J. A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento de água pluvial. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 2008, Fortaleza. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2008b

ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; DIAS, I. C. S.; GADELHA, C. L. M. Viabilidade econômica e aceitação social do aproveitamento de águas pluviais em residências na cidade de João Pessoa. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 2, p. 85–98, 2008.

CAMPOS, M. A. S.; AMORIM, S. V. Aproveitamento de água pluvial em um edifício residencial multifamiliar no município de São Carlos. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2004

CAMPOS, M. A. S.; ILHA, M. S. DE O. Dimensionamento de reservatórios para o aproveitamento de água pluvial: Critérios econômicos. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela.

Anais...Porto Alegre: ANTAC, 2010

CARVALHO, L. P.; CAMPOS, M. A. S. Avaliação econômica de sistemas de aproveitamento de água pluvial em habitações de interesse social: Mapeamento da literatura. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2016

COSENTINO, L. T.; BORGES, M. M. Aplicação dos sistemas de aproveitamento de água pluvial na cidade de Juiz de Fora/MG. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2016

DALLA SANTA, C. et al. Viabilidade de utilização de água pluvial em edificações. XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2014

FASOLA, G. B. et al. Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 4, p. 65–78, 2011.

FERRAZ, A. A. et al. Aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em edificações escolares: proposta de planejamento sustentável. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2012

FONINI, A.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. DA S. Aproveitamento das águas pluviais e das águas cinzas em um complexo esportivo universitário. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2004

HERNANDES, A. T.; AMORIM, S. V. DE. Avaliação quantitativa e qualitativa de um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma edificação na cidade de Ribeirão Preto. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2006

HERNANDES, A. T.; CAMPOS, M. A. S.; AMORIM, S. V. Análise de custo da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para uma residência unifamiliar na cidade de Ribeirão Preto. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2004

ILHA, M. S. DE O. et al. Caracterização da produção científica na área dos sistemas prediais hidráulicos, sanitários e de gás combustível. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2006

MANO, R. S.; SCHMITT, C. M. Captação residencial de água da chuva para fins não potáveis em Porto Alegre: Aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São

Paulo. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2004

MARINOSKI, A. K. et al. Viabilidade ambiental de sistemas alternativos de água utilizando análise de ciclo de vida. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2012

MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 2, p. 67–84, 2008.

MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. Avaliação de viabilidade ambiental e econômica de sistemas de aproveitamento de água pluvial em habitação de baixo padrão: estudo de caso em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 1, p. 423–443, 2018.

MARINOSKI, D. L.; GHISI, E.; GÓMEZ, L. A. Aproveitamento de água pluvial e dimensionamento de reservatório para fins não potáveis: Estudo de caso em um conjunto residencial localizado em Florianópolis-SC. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2004

MAY, S.; PRADO, R. T. A. Estudo da qualidade da água de chuva para consumo não potável em edificações. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2004

RUPP, R. F.; MUNARIM, U.; GHISI, E. Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 4, p. 47–64, 2011.

SALLA, M. R. et al. Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 2, p. 167–181, 2013.

SIMIONI, W. I.; GHISI, E.; GÓMEZ, L. A. Potencial de economia de água tratada através do aproveitamento de águas pluviais em postos de combustíveis : Estudos de caso. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2004

TASSI, R. et al. Preferências da população de diferentes estratos sociais no manejo das águas pluviais urbanas. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 3, p. 39–52, 2016.

TAVARES, F.; ROCHA, V. L.; GHISI, E. Combustíveis de Brasília: Potencial de economia de água potável e viabilidade econômica. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 2008, Fortaleza. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2008

TEIXEIRA, P. D. C.; ILHA, M. S. D. O. Aproveitamento de água pluvial em edifícios com coberturas verdes: parâmetros de qualidade da água. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC, 2012