

## IV-047 - REVISÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA CAPTADA, UMA FERRAMENTA PARA DESENVOLVIMENTO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E REUTILIZAÇÃO PARA O CONSUMO

**Mauricio Antonio Santini Junior** <sup>(1)</sup>

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). Mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). Professor Substituto pela FEIS/UNESP

**Thaís Tonelli Marangoni** <sup>(2)</sup>

Engenheira Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP). Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP).

**Jefferson Nascimento de Oliveira** <sup>(3)</sup>

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Alagoas. Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo, tendo realizado doutorado sanduíche na Stanford University. Coordenador Geral do Programa de Pós-Graduação – Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Avenida Brasil, 56 Bairro: Centro- Ilha Solteira – São Paulo - CEP: 15385-000 - Brasil - Tel: +55 (18) 99606-4316 - e-mail: mauriciosantinijr@gmail.com

### RESUMO

O crescimento das cidades tem gerado problemas relacionados à qualidade e quantidade da água para consumo. A contaminação da água dos rios devido à poluição urbana encarece o tratamento e agrega um alto valor econômico à água potável. Além disso, a ampliação das áreas impermeáveis e a falta de planejamento de uso e ocupação do solo aumenta a ocorrência de enchentes. Nesse contexto, a coleta de água da chuva auxilia na redução do escoamento superficial durante os eventos de precipitação, reduzindo o pico de vazão dos córregos e rios. O aproveitamento de água de chuva é vantajoso, fazendo uso de estruturas já existentes para coleta – telhado, calhas, condutores e lajes – ocasionando baixo impacto ambiental, de forma que o sistema funciona como complemento aos tradicionais. Realizou-se uma extensa revisão bibliográfica, de trabalhos publicados no Brasil, buscando contabilizar os parâmetros estudados e considerando a média dos valores para viabilizar a comparação com os padrões de potabilidade da portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Foram estudados 12 trabalhos, classificados de acordo com a localidade e tipo de análise feita (água atmosférica e/ou água captada) e verificou-se o atendimento a três condições: todos os trabalhos têm dados de água atmosférica dentro dos padrões de potabilidade; a média dos parâmetros de água captada atende a esse padrão; e todos os trabalhos têm dados de água captada dentro desse padrão. Observou-se que os dados estão geograficamente bem distribuídos na parte oriental do Brasil, locais que apresentam maiores problemas em relação aos recursos hídricos, decorrentes da alta densidade populacional (Regiões Sul e Sudeste) e balanços hídricos negativos (Região Nordeste); as pesquisas realizadas no Brasil foram concomitantes com o que a literatura descreve, apresentando como maior risco a contaminação por microrganismos. Um eventual sistema de tratamento domiciliar, desenvolvido para o tratamento da água captada por meio dessas superfícies, necessariamente deveria ter eficiência na remoção de tais organismos. Alternativas para o tratamento desse tipo de água já existem, embora exijam investimentos. Políticas públicas podem incentivar o desenvolvimento de sistemas mais econômicos, o que poderá, no futuro, ser uma grande ferramenta no Brasil para o problema da falta de disponibilidade hídrica principalmente no sertão nordestino.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água, Parâmetros de qualidade, Reutilização, Revisão bibliográfica.

### INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades gera problemas relacionados à qualidade e quantidade da água para consumo. O desenvolvimento urbano e a ocupação desordenada resultam no lançamento de partículas para a atmosfera que, ao longo do tempo, são depositadas sobre as superfícies e durante eventos de precipitação são carregadas para os cursos d'água, sendo fonte de poluição difusa. A contaminação da água dos rios encarece o processo de tratamento e agrega à água potável um alto valor econômico. Além disso, o crescimento da área impermeável

é propulsor de enchentes, aumentando do pico de vazão em rios e córregos. A coleta de água da chuva é um artifício valioso para a diminuição no volume escoado para os rios urbanos, podendo amenizar as vazões de 20% até 100 % (FLETCHER, 2008).

Recentemente inúmeras pesquisas vêm sendo apresentadas no sentido de captar esse recurso para seu eventual uso no próprio ciclo domiciliar. A modalidade mais comum de captação é a da superfície do telhado, pois essa superfície representa 50% da área impermeável (FLETCHER; ANDRIEU; HAMEL, 2013), sendo, portanto, uma forma importante de auxílio, tanto para minimizar a ocorrência de enchentes devido à sobrecarga do sistema de drenagem urbano, quanto para reduzir o consumo de água de boa qualidade para usos não muito nobres.

As intervenções antrópicas na bacia resultam na alteração de suas características naturais e consequente diminuição da qualidade da água atmosférica (GALFI et al, 2016) (WU et al, 2012), dessa forma é importante considerar a urbanização da região como fator primordial na análise da qualidade de água.

Embora a qualidade da água captada pela chuva quase sempre não é adequada para o consumo humano, principalmente enquanto ao risco biológico (MEERA; AHAMMED, 2009), a mesma apresenta bons indicadores em comparação com outros tipos de água de reuso – eg. água cinza – por isso é interessante utilizar tal recurso para um uso mais nobre deixando a água cinza para outros fins, gerando assim uma eficiência no ciclo do consumo da água.

Dentre as vantagens do aproveitamento de água de chuva pode-se salientar: o uso de estruturas já existentes para coleta tais como telhado, calhas, condutores e lajes, ocasionando baixo impacto ambiental para a obtenção de água de boa qualidade com pouco ou sem nenhum tratamento, sendo que o sistema funciona como um complemento aos sistemas tradicionais, fornecendo água em situações de emergência (SIMIONI *et al.*, 2004).

Um estudo sobre o comportamento padrão da qualidade da água captada é de extrema importância para o desenvolvimento de procedimentos padrões de uso doméstico e desenvolvimento de novas tecnologias que podem ser acopladas no domicílio para o tratamento.

## OBJETIVO

Elaborar uma revisão bibliográfica sobre a qualidade de água atmosférica e coletada de telhados no Brasil, comparando com os parâmetros de potabilidade vigentes, estabelecendo os pontos críticos de maior risco à saúde humana e verificar possíveis dispositivos para tratamento da mesma.

## METODOLOGIA

Foi realizada uma extensa revisão bibliográfica, com enfoque em trabalhos realizados no Brasil, onde se contabilizará os parâmetros de qualidade de água estudados em cada caso. É importante ressaltar que nem sempre a pesquisa analisada apresentará todos os parâmetros considerados neste estudo.

Muito frequentemente os dados de qualidade de água são apresentados em função dos milímetros captados ao longo do evento, pois é intuitivo que o próprio escoamento age de forma a melhorar os parâmetros de qualidade. Para os dados se tornarem uníssonos, a Equação 1 foi aplicada, obtendo a média desses valores.

$$\text{Média} = (\sum X_i) / n \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:  $X_i$  é o parâmetro a ser considerado e  $n$  é o número de intervalos.

Essa aproximação é razoável já que o objetivo deste trabalho é considerar a qualidade da água em um evento isolado, onde a variância ao longo do tempo não é relevante e sim o resultado final. Por fim, os resultados serão agrupados e comparados com os parâmetros de potabilidade da portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Eventualmente, aqueles indicadores que não estão citados na portaria, em razão da mesma ser destinada exclusivamente a distribuição da água tratada (como é o caso da DBO), serão analisados separadamente.

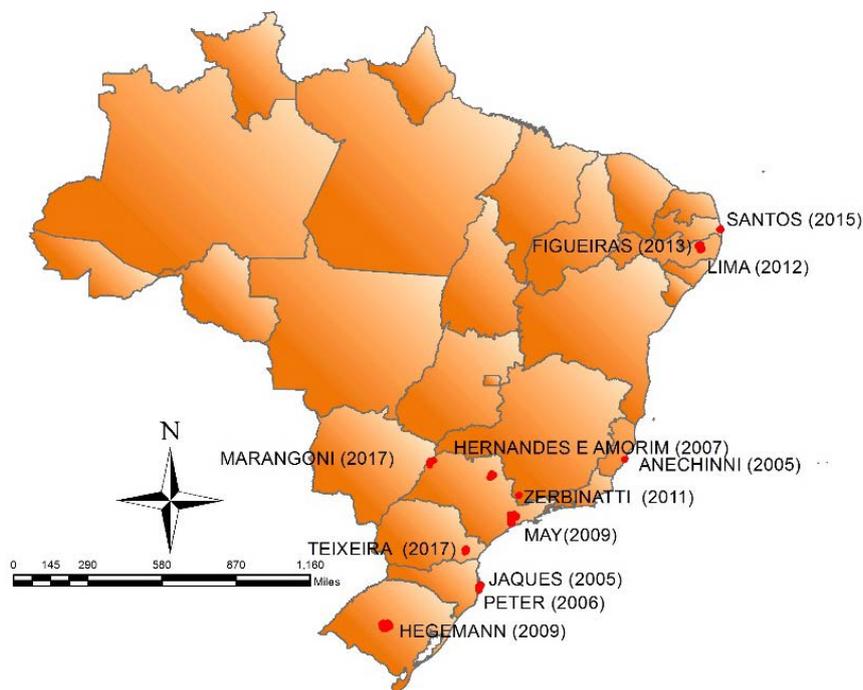
## RESULTADOS

### Qualidade e Potabilidade

Realizou-se uma revisão bibliográfica com alguns trabalhos acerca da qualidade da água de chuva. A Tabela 1 apresenta esses resultados, tal qual a localidade estudada e o tipo de análise feita (água atmosférica e/ou água captada). A Figura 1 ilustra a distribuição espacial dos dados selecionados nesta etapa do trabalho.

**Tabela 1: Relação de estudos.**

<i>AUTOR</i>	<i>CIDADE</i>	<i>DADOS ATM.</i>	<i>DADOS CAPT.</i>
ANNECHINNI (2005)	Vitória - ES	SIM	SIM
FIGUEIRAS (2013)	Caruaru - PE	NÃO	SIM
HAGEMANN (2009)	Santa Maria - RS	SIM	SIM
HERNANDES e AMORIM (2007)	Ribeirão Preto - SP	SIM	SIM
JAQUES (2005)	Florianópolis - SC	NÃO	SIM
LIMA (2012)	Caruaru - PE	NÃO	SIM
MARANGONI (2017)	Ilha Solteira - SP	SIM	SIM
MAY (2009)	São Paulo - SP	NÃO	SIM
PETER (2006)	Florianópolis - SC	SIM	SIM
SANTOS (2015)	João Pessoa - PB	SIM	SIM
TEIXEIRA et al. (2017)	Curitiba - PR	SIM	SIM
ZERBINATTI et al. (2011)	Inconfidentes - MG	SIM	SIM



**Figura 1: Localização dos trabalhos selecionados.**

A Tabela 2 relaciona as médias, os valores máximos e mínimos obtidos de todos esses trabalhos com os parâmetros de potabilidade, sendo, portanto, analisadas 3 (três) condições:

- Condição 1: Satisfeita quando todos os trabalhos estiverem dentro do padrão de potabilidade (água atmosférica);

- Condição 2: Satisfeita se a média dos trabalhos estiverem dentro do padrão de potabilidade (água captada);
- Condição 3: Satisfeita quando todos os trabalhos estiverem dentro do padrão de potabilidade (água captada).

**Tabela 2 – Comparação dos dados da literatura com os parâmetros de potabilidade**

Parâmetro	Atmosfera				Telhado				Potabilidade			
	Mín.	Méd.	Máx.	Nº de Trab	Mín.	Méd.	Máx.	Nº de Trab	2914 /2011	Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3
Alcalinidade (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	3,90	5,20	6,50	2	10,00	31,61	95,02	7	-	-	-	-
Alumínio (mg/L)	-	-	-	0	0,00	0,00	0,00	1	0,2	-	OK	OK
Amônia (mg/L)	0,00	1,71	4,22	3	0,00	0,52	1,15	4	1,5	Não OK	OK	OK
Bactérias Heterotróficas (UFC/ml)	-	-	-	0	7626,30	7626,30	7626,30	1	500	-	Não OK	Não OK
Cloretos (mg/L)	0,60	6,37	17,20	4	4,88	9,49	14,50	5	250	OK	OK	OK
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	0,00	0,00	0,00	1	0,00	134,58	307,70	4	0	OK	Não OK	Não OK
Coliformes Totais (NMP/100ml)	9,00	844,50	1680,00	2	59,00	10361,64	54304,50	6	0	Não OK	Não OK	Não OK
Condutividade Elétrica (µS/cm)	22,60	26,40	35,41	4	25,00	57,17	80,40	6	-	-	-	-
Cor (mg Pt-Co/L)	0,00	2,91	5,42	3	0,00	26,13	62,76	8	15	OK	Não OK	Não OK
DBO (mg/L)	2,70	4,25	5,80	2	5,20	5,80	6,40	2	-	-	-	-
DQO (mg/L)	8,90	15,38	21,43	3	16,86	22,89	32,20	3	-	-	-	-
Dureza (mg/L)	7,60	12,03	20,10	3	19,80	28,91	41,50	6	500	OK	OK	OK
Escherichia coli (NMP/100 mL)	1,20	3,15	5,10	2	10,60	662,58	1961,75	3	0	Não OK	Não OK	Não OK
Ferro (mg/L)	0,06	0,06	0,06	1	0,06	0,15	0,24	2	0,3	OK	OK	OK
Fosfato (mg/L)	0,37	3,47	6,57	2	0,43	3,91	7,39	2	-	-	-	-
Fosforo (mg/L)	0,05	0,05	0,05	1	0,15	0,15	0,15	1	-	-	-	-
Gosto	-	-	-	0	0,00	0,00	0,00	1	0	-	OK	OK
Manganês (mg/L)	0,04	0,04	0,04	1	0,01	0,01	0,02	2	0,1	OK	OK	OK
Nitrato (mg/L)	0,10	0,30	0,55	5	0,00	0,46	0,79	5	10	OK	OK	OK
Nitrito (mg/L)	0,00	0,04	0,10	3	0,00	0,02	0,04	2	1	OK	OK	OK
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,52	0,61	0,70	2	0,48	0,52	0,56	2	-	-	-	-
OD (mg/L)	9,73	10,16	10,59	2	7,61	8,54	9,46	2	-	-	-	-
Odor	-	-	-	0	0,00	0,00	0,00	1	0	-	OK	OK
pH	5,24	5,90	6,70	7	5,72	6,80	8,08	11	6 à 9,5	Não OK	OK	Não OK

(Continuação da Tabela 2)

Residual de Cloro	-	-	-	0	0,00	0,00	0,00	1	0	-	Não OK	Não OK
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	24,58	30,63	39,50	3	13,90	252,95	923,00	6	1000	OK	OK	OK
Suspensos Totais (mg/L)	1,00	4,45	7,90	2	2,90	131,33	289,65	5	-	-	-	-
Sólidos Totais (mg/L)	12,10	31,10	47,30	4	27,48	102,85	204,60	4	-	-	-	-
Sulfatos (mg/L)	1,00	2,35	3,90	3	3,80	7,37	13,30	3	250	OK	OK	OK
Temperatura (°C)	16,38	16,38	16,38	1	15,25	17,63	20,00	2	-	-	-	-
Turbidez (UNT)	0,34	3,93	7,60	7	0,81	34,44	132,39	12	5	Não OK	Não OK	Não OK

As 3 condições foram escolhidas de modo à representar a atenção ou não que deverá ser dada à determinado parâmetro, principalmente em se tratando da água captada via superfície dos telhados, sendo que se a condição 3 for satisfeita não se verifica nenhum indício de desenquadramento do parâmetro ao padrão de potabilidade.

### Telhados Verdes

Os telhados verdes são estruturas que cada vez mais estão chamando atenção do mundo acadêmico para combater os efeitos da urbanização pois aliam uma série de benefícios como atenuação dos picos de vazão, melhora da qualidade e temperatura do ar, no isolamento acústico e na qualidade da água escoada (BERNDTSSON, 2010).

De maneira geral a qualidade da água não sofre melhora com o emprego desta técnica. Kohler e Schmidt (2003) constaram que os níveis de Cadmio, nitratos, fósforo e turbidez foram reduzidos entre 68 e 95%. Já Bliss, Neufeld e Ries (2009) notaram que os efeitos de *first-flush* (fenômeno que tende a diminuir sensivelmente qualidade da água nos primeiros milímetros escoados) foram amenizados.

Em Curitiba, estudos conduzidos por Budel (2014) indicaram que os parâmetros de potabilidade não foram suficientemente melhorados e até piorado em certos pontos como a turbidez e a presença de nitrogênio. Teixeira (2013) também não notou a melhora na qualidade da água, sendo que houve maior ocorrência de matéria orgânica nas amostras de Telhado verde.

### ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Tabela 1 e a Figura 1 mostram que os dados estão geograficamente bem distribuídos na parte oriental do Brasil, e são justamente esses locais que apresentam maiores problemas em relação aos recursos hídricos, decorrentes da alta densidade populacional (Regiões Sul e Sudeste) e balanços hídricos negativos (Região Nordeste). Outro fato importante da distribuição é que se pode comparar, posteriormente, a variância de cada parâmetro e verificar a sensibilidade do mesmo.

Fernandes *et al* (2016) constatou a redução do consumo anual de água potável, com conseqüente economia financeira, por meio da utilização da água da chuva coletada pelo telhado para fins de irrigação. Com o correto estudo e dimensionamento, os sistemas de aproveitamento de águas pluviais são viáveis economicamente e oferecem uma alternativa muito interessante na questão da disponibilidade hídrica.

A Tabela 2 apresenta indicativos importantes de parâmetros que devem ser observados caso se deseje utilizar essa água para usos mais nobres, a priori, a qualidade não é satisfatória, principalmente em dois aspectos: a turbidez e qualidade microbiológica (Coliformes totais, Coliformes termotolerantes e *Escherichia Coli*). Tal resultado esta consonante com os apresentados por Gwenzl et al. (2015) em sua revisão, onde atribui a países em desenvolvimento maior risco à contaminação por microrganismos devido a maior atividade de aves e animais, bem como à contaminação humana.

A baixa qualidade microbiológica da água captada de telhados já foi constatada (MEERA; AHAMMED, 2009), além de estudos indicarem a presença de cistos e oocistos de protozoários como a *Giardia* e o *Cryptosporidium* (SIMMONS et al., 2001; ALBRECHTSEN, 2002), tal possibilidade abre uma preocupação de reduzir a turbidez para valores mais conservadores a fim de evitar possíveis malefícios à saúde humana.

Com o natural advento dos telhados verdes nos grandes centros urbanos, é necessário ressaltar que os mesmos não gerariam melhoras na qualidade da água captada, Berndtsson (2010) fez que a utilização de fertilizantes faz com que a qualidade da água captada caia vertiginosamente, sendo portanto, interessante utilizar sistemas alto sustentáveis. Outro ponto fundamental para a discussão é o aumento de matéria orgânica, que leva à uma maior proporção de subprodutos formados na desinfecção por cloro e que geram diversos problemas à saúde humana Teixeira (2013). De maneira geral, a qualidade da água escoada pelos telhados verdes é dependente de muitos fatores, podendo ter bons resultados na redução global das cargas de poluentes (GREGOIRE; CLAUSEN, 2011), no entanto, para esses sistemas serem eficientes, é necessário constante cuidado e investimento.

Sistemas domiciliares e comunitários de tratamento de água da chuva estão sendo desenvolvidos em algumas localidades (KIM et al., 2016). Essencialmente, os mesmos se preocupam com o descarte do *first-flush* e um bom combate aos riscos biológicos. Li, Boyle e Reynolds (2010) desenvolveram um sistema de tratamento domiciliar na Irlanda onde os mecanismos para o melhoramento na qualidade da água são: Desinfecção, filtração lenta e pasteurização (combinação entre os raios UV e energia térmica).

Os estudos que interligam o consumo de água de chuva com potenciais riscos a saúde humana são escassos, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil (GWENZI et al., 2015). Hamilton et al. (2017) estudou o risco de contaminação da utilização da água de chuva para diversos fins e constatou que seu uso apropriado seria para lavagens de carro e roupas, e que usos como ingestão e banho apresentariam maior potencial de contaminação.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho está em seus resultados preliminares, portanto, conclusões mais contundentes ainda não foram obtidas, sendo necessária a avaliação de uma quantidade maior de estudos sobre a qualidade da água captada. Observou-se que as pesquisas realizadas no Brasil foram concomitantes com o que a literatura descreve, apresentando como maior risco a contaminação por microrganismos. Um eventual sistema de tratamento domiciliar, desenvolvido para o tratamento da água captada por meio dessas superfícies, necessariamente deveria ter eficiência na remoção de tais organismos.

O fato dos dados estarem bem espalhados no território brasileiro permitirá fazer uma análise da sensibilidade de tais parâmetros e se eles podem ocorrer dentro de uma faixa previsível, tal fato pode facilitar a escolha de um tratamento para esse recurso, visando a maior eficiência e segurança do sistema.

Alternativas para o tratamento desse tipo de água já existem, embora exijam investimentos. Políticas públicas podem incentivar o desenvolvimento de sistemas mais econômicos, o que poderá, no futuro, ser uma grande ferramenta no Brasil para o problema da falta de disponibilidade hídrica principalmente no sertão nordestino. Transferindo grande parte do consumo dos centros municipais de distribuição para um abastecimento descentralizado com sistemas domiciliares que, podem utilizar a água para fins não potáveis.

A utilização da água da chuva, a princípio para finalidades não potáveis, deve ser explorada, sendo a conscientização por meio da educação ambiental um importante aliado para motivar a população na busca por sistemas alternativos e sustentáveis. O uso para fins potáveis ainda está em estágio embrionário, tendo poucas pesquisas nesta seara e ainda exigindo altos investimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBRECHTSEN, H.J. *Microbiological investigations of rainwater and graywater collected for toilet flushing. Water Science And Technology's*, v. 46, n. 6-7, p.311-316, set. 2002.
2. ANNECCHINI, K.P.V. Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES). Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória – ES. 150 p., 2005.
3. BERNDTSSON, J. C. *Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. Ecological Engineering*, v. 36, n. 4, p.351-360, abr. 2010.
4. BUDEL, Marcel Aramis. *Estudo comparativo da qualidade da água de chuva coletada em cobertura convencional e em telhado verde*. 2014. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, UTFPR, Curitiba, 2014.
5. BLISS, D. J.; NEUFELD, R. D.; RIES, R. J.. *Storm Water Runoff Mitigation Using a Green Roof. Environmental Engineering Science*, v. 26, n. 2, p.407-418, fev. 2009.
6. FERNANDES, et al. Utilização de águas pluviais: uma alternativa para minimizar a crise hídrica – estudo de caso no Instituto Federal do Rio Grande do Norte. In: VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campina Grande/PB, 2016.
7. FIGUEIRAS, M. L. Avaliação da influência do descarte das primeiras águas de chuva sobre a qualidade bacteriológica da água captada em telhado. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA. Engenharia Civil, 70 p., 2013.
8. FLETCHER, T.d.; ANDRIEU, H.; HAMEL, P. *Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. Advances In Water Resources*, v. 51, p.261-279, jan. 2013.
9. FLETCHER, Tim D. et al. *Reuse of Urban Runoff in Australia: A Review of Recent Advances and Remaining Challenges. Journal Of Environment Quality*, v. 37, n. 5, p.116-127, 2008.
10. GALFI, H. et al. *Indicator bacteria and associated water quality constituents in stormwater and snowmelt from four urban catchments. Journal Of Hydrology*, v. 539, p.125-140, ago. 2016.
11. GREGOIRE, B. G.; CLAUSEN, J. C. *Effect of a modular extensive green roof on stormwater runoff and water quality. Ecological Engineering*, v. 37, n. 6, p.963-969, jun. 2011.
12. GWENZL, Willis et al. *Water quality and public health risks associated with roof rainwater harvesting systems for potable supply: Review and perspectives. Sustainability Of Water Quality And Ecology*, [s.l.], v. 6, p.107-118, set. 2015.
13. HAMILTON, K. A. et al. *Human health risks for Legionella and Mycobacterium avium complex (MAC) from potable and non-potable uses of roof-harvested rainwater. Water Research*, v. 119, p.288-303, ago. 2017.
14. HAGEMANN, S.; Avaliação da Qualidade da água da Chuva e da Viabilidade de sua Captação e Uso. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 2009.
15. HERNANDES, A. T.; AMORIM, S. V. Diretrizes para o Gerenciamento da Água Pluvial nas Edificações Escolares Municipais da Cidade de Ribeirão Preto. 6ª Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. 10p. 2007.
16. JAQUES, R. C. Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações. Florianópolis. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC. 102 p. 2005.
17. KÖHLER, M.; SCHMIDT, M.. *Study of extensive “Green Roofs” in Berlin*. 2003. Disponível em: <[http://www.roofmeadow.com/wp-content/uploads/Study-of-extensive-green-roof-in-Berlin\\_rev2.pdf](http://www.roofmeadow.com/wp-content/uploads/Study-of-extensive-green-roof-in-Berlin_rev2.pdf).Pu408Vb5w&cad=rja>. Acesso em: 24 maio 2017.
18. KIM, Taegyu et al. *Harvested Rainwater Quality Before and After Treatment and Distribution in Residential Systems. Journal - American Water Works Association*, v. 108, p.571-584, 1 nov. 2016
19. LI, Baojie et al. *Spatio-temporal assessment of urbanization impacts on ecosystem services: Case study of Nanjing City, China. Ecological Indicators*, v. 71, p.416-427, dez. 2016.
20. LI, Zhe; BOYLE, Fergal; REYNOLDS, Anthony. *Rainwater harvesting and greywater treatment systems for domestic application in Ireland. Desalination*, v. 260, n. 1-3, p.1-8, set. 2010
21. LIMA, J. C. A. L.; Avaliação do Desempenho de Dispositivo de Desvio das Primeiras Águas de Chuva Utilizado em Cisternas no Semiárido Pernambucano. Dissertação submetida a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). 2012.
22. MAY, S. Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações. Tese apresenta a Universidade de São Paulo (USP). 2009.

23. MEERA, V.; AHAMMED, M. Mansoor. *Water quality of rooftop rainwater harvesting systems: a review. Journal of Water Supply*, S.I, v. 4, n. 55, p.257-268, fev. 2009.
24. PETTER, M. R. Potencialidade de Uso de Fontes Alternativas de Água para Fins não Potáveis em uma Unidade Residencial. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 109p. 2006.
25. SANTOS, C.A.G.; MAGNO, K.; PALMEIRA, M.; DANTAS, R.; BRAGA, I. Y. L. G.; Aproveitamento de Água de Chuva Para Fins não Potáveis. X Encontro de Extensão. 2015.
26. 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. CLACS' 04 – I Conferencia Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo – SP, 2004.
27. SIMMONS, Greg et al. *Contamination of potable roof-collected rainwater in Auckland, New Zealand. Water Research*, v. 35, n. 6, p.1518-1524, abr. 2001
28. TEIXEIRA, C. A.; BUDEL, M. A.; CARVALHO, K. Q. de; BEZERRA, S. M. da C.; GHISI, E. Estudo comparativo da qualidade da água da chuva coletada em telhado com telhas de concreto e em telhado verde para usos não potáveis. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 135-155, abr./jun. 2017.
29. TEIXEIRA, P. C. *Qualidade da água drenada por coberturas verdes para fins de aproveitamento em edifício*. 2013. 93 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP.
30. WU, Qixin et al. *Chemical composition of rainwater in a karstic agricultural area, Southwest China: The impact of urbanization. Atmospheric Research*, v. 111, p.71-78, jul. 2012.
31. ZERBINATTI, O. E. SOUZA, I. U. L.; PEREIRA, A. J.; SILVA, A. B.; REINATO, R. A. O. Qualidade da Água Proveniente da Chuva Coletada em diferentes Tipos de Telhados. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v. 8, n. 3, p. 019-037. 2011.