

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 05/04/2019.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

THAÍS TONELLI MARANGONI

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO QUALI-QUANTITATIVA DA CAPTAÇÃO DE
ÁGUAS PLUVIAIS EM PLANOS VERTICAIS**

**ILHA SOLTEIRA
2017**

THAÍS TONELLI MARANGONI

**AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO QUALI-QUANTITATIVA DA CAPTAÇÃO DE
ÁGUAS PLUVIAIS EM PLANOS VERTICAIS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Conhecimento: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais.

Prof. Dr. Jefferson Nascimento de Oliveira
Orientador

Marcelo Libânio
Co-orientador

ILHA SOLTEIRA

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M311a Marangoni, Thaís Tonelli.
Avaliação de desempenho quali-quantitativa da captação de águas pluviais em planos verticais / Thaís Tonelli Marangoni. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2017
160 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, 2017

Orientador: Jefferson Nascimento de Oliveira

Co-orientador: Marcelo Libanio

Inclui bibliografia

1. Captação de água de chuva. 2. Captação de água de chuva em paredes. 3. First-flush.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Avaliação de desempenho quali-quantitativa da captação de águas pluviais em planos verticais

AUTORA: THAÍS TONELLI MARANGONI

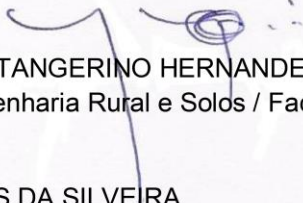
ORIENTADOR: JEFFERSON NASCIMENTO DE OLIVEIRA

COORDENADOR: MARCELO LIBÂNIO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ENGENHARIA CIVIL, área: RECURSOS HIDRICOS E TECNOLOGIAS AMBIENTAIS pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. JEFFERSON NASCIMENTO DE OLIVEIRA
Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. FERNANDO BRAZ TANGERINO HERNANDEZ
Depto de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. ANDRÉ LUIZ LOPES DA SILVA
IPH – Instituto de Pesquisa Hidráulicas / Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFGRS

Ilha Solteira, 05 de abril de 2017

*Dedico este trabalho aos meus pais C  zar e
Valéria, responsáveis por me ensinarem
como andar pela estrada da vida
e por tudo que sou hoje*

AGRADECIMENTOS

Deus, aquele que estava ao meu lado durante toda a elaboração do trabalho.

Aos meus pais Cezar Eugênio Delgado Marangoni e Valéria Silvia Tonelli Marangoni por terem me dado a oportunidade de continuar nesta jornada e fazendo com que os meus sonhos se tornassem realidade. Por todo apoio, amor, dedicação, educação e paciência em todos esses anos, meu muito obrigado.

Ao meu irmão Cauê Tonelli Marangoni que mesmo longe esteve sempre presente, sendo um ombro amigo para quando as coisas apertavam.

Ao meu namorado, amigo e companheiro Matheus Spolon Alcalá pelas horas no telefone, pelas ideias e ajuda na criação e montagem do experimento, incentivo, amor, carinho e paciência.

Agradecimentos especiais ao meu orientador, Jefferson Nascimento de Oliveira pela orientação acadêmica e pelos ensinamentos que levarei para a vida.

Aos professores Milton Dall'Aglio Sobrinho, Liliane Lazzari Albertin, Jefferson Sidney Camacho, Marcelo Libânio e Dib Gebara pelo auxílio no planejamento e execução do trabalho.

Aos colegas de trabalho Lucas Felizardo, Mauricio Antônio Santini Junior, Karen Tavares Zambrano, Paula Montenegro e Mariane dos Anjos pela ajuda na montagem e execução do trabalho.

Aos técnicos Flávio Rogério Porato, Gilson Campos Correa, Mário Roberto Correa Ferreira, Natália Antoniali e Ozias da Silva Porto por toda ajuda.

Ao pessoal da manutenção Adival Praxedes Sobrinho, Ricardo de Oliveira Alves e Moisés Augusto da Paixão pela colaboração na montagem do experimento.

A República Bola Gato, em especial a Marina, Pequi, Bia e Surf pelas risadas, brigadeiros e palavras de apoio.

Muito obrigada!

RESUMO

A poluição dos mananciais de abastecimento e a necessidade de se buscar água, cada vez mais distante, agrega à água tratada um alto valor monetário. A captação da água da chuva e sua utilização para fins não potáveis, é uma alternativa para diminuir o consumo de água potável. Nos grandes centros, ocorre a formação de ilhas de calor, o que favorece a ocorrência de chuvas convectivas acompanhada de fortes ventos. Além disso, houve a verticalização das edificações, resultando em uma área lateral maior, se comparada com a do telhado, tornando a captação de água pluvial em paredes uma alternativa promissora. O objetivo do trabalho foi verificar a quantidade e qualidade da água de chuva captada em uma parede de vidro e em uma outra de argamassa, num telhado e água atmosférica na cidade de Ilha Solteira – São Paulo. A média de incidência e captação da chuva foi de 47,5% na parede de vidro e 32,5% na de concreto, tendo cada anteparo uma eficiência de coleta média de 16,21% e 8,27% respectivamente. Os parâmetros de qualidade da água avaliados foram: pH, turbidez, condutividade elétrica, alcalinidade total e dureza total, para amostras de 1,0 mm de chuva efetiva, durante os cinco primeiros milímetros, em cada um dos pontos de coleta. As análises laboratoriais mostraram que a água melhora sua qualidade com o passar dos milímetros escoados; e que a água escoada na parede de vidro tem uma grande similaridade na alteração dos parâmetros, quando comparada com a água atmosférica, não necessitando de volume de descarte, de acordo com a NBR 15.527/07. Não foi encontrado relação entre a intensidade da chuva e a qualidade da água, bem como com a eficiência de captação nas paredes. Porém, quando ocorreram precipitações em dias consecutivos a qualidade da água foi superior, em todas as superfícies, confrontada com a ocorrência de períodos secos.

Palavras Chaves: Captação de água de chuva. Captação de água de chuva em paredes. *First-flush*.

ABSTRACT

Pollution of supply sources and the need to fetch water farther away, adds water treated a high monetary value. The capitation of rainwater and its use for non-potable purposes is an alternative to reduce the consumption of drinking water. In big cities, there is the formation of heat islands, which favours the occurrence of convective rainfall endowed winds. Furthermore, there was the verticalization of the buildings, resulting in a greater lateral area compared with the roof, making the collection of rainwater walls a promising alternative. The aim of this research was to verify the quantity and quality of water collected on a glass wall and an another one of concrete, from a roof and rainwater without contact with any surface (atmospheric water) in the city of Ilha Solteira - São Paulo. The mean incidence and capture in the glass wall was 47.5% and in the concrete 32.5%, with a efficiency of 16.21% and 8.27% respectively. The parameters of water quality, pH, turbidity, electrical conductivity, total alkalinity and total hardness, for samples of 1.0 mm of effective rain during the five millimeters, at each collection point. The laboratory analyses show that water improves its quality with the passing of millimeters drained; the water from the glass wall had a lower variation of the parameters when compared to an atmospheric water, requiring no volume of discharge, according to a NBR 15.527 / 07. No relation was found between rainfall intensity and water quality, as well as wall catchment efficiency. However, when precipitation occurs on consecutive days, a water quality is higher on all surfaces, faced with an occurrence of dry periods.

Key words: Rainwater harvesting. Rainwater harvesting on walls. First-flush.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das leis apresentadas no trabalho.....	28
Figura 2 - Coletor de chuva dirigida desenvolvido pela Chalmers University of Technology: área de coleta pequena (0,032m ²), feito em acrílico (perspex) com sistema de medição “ <i>tipping bucket</i> ”.....	38
Figura 3 - Mapa do Brasil de chuva dirigida	39
Figura 4 - Amostrador proposto por Melo e Andrade Neto (2008).....	49
Figura 5 - Localização do local de estudo	52
Figura 6 - Média Pluviométrica da cidade de Ilha Solteira entre os anos de 1995 - 2015	53
Figura 7 - Direção Preferencial do vento (magenta).....	56
Figura 8 - Condição da Parede e região do estudo	57
Figura 9 - Localização dos pontos de coleta na UNESP	58
Figura 10 - Instalação do painel de vidro	59
Figura 11 - Condição de vedação do vidro	60
Figura 12 - Telhado o NEAPE	61
Figura 13 - Cap soldado na calha.....	61
Figura 14 - Joelho para a transferência da água da calha para os baldes	62
Figura 15 - Calhas instaladas no local.....	62
Figura 16 - Silicone utilizado na calha para vedação	63
Figura 17 - Conexão entre a calha e os dispositivos de descarte	63
Figura 18 – Proteção da calha instalada na parede de vidro.....	64
Figura 19 - Proteção da calha instalada na parede de concreto	64
Figura 20 - Localização do condutor vertical para captação da água do telhado	65
Figura 21 - Desvio do condutor vertical do telhado para o equipamento de descarte.....	65
Figura 22 - Estação Pluviométrica do LH ²	66
Figura 23 - Sistema de Captação	66
Figura 24 - Balde com o furo e o cano de PVC	68
Figura 25 - Sistema montado (vista lateral)	68
Figura 26 - Vista da parte interna do sistema	68
Figura 27 - Corte feito no galão	69
Figura 28 - Passo a passo de como foi feita a montagem.....	69
Figura 29 - Esquema do sistema separador a ser adotado para o telhado	70
Figura 30 - Compartimentos de armazenamento da água atmosférica	70
Figura 31 - Equipamento instalado nas paredes	71
Figura 32 – Sistema coletor do telhado	72
Figura 33 – Sistema coletor da chuva atmosférica.....	72
Figura 34 - Localização da Estação UNESP em relação aos locais de coleta	81
Figura 35 - Comportamento da condutividade elétrica nos 5 mm analisados do P1.....	87
Figura 36 - Comportamento do pH nos 5 mm analisados do P1	88
Figura 37 - Comportamento da turbidez nos 5 mm analisados do P1.....	89
Figura 38 - Comportamento da alcalinidade nos 5 mm analisados do P1.....	89
Figura 39 - Comportamento da condutividade elétrica nos 5 mm analisados do P2.....	93
Figura 40 - Comportamento do pH nos 5 mm analisados do P2.....	93
Figura 41 - Comportamento da turbidez nos 5 mm analisados do P2.....	94

Figura 42 - Comportamento da alcalinidade nos 5 mm analisados do P2.....	95
Figura 43 - Comportamento da dureza nos 5 mm analisados do P2.....	95
Figura 44 - Partículas presentes na água coletada do telhado.....	96
Figura 45 - Comportamento da condutividade elétrica nos 5 mm analisados do P3.....	99
Figura 46 - Comportamento do pH nos 5 mm analisados do P3.....	99
Figura 47 - Comportamento da turbidez nos 5 mm analisados do P3.....	100
Figura 48 – Gráfico comparativo da Turbidez média com os dados de Hagemann (2009) e Lima (2012).....	102
Figura 49 - Comportamento da alcalinidade nos 5 mm analisados do P3.....	102
Figura 50 – Comparativo da alcalinidade média com valores de outros trabalhos	103
Figura 51 - Comportamento da dureza total nos 5 mm analisados do P3.....	103
Figura 52 - Comportamento da condutividade elétrica nos 5 mm analisados do P4.....	105
Figura 53 - Comparativo da condutividade elétrica média milímetro e milímetro com outros trabalhos.....	106
Figura 54 - Comportamento do pH nos 5 mm analisados do P4.....	107
Figura 55 - Comportamento da turbidez nos 5 mm analisados do P4.....	108
Figura 56 - Gráfico comparativo da condutividade elétrica entre os pontos de coleta observados	110
Figura 57 - Gráfico comparativo do pH entre os pontos de coleta observados	111
Figura 58 - Gráfico comparativo da turbidez entre os pontos de coleta observados.....	112
Figura 59 - Gráfico comparativo da alcalinidade entre os pontos de coleta observados.....	113
Figura 60 - Gráfico comparativo da dureza entre os pontos de coleta observados	113
Figura 61 - Comparação da condutividade elétrica em relação aos dias sem chuva no P1	115
Figura 62 - Comparação do pH em relação aos dias sem chuva no P1.....	115
Figura 63 - Comparação da Turbidez em relação aos dias sem chuva no P1	116
Figura 64 - Comparação da alcalinidade em relação aos dias sem chuva no P1	116
Figura 65 - Comparação da condutividade elétrica em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P1	117
Figura 66 - Comparação do pH em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P1	117
Figura 67 - Comparação da Turbidez em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P1.....	118
Figura 68 - Comparação da Alcalinidade em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P1.....	118
Figura 69 - Comparação da condutividade elétrica em relação aos dias sem chuva no P2	119
Figura 70 - Comparação do pH em relação aos dias sem chuva no P2.....	120
Figura 71 - Comparação da turbidez em relação aos dias sem chuva no P2	120
Figura 72 - Comparação da alcalinidade em relação aos dias sem chuva no P2	120

Figura 73 - Comparação da dureza em relação aos dias sem chuva no P2 .	121
Figura 74 - Comparação da condutividade elétrica em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P2	121
Figura 75 - Comparação do pH em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P2	122
Figura 76 - Comparação da turbidez em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P2.....	124
Figura 77 - Comparação da alcalinidade em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P2.....	124
Figura 78 - Comparação da dureza em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P2.....	125
Figura 79 - Comparação da condutividade elétrica em relação aos dias sem chuva no P3	126
Figura 80 - Comparação do pH em relação aos dias sem chuva no P3.....	126
Figura 81 - Comparação da turbidez em relação aos dias sem chuva no P3	126
Figura 82 - Comparação da alcalinidade em relação aos dias sem chuva no P3	127
Figura 83 - Comparação da dureza em relação aos dias sem chuva no P3 .	127
Figura 84 - Comparação da condutividade elétrica em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P3	128
Figura 85 - Comparação do pH em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P3	128
Figura 86 - Comparação da turbidez em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P3.....	129
Figura 87 - Comparação da alcalinidade em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P3.....	129
Figura 88 - Comparação da dureza em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P3.....	130
Figura 89 - Comparação da condutividade elétrica em relação aos dias sem chuva no P4	131
Figura 90 - Comparação do pH em relação aos dias sem chuva no P4.....	131
Figura 91 - Comparação da turbidez em relação aos dias sem chuva no P4	131
Figura 92 - Comparação da condutividade elétrica em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P4	132
Figura 93 - Comparação do pH em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P4	133
Figura 94 - Comparação da turbidez em relação aos dias com chuva anterior e sem chuva anterior no P4.....	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros brasileiros de qualidade de água de chuva (NBR 15.527/07)	42
Tabela 2 - Padrões de qualidade exigidos pela portaria Nº2.914/11 do MS	42
Tabela 3 - Valores limites dos parâmetros físicos, químicos e biológicos segundo o Rainwater Harvesting Systems - Code of Practice do Reino Unido	43
Tabela 4 - Parâmetros para o uso da água de chuva na Austrália	44
Tabela 5 - Valores limitantes estabelecidos pela norma norte Americana E2727/2010	44
Tabela 6 – Frequência (em porcentagem) de cada direção do vento para a estação chuvosa de cada ano.....	54
Tabela 7 – Frequência (em porcentagem) de cada direção do vento para a estação seca de cada ano.....	54
Tabela 8 - Classificação das chuvas.....	75
Tabela 9 - Classificação dos eventos	76
Tabela 10 - Comparativo de volume obtido nas paredes.....	78
Tabela 11 - Quantidade e porcentagem da direção do vento provocou incidência de chuva na parede.....	79
Tabela 12 - Incidência na parede e direção do vento	80
Tabela 13 - Valores dos parâmetros de qualidade obtidos na parede de vidro	85
Tabela 14 - Valores dos parâmetros de qualidade obtidos na parede de concreto	91
Tabela 15 – Valores dos parâmetros encontrados para o Telhado	97
Tabela 16 - Média aritmética dos valores encontrados nos mm amostrados ..	98
Tabela 17 - Valores de pH encontrados por diversos Autores.....	100
Tabela 18 - Valores mínimo, médio e máximo de turbidez encontrados por diversos autores	101
Tabela 19 - Valores médios e desvio padrão da água atmosférica	104
Tabela 20 - Comparativo das médias obtidas em cada uma das superfícies	109
Tabela 21 – Classes para de terminar os dias sem chuva.....	114

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Faixa de exposição da chuva dirigida.....	39
---	----

LISTA DE SIGLAS, ABEVEATURAS E SÍMBOLOS

°	Graus Celsius
Φ	Diâmetro
a	menor lado do prédio (m)
α	relação entre os lados do prédio
a.C.	Antes de cristo
b	maior lado do prédio (m)
β	relação da altura do prédio com o menor lado
Ca^{2+}	Cálcio
CaCO_3	Carbonato de cálcio
CIRRA	Centro Internacional de Referência em Reúso de Água
cm	centímetros
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CO_3^{2-}	carbonatos
CO_2	dióxido de carbono
CT	coliformes totais
CTCC	Centro de Técnicas de Construção Civil
CTo	coliformes termotolerantes
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DM\$	Unidade Monetário – antigo marco alemão
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ξ_p	Eficiência de captação da parede
ξ_t	Eficiência de captação do telhado
FAO	Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
h	altura do prédio (m)
h_{crit}	altura crítica (m)
HCO_3^-	bicarbonato
H_2SO_4	ácido sulfúrico
ICD	Índice de Chuva Dirigida

IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPTU	Importo Territorial e Predial Urbano
K	Condutividade elétrica Elétrica
km	quilômetros
L	litros
L/m ² .	litro por metro quadrado
Mg ²⁺	Magnésio
mg	miligramas
mg L ⁻¹	miligrama por litro
mL	mililitros
mm	milímetros
m	metros
m/s	metros por segundo
m ²	metro quadrado
m ² /s	metro quadrado por segundo
m ³	metro cúbico
MS	Ministério da Saúde
Nº	número
NBR	Norma Brasileira
NMP	Número Mais Provável
OH ⁻	hidróxidos
ONU	Organização das Nações Unidas
P1	ponto de coleta 1 – parede revestida com vidro
P2	ponto de coleta 2 – parede revestida de argamassa
P3	ponto de coleta 3 – telhado
P4 superfície	ponto de coleta 4 – água da chuva sem passar por nenhuma
P_{cp}	potencial de captação da parede
P_{ct}	potencial de captação do telhado
pH	Potencial Hidrogeniônico
PROSAB	Programa de Pesquisa em saneamento Básico

R\$	Unidade Monetário – reais
SO ₄	sulfatos
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UNDP	United Nations Development Programme
UNT	Unidades Nefelométricas de Turbidez
US\$	Unidade Monetário - dólares americanos
WDR	Wind Drive Rain
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	17
2	OBJETIVOS	20
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1	Crise hídrica mundial	21
3.2	Características das precipitações e dos ventos	22
3.3	Histórico de captação.....	24
3.3.1	<i>Medidas atuais de captação da água de chuva.....</i>	<i>25</i>
3.4	Legislação de captação e aproveitamento da água de chuva	27
3.5	Sistema de captação de água de chuva	33
3.6	Chuva dirigida.....	36
3.7	Qualidade da água da chuva	39
3.7.1	<i>Parâmetros e limites de qualidade</i>	<i>39</i>
3.7.2	<i>Características da água de chuva</i>	<i>44</i>
3.7.3	<i>Água de First-Flush</i>	<i>46</i>
3.7.4	<i>Volume de descarte</i>	<i>49</i>
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	52
4.1	Caracterização da área de estudo	52
4.2	Localização dos pontos de coleta do experimento	53
4.3	Superfície de captação da água de chuva.....	58
4.4	Equipamentos Coletores e Condutores de Água de Chuva	61
4.5	Equipamentos de Descarte da Água de Escoamento Inicial	66
4.6	Equipamentos de coleta instalados em campo	71
4.7	Análise de Qualidade.....	73
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	75
5.1	Quantidade de água captada	75
5.2	Cálculo da altura crítica	81
5.3	Qualidade da água captada	83
5.3.1	<i>Qualidade da água captada na parede de vidro (P1).....</i>	<i>83</i>
5.3.2	<i>Qualidade da água captada na parede de concreto (P2).....</i>	<i>90</i>
5.3.3	<i>Qualidade da água captada no Telhado (P3).....</i>	<i>95</i>
5.3.4	<i>Qualidade da água captada na Atmosfera (P4).....</i>	<i>104</i>

5.3.5	<i>Comparativo da qualidade da água das superfícies de coleta</i>	108
6	CONCLUSÕES	134
7	RECOMENDAÇÕES	136
	REFERÊNCIAS	138
	ANEXO A – Parede de vidro.....	148
	ANEXO B – Parede de argamassa pintada	151
	ANEXO C – Telhado.....	154
	ANEXO D – Atmosfera.....	160

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O aumento constante da demanda, as intensas e crescentes agressões ao meio ambiente, vêm comprometendo cada vez mais a qualidade e quantidade dos recursos hídricos disponíveis, sendo necessário a busca por novas fontes de abastecimento, aproveitamento e reuso.

A utilização da água pluvial como fonte alternativa de abastecimento em áreas urbanas, abrange vários aspectos, dentre eles: aspectos sociais, com a diminuição do consumo de água das concessionárias, não utilizando água tratada em atividades que não exigem elevada qualidade; na gestão das águas urbanas, sendo uma medida não estrutural de drenagem, para controle do escoamento superficial nos eventos de chuva, atenuando as enchentes e prolongando o tempo de vida dos sistemas de drenagem; bem como no contexto ambiental, com a diminuição do consumo dos recursos hídricos de fontes convencionais, além de promover o uso racional da água potável, proporcionando, assim, uma economia de energia com o uso local desta água.

Segundo o IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) (2014) estão ocorrendo no mundo mudanças na precipitação e no derretimento de neve, os quais estão afetando os recursos hídricos em termos de quantidade e qualidade.

Eventos climáticos extremos (secas, tempestades ou inundações) causam perdas econômicas, falta de alimento e, conseqüentemente, tensão social. O IPCC (2007) afirmou que a quantidade eventos de chuvas intensas aumentou em todo o mundo no final do século XX e esta é uma tendência para este século, sendo responsável por alagamentos em algumas regiões. As inundações oneraram no mundo, em 2011, 70 bilhões de dólares, e causaram mais de 6.000 mortes (*Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*, 2014).

Dias *et al.* (2012) analisaram os dados do posto pluviométrico operado pelo IAG/USP, na cidade de São Paulo, entre os anos de 1932 e 2010. Os autores notaram uma mudança do regime de distribuição das chuvas. Na década de 30 a precipitação média anual na cidade era de 1200 mm, passando para 1600 mm nos anos 2000. Além do aumento da pluviosidade na região

metropolitana de São Paulo, houve uma modificação no seu padrão (DIAS *et al.*, 2012). A quantidade de dias com chuvas fracas diminuiu e passou ocorrer tempestades nos meses de inverno. Na análise feita pelos autores foi verificado um crescimento total em número de ocorrências para chuvas com 40, 60 mm e 80 mm de lamina liquida precipitada diária, que comparativamente não existiam no início dos estudos na década de 30. Tais tempestades são geralmente acompanhadas por rajadas de vento, que lançam quantidades significativas de água conta as paredes da edificação.

Ainda no Brasil, Lima (2011) afirmou que ocorreram eventos extremos recentemente no país, a exemplo do ocorrido na Região Serrana do Rio de Janeiro e em Minas Gerais, em 2011, nos estados do Sul ao final de 2008 e no Nordeste em 2009.

Davis *et al.* (2006) estudaram a magnitude e frequência de precipitações extremas na região centro oeste dos Estados Unidos e concluíram que houve um aumento da quantidade de chuva com tempo de retorno de 100 anos e 24 horas de duração a partir de 1961.

A NBR 10.844/89 – Instalações prediais de águas pluviais, aplicada em drenagem de águas pluviais de terraços, pátios, quintais e similares, afirma que a chuva não cai perpendicular ao chão, incidindo na parede. A norma recomenda que no cálculo da vazão para dimensionamento da drenagem pluvial seja considerada a água da chuva interceptada pela parede.

Autores como Ritchie e Davison (1969), Harrison e Bonshor (1970) e Cronshaw (1971) foram os primeiros a tentar mensurar a quantidade de água que escorre pelas paredes de um edifício, uma vez que a incidência de chuva pode ocasionar problemas estéticos e técnicos. Os fatores climáticos que mais se associam ao fenômeno de penetração de água na edificação é a precipitação e o vento. Apesar disto, Blocken, Derome e Carmeliet (2013) afirmaram que ainda há pouco informação quantitativa de experimentos em campo, sendo necessário a obtenção de maiores informações.

A produção acadêmica nacional sobre captação de água de chuva, principalmente no meio urbano, ainda está em fase embrionária (GOMES *et al.*, 2014).

Desta maneira, buscou-se neste trabalho avaliar o potencial de água a ser captada nas paredes, uma vez que houve a verticalização dos centros urbanos

em muitas regiões do país, acarretando uma área lateral do prédio maior que a área do telhado, podendo esta água ser utilizada para fins não potáveis nestes edifícios. Esta técnica não descarta a captação da água em telhados, podendo ser um acréscimo no volume a ser armazenado. Além disso, a qualidade da água a ser captada em paredes deve apresentar melhor qualidade comparada com a do telhado, devido a menor possibilidade de aderência de sujeira, principalmente nas de revestimento vidro, que hoje é uma tendência na construção civil, diminuindo o volume inicial de descarte da água.

6 CONCLUSÕES

Os novos prédios envidraçados apresentam grande potencial de captação de água de chuva em paredes

Não houve relação entre a intensidade da chuva e a coleta da água na parede, uma vez que a interceptação da água pela lateral do edifício, depende ainda da velocidade e direção do vento.

A qualidade da água das paredes é superior quando comparado com a do telhado, não necessitando de descarte no caso da parede de vidro e na de argamassa pintada de cal ela se enquadra, a partir do 4º mm na faixa exigida pela NBR 15.527/07 – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Já o telhado necessita de um volume superior a 5 mm. Assim, apesar de uma menor quantidade recolhida durante um evento, o descarte é menor, podendo minimizar a diferença quantitativa.

A avaliação da quantidade de água a ser descartada deve ser feita de local para local, verificando se há o enquadramento na NBR 15.527/07. Além disso, deve-se analisar a disponibilidade de água, já que, mesmo que a água não se enquadre nas exigências legais ainda ela pode ser utilizada para fins menos nobres e suprir a necessidade local.

Nos 4 pontos amostrados a qualidade da água é melhor quando ocorreram precipitações no mesmo dia ou no dia anterior, do que quando o período seco foi superior. Para o telhado, quando os dias secos foram inferiores a 1 dia, o descarte necessário é de apenas 1 mm. Porém não foi possível definir, para nenhuma superfície, intervalo de dias, como se tentou definir primeiramente no trabalho.

A intensidade da chuva e dias secos não interferem de forma direta na qualidade da água recolhida. Estes fatores podem ser interdependentes e não respeitarem uma relação direta. Além disso, diversas variáveis podem alterar a qualidade da água da chuva, tanto antes da mesma passar pelas superfícies, quanto após a sua passagem, a exemplo circulação de automóveis, queimadas, fezes de animais, vento, entre outros.

Portanto, este trabalho representa um embrião de uma nova jornada a fim de buscar novas fontes alternativas de captação de água, sendo necessário estudos complementares.

REFERÊNCIAS

A.C.A. § 17-38-201. **Professions, occupations, and businesses:** nonmedical professions. Arkansas: Annotated Official, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Conservação e reuso da água em edificações.** São Paulo, 2005. 152 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional.** Brasília, DF, 2010.

AMAD, M. P.; BARROSO, L. M. Sustainable construction: water use in residential buildings in Portugal? **International Journal of Sustain Construction and Engineer Technology**, Johor, v. 4, n. 2, pp. 14–22. 2013.

ANDRADE NETO, C. O. Segurança sanitária das águas de cisternas rurais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 4., 2013, Juazeiro-BA. **Anais eletrônicos...** Juazeiro-BA: ABCMAC, 2013. 9 p. 2013.

ANDRADE NETO, C. O. Aproveitamento imediato da água de chuva. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, Salvador, v.1, n.1, p. 073-086, 2013.

ANGRILL, S.; PETIT-BOIX, A.; MORALES-PINZÓN, T.; JOSA, A.; RIERADEVALL, J.; GABARRELL, X. Urban rainwater runoff quantity and quality – A potential endogenous resource in cities? **Journal of Environmental Management**, London, v. 189, p. 14-21, mar. 2017.

APHA - STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. **American Public Halth Association**. 22. ed. Amarican Water Works Association, 2012.

ASSEMBLY BILL - A. B. **Assemblymen Oscarson and Wheeler.** Nevada, 2015,

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.844:** instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527:** água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. Rio de Janeiro, 2007. 8 p.

ASTM – E2727. **Standard Practice for Assessment of Rainwater Quality.** New York, 2010.

AUGUSTO, L. G. S.; GURGEL, I. G. D.; CÂMARA NETO, H. F.; MELO, C. H.; COSTA, A. M.; O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso

adequado à água para consumo humano. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.17, p. 1511-1522, 2012.

BARROSO, L. P. M. B. **Sustainable construction: comparative solutions for efficient use of water in residential buildings**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Nova Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.

BLOCKEN, B.; CARMELIET, J.; Driving rain on building envelopes i. numerical estimation and full-scale experimental verification. **Journal of Thermal Envelope and Building Science**, v. 24, n. 1, p. 61-85. 1 jul, 2000.

BLOCKEN, B.; DEROME, D.; CARMELIET, J. Rainwater runoff from building facades: a review. **Building And Environment**, Kidlington, v. 60, p.339-361, fev. 2013.

BRASIL. **Projeto de lei Nº 7818 de 16 de julho de 2014**. Estabelece a Política Nacional de Captação. Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais e define normas gerais para sua promoção. Brasília, DF, 2014.

BRITISH STANDARDS – BS 8215. **Código de Práticas: sistema de aproveitamento pluvial**. Reino Unido, 2009.

BUONO, L. N.; COSTANZI, R. N.; PERALTA, A. H. **Políticas públicas para aproveitamento de águas pluviais**. [S. l.: s. m.], [200?].

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAVEL. **Lei Municipal Nº 4.592 de 2007**. Dispõe sobre a limpeza nos imóveis urbanos e dá outras providências. Cascavel, 2007.

CÂMARA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Lei Municipal Nº 10.785, de 18 de setembro de 2003**. Cria no Município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações – PURAE. Curitiba, 2003.

CÂMARA MUNICIPAL DE MARINGÁ. **Lei Municipal Nº 6.345 de 15 de outubro de 2003**. Institui o programa de reaproveitamento de águas de Maringá. Maringá, 2003a.

CÂMARA MUNICIPAL DE MARINGÁ. **Lei Municipal Nº 6.076 de 29 de dezembro de 2003**. Institui o sistema municipal de planejamento regional participativo - SMPRP, cria o conselho municipal estratégico de planejamento e dá outras providências. Maringá, 2003b.

CÂMARA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Lei Municipal Nº 10.506, de 05 de agosto de 2008**. Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas. Porto Alegre, 2008.

CÂMARA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. **Lei Municipal Nº 23.940 de 30 de Janeiro de 2004**. Torna obrigatório, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem. Rio de Janeiro, 2004.

CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. **Lei Municipal Nº 10.290 de 24 de dezembro de 2008.** Cria no Município o Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais (PGAS) da Bacia Hidrográfica do Rio Preto, e dá outras providências. São José do Rio Preto, 2008.

CÂMARA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Lei Municipal Nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007.** Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais. São Paulo, 2007.

CÂMARA MUNICIPAL DE SOROCABA. **Lei Ordinária Nº 9.571 de 16 de maio de 2011.** Institui o "IPTU Ecológico", desconto no Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU) às habitações sustentáveis e dá outras providências. Sorocaba, 2011.

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

CARDOSO, M. P. **Viabilidade do aproveitamento de água de chuva em zonas urbanas: estudo de caso no município de Belo Horizonte – MG.** 2009. 192 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2009.

CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS. **The International Disaster Database.** [S. l.], 2014.

CHAND, I.; BHARGAVA, P.K. Estimation of Driving Rain Index for India. **Building and Environment**, Kidlington, v. 37, n. 5, p. 549-554. 2002.

COMMONWEALTH AND ENHEALTH. **Guidance on use Rainwater tanks.** Australia, 2010.

COOMBES, P.; KUCZERA, G.; KALMA. J.; Rainwater quality from roofs tanks and hot water systems at fig tree place. In: INTERNATIONAL HYDROLOGY AND WATER RESOURCES SYMPOSIUM, 2000, Perth. **Proceedings...** [S. l.: s. n.], 2000.

CRONSHAW, J. L. Rainwater run-off from walls. **Building**, London, n. 7, v. 123, 1971.

DACACH, N. G. **Saneamento básico.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1981.

DAVIS, T.C.; HARBOR, J.; TYNER. B. Increasing magnitudes and frequencies of extreme precipitation events used for hydraulic analysis in the Midwest. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 61, n. 4, p. 179, 2006.

DIN 1989-1. **Rainwater harvesting systems: part 1: planning, installation, operation and maintenance.** Berlin: German Institute for Standardisation, 2002.

DOMÈNECH, L.; SAURÍ, D. A comparative appraisal of the use of rainwater harvesting in single and multi-family buildings of the Metropolitan Area of Barcelona (Spain): social experience, drinking water savings and economic costs. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 6-7, p. 598-608, abr. 2011.

DORNELLES, F. **Aproveitamento de água de chuva no meio urbano e seu efeito na drenagem pluvial.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto alegre, 2012.

EVANS, C. A.; COOMBES, P. J.; DUNSTAN, R. H. Wind, rain and bacteria: The effect of weather on the microbial composition of roof-harvested rainwater. **Water Research**, Amsterdam, v. 40, n. 1, p. 37-44, jan. 2006.

FARRENY, R.; MORALES-PINZON, T.; GUIASOLA, A.; TAYA, C.; RIERADECALL, J.; GABARRELL, X. Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain. **Water Research**, Amsterdam, v. 45, p. 3245-3254, 2011.

FAZIO, P.; MALLIDI, S.R.; ZHU, D. A quantitative study for the measurement of driving rain exposure in the montreal region. **Building and Environment**, Kidlington, v. 30, n. 1, p. 1-11., jan/1995.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Water scarcity.** [S. l.: s. n.], 2008.

FOSTER, J. Patterns of roof runoff contamination and their potential implications on practice and regulation of treatment and local infiltration. **Water Science and Technology**, v. 33, n. 6, p. 39-48, 1996.

FÖRSTER, J. Variability of roof runoff quality. **Water Science Technology**, London, v. 39, p. 137–144, 1999.

FURGHESTI, K. **Reaproveitamento da água da chuva para fins não potáveis no centro de ensino bombeiro militar de Santa Catarina.** Florianópolis: Centro de Ensino do Bombeiro Militar – CEBM, 2011.

GIACCHINI, M. **Estudo quali-quantitativo do aproveitamento da água de chuva no contexto da sustentabilidade dos recursos hídricos.** 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2010.

GIKAS, G. D.; TSIHRINTZIS, V. A. Assessment of water quality of first-flush roof runoff and harvested rainwater. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 466-467, p.115-126, out. 2012.

GIONCO, M. **Análise do nível de exposição das edificações à chuva dirigida para Florianópolis**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2007.

GOMES, U. A. F.; DOMÈNECH, L.; PENA, J. L.; HELLER, L.; PALMIER, L. R. A captação de água de chuva no Brasil: novos aportes a partir de um olhar internacional. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 19, n.1, p 7-16, 2014.

GONÇALVES, R. F. (Coord.) **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

GUPTA, S.; KHARE, D.; MISHRA, N. Analysis of the quality of harvested rainwater from the top of roofs in diverse materials at low temperature. **Indian Journal of Science and Technology**, Chennai, v. 9, n. 47, p. 1-5, dez. 2016.

GWENZI, W.; DUNJANA, N.; PISA, C.; TAURO, T.; NYAMADZAWO, G. Water quality and public health risks associated with roof rainwater harvesting systems for potable supply: Review and perspectives. **Sustainability Of Water Quality And Ecology**, New York, v. 6, p.107-118, set. 2015.

HAGEMANN, S. **Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2009.

HAGEMANN, S. E.; GASTALDINI, M. C. C. Variation of rainwater quality with precipitation: application to Santa Maria city - RS. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 21,n. 3, p. 525-536. set. 2016 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2318-03312016000300525&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 10 jan. 2017.

HARRISON, H. W.; BONSHOR, R. B. Weatherproofing of joints: a systematic approach to design. **Building Research Station**, Current Papers, p. 29-70,1970.

HERNANDES, A. T.; AMORIM, S. V. Diretrizes para o Gerenciamento da Água Pluvial nas Edificações Escolares Municipais da Cidade de Ribeirão Preto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 6., 2007, [S. l.] **Anais...** [S. l.: s. n.], 2007. p. 1-10.

HOUSE BILL 16-1005. **Concerning the use of rain barrels to collect precipitation from a residential rooftop for nonpotable outdoor uses**. Colorado, 2016.

HUSTON, R.; CHAN, Y. C.; CHAPMAN, H.; GARDNER, T.; SHAW, G. Source apportionment of heavy metals and ionic contaminants in rainwater tanks in a subtropical urban area in Australia. **Water Research**, London, v. 46, n. 4, p.1121-1132, mar. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO - INSA. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande, 2011.

IPCC. Summary for policymakers of climate change: the physical science basis. In: _____. **Contribution of working group i to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change**. Cambridge: Cambridge University, 2007.

IPCC. 2014: **Climate Change 2014: synthesis report**. contribution of working groups i. ii and iii to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [core writing team. Geneva: Switzerland, 2014. 151 p.

JAIQUES, R. C. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2005.

KOENIG, K. W. **The rainwater technology handbook: rain harvesting in building**. Dortmund: Open Library, 2001.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra Mexico: fondo de Cultura Económica**. [S. l.: s. n.], 1948.

KUS, B.; KANDASAMY, J.; VIGNESWARAN, S.; SHON, H. K. Analysis of first flush to improve the water quality in rainwater tanks? **Water Science and Technology**, London, v. 61, n. 2, p. 421–428, 2010.

LACY, R. E. **Climate and building in Britain: building research establishment**. her majesty's stationery office. London: [s. n.], 1977.

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**, Amsterdam, v. 142, p. 3014-3027, jan. 2017.

LIMA, M.G.; MORELLI, F. Mapa brasileiro de “chuva dirigida”: algumas considerações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSA, 6, 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: [s. n.], 2005. p. 620-634.

LIMA, J. A.; DAMBROS, M. V. R.; MIGUEL DE ANTONIO, M. A.; JANZEN, J. G., MARCHETTO, M. Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. In: _____. **Engenharia sanitária e ambiental**. [S. l.: s. n.], 2011. p. 291-298.

LIMA, J. C. A. L. **Avaliação do desempenho de dispositivo de desvio das primeiras águas de chuva utilizado em cisternas no semiárido pernambucano**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 2012.

LYE, D. J. Rooftop runoff as a source of contamination: a review. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 407, n. 21. p. 5429-5434, out. 2009.

MACHADO, F. H. Análise dos pontos positivos e negativos de sistemas de captação de água de chuva. **Revista Hipótese**, Itapetininga. v. 1, n. 1, p. 86-108, 2015.

MARTINSON, D. B.; THOMAS, T. Quantifying the first-flush phenomenon. In: International Rainwater Catchment Systems Conference, 12., 2005, Nova Déli. **Anais...** Nova Déli: IRCSA, 2005.

MAY, S. **Estuda da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MAY, S. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2009. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MAY, S.; PRADO, R. T. A. Estudo da qualidade da água de chuva para consumo não potável em edificações. In: CONFERÊNCIA LATINO AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, [S. I.]. **Proceedings...** [S. I.: s. n.], 2004.

MELO, L. R. C. **Variação da qualidade da água da chuva no início da precipitação**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, 2007.

MELO, L. R. C.; ANDRADE NETO, C. O. Um amostrador automático simples para avaliação da qualidade da água de chuva e para avaliação preliminar da qualidade do ar. In: CONGRESSO INTERAMERICANO AIDIS, 31., 2008, [S. I.]. **Proceedings...** [S. I.: s. n.], 2008.

MENDEZ, C. B.; BAE, S.; CHAMBERS, B.; FAKHEDDINE, S.; GLOYNA, T.; KEITHLEY, S.; UNTUNG, L.; BARRETT, M. E.; KINNEY, K.; KIRISITS, M. **Effect of roof material on water quality for rainwater harvesting systems: additional physical, chemical, and microbiological data**. Texas: Texas Water Development Board, 2011a.

MENDEZ, C. B.; KLENZENDORF, J. B.; AFSAR, B. R.; SIMMONS, M. T.; BARRETT, M. E.; KINNEY, K. A.; KIRISITS, M. J. The effect of roofing material on the quality of harvested rainwater. **Water Research**, London, v. 45, p. 2049-2059, 2011b.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Normas e padrão de potabilidade de águas destinadas ao consumo humano**. Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Brasília, DF, 2011.

MINIKOWSKI, M.; MAIA, A. G. Sistemas de aproveitamento de água de chuva no município de Irati (PR). **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 181-188. abr./jun. 2009.

NAKADA, L. Y. K.; MORUZZI, R. B. Variabilidade qualitativa de águas pluviais coletadas em telhado e sua importância na concepção do sistema de tratamento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 1-9, 2014.

O DIA. **Grama do engenho será irrigada com água de chuva**. [S. l.: s. n.], 2007. Disponível em: <<http://esportes.terra.com.br/panamericano2007/interna/0,,OI1764689-EI8332,00-Grama+do+Engenhao+sera+irrigada+com+agua+de+chuva.html>>. Acesso: 01 abr. 2017.

PACHECO, P. R. C.; GÓMEZ, Y. D.; OLIVEIRA, I. F.; TEIXEIRA, L. C. G. A view of the legislative scenario for rainwater harvesting in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p. 290-294, 2016.

PETTER, M. R. **Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial**. 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2006.

PHILLIPS, A. A. **Water harvesting guidance manual**. Tucson: [s. n.], 2005.

POYASTRO, P. C. **Influência da volumetria e das condições de entorno da edificação no mancha e infiltração de água em fachadas por ação de chuva dirigida**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2011.

REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G. **Águas doce no Brasil: capital ecológico: uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

RIBEIRO, E. N.; SOUZA JUNIOR, W. C.; NOLASCO, M. A.; URRUCHI, W. M. I.; ALMEIDA, V. S. Caracterização da qualidade da água após passagem por telhado no aeroporto internacional de São Paulo (AISP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - ABES, 2009, [S. l.]. **Proceedings...** [S. l.: s. n.], 2009.

RITCHIE, T.; DAVISON, J. I. **The wetting of walls by rain, Internal report no, 367**. Ottawa: Division of Building Research, National Research Council, 1969.

SANTOS, C. A. G.; MAGNO, K.; PALMEIRA, M.; DANTAS, R.; BRAGA, I. Y. L. G. Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO, 10., 2015, [S. l.]. **Anais...** [S. l.: s. n.], 2015.

SILVA, C. M.; SOUSA, V.; CARVALHO, N. V. Evaluation of rainwater harvesting in Portugal: application to single-family residences. **Resources, Conservation And Recycling**, v. 94, p. 21-34, jan. 2015.

SILVA DIAS, M. A. F.; DIAS, J.; CARVALHO, L. M. V.; FREITAS, E. D.; SILVA DIAS, P. L. Changes in extreme daily rainfall for São Paulo. **Climatic Change, Dordrecht**, v. 116, n. 3-4, p. 705-722, jun. 2012.

STEC, A.; KORDANA, S. Analysis of profitability of rainwater harvesting, gray water recycling and drain water heat recovery systems. **Resources, Conservation And Recycling**, Amsterdam, v. 105, p. 84-94, dez. 2015.

STEWART, C. et al. Health hazards associated with consumption of roof-collected rainwater in urban areas in emergency situations. **International Journal of Environmental Research And Public Health**, Basel, v. 13, n. 10, p.1012-1039, out, 2016.

TAFFERE, G. R.; BEYEE, A.; VUAI, S. A.H.; GASANA, J.; SELESHI, Y; Characterization of atmospheric bulk deposition: implications on the quality of rainwater harvesting systems in the semi-arid city of mekelle. **Environmental Process Journal**, Friendswood, v. 3, p. 247-261, 2016.

SENATE BILL 09-080. **Colorado Revised Statutes**. [S. l.], 2009.

TEIXEIRA, A. D. S.; PULZ, E.; SILVA, B. C. R.; IRAZUSTA, S. P.; TEIXEIRA, E. P. Avaliação da qualidade de água de chuva para aproveitamento doméstico. **RETC - Revista Eletrônica de Tecnologia e Cultura**, v. 18, p. 15-23, 2016.

TEXAS WATER DEVELOPMENT BOARD. **Texas manual on rainwater harvesting**. 3. ed. [S. l.: s. n.], 2005.

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

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. [S. l.], 2011.

UOL NOTÍCIAS. **Aeroporto e favela no Rio captam água da chuva**. [S. l.], 2014. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/album/2014/12/23/com-teto-verde-e-captacao-de-chuva-aeroporto-e-favela-driblam-falta-dagua.htm>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Rainwater Harvesting and Utilisation**. [S. l.], 2002.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). **Human Development Report**. [S. l.: s. n.], 2006.

Van MOOK, F. J. R. **Driving rain on building envelopes**. 2002. 198 f. Ph. D. (Thesis) - Technische Universiteit Eindhoven, Netherlands, 2002.

VIALLE, C.; SABLAYROLLES, C.; LOVERA, M.; HUAU, C.; JACOB, S. Water quality monitoring and hydraulic evaluation of a household roof runoff harvesting system in France. **Water Resources Management**, Dordrecht, v. 26, p. 2233-2241, 2012.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002.

VILLELA, S. M. MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

VILLARREAL, E.L.. DIXON, A. Analysis of a rainwater collection system for domestic water supply in Ringdansen. Norrkoping, Sweden. **Building and Environment**, Kidlington, v. 40, p. 1174 - 1184. 2005.

VISHWANATH, S. **Rainwater harvesting for large site developments**. [S. l.]: Rain Water Club, 2006.

ZHANG, Y.; CHEN, D.; CHEN, L.; ASHBOLT, S. Potential for rainwater use in high-rise buildings in Australian cities. **Journal of Environmental Management**, London, v. 91, n. 1, p.222-226, out. 2009.

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.

YAZIZ, M.; GUNTING, H.; SAPIARI, N.; GHAZALI, A.; Variation in rainwater quality from roof catchments. **Water Research**, London, v. 23, p. 761-765, 1989.

WARD, S.; MEMON, F. A.; BUTLER, D. Performance of a large building rainwater harvesting system. **Water Research**, London, v. 46, n. 16, p. 5127-5134, out. 2012.

WHO/UNICEF. **Progress on sanitation and drinking-water**. [S. l.], 2010.