



# XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

## VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÕES

**DALLA SANTA, CAMILA (1); CARTANA, VERA MARIA (2); FERNANDES, LUIZA (3) FERNANDES, JULIA (4); CAVAGNI, MARCOS (5); FIORI, SIMONE (6); SCORTEGAGNA, VINICIUS (7).**

- (1) Universidade de Passo Fundo, (54)(3316-8233), [camidsanta@gmail.com](mailto:camidsanta@gmail.com) (2) Universidade de Passo Fundo, [cartana@upf.br](mailto:cartana@upf.br), (3) Universidade de Passo Fundo, [luizacartanafernandes@gmail.com](mailto:luizacartanafernandes@gmail.com), (4) Universidade de Passo Fundo, [juliacartanafernandes@gmail.com](mailto:juliacartanafernandes@gmail.com), (5) Universidade de Passo Fundo, [marcospf\\_92@hotmail.com](mailto:marcospf_92@hotmail.com); (6) Universidade de Passo Fundo, [sfiori@upf.br](mailto:sfiori@upf.br), (7) Universidade de Passo Fundo, [viniciuss@upf.br](mailto:viniciuss@upf.br).

### RESUMO

A gestão do uso da água tem sido pauta de reuniões internacionais e nacionais das organizações relacionadas aos recursos hídricos, nas quais cada vez mais o uso de água não potável vem sendo apontado como a solução para os problemas de escassez. No entanto o uso generalizado da água pluvial torna-se preocupante à medida que, muitos desses sistemas não se encontram adequados às legislações vigentes, não conseguem abastecer os usos pretendidos para a água pluvial, acarretando assim, insuficiência no abastecimento, ineficiência econômica e o mais grave, contaminação dessa água por agentes patológicos, gerando sérios danos à saúde do usuário. Dessa forma, o presente trabalho analisou a viabilidade de implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais de quatro tipos de edificações residenciais. As análises foram baseadas no consumo que pode ser substituído por água pluvial, como descarga de bacias sanitárias, rega de jardins e lavagem de pisos e calçadas, nas intensidades pluviométricas de algumas regiões brasileiras e nas dimensões das áreas de coleta. O dimensionamento foi baseado na ABNT- NBR 15527/07, focado basicamente no cálculo das demandas e dos volumes dos reservatórios. Com estes dados foram montados diversos cenários, os quais foram analisados a sua viabilidade de implantação. O trabalho demonstrou que para alguns cenários ficou inviável a implantação de sistema para aproveitamento de água pluvial. A principal contribuição deste trabalho é a de poder auxiliar os futuros projetos de sistemas prediais que pretendam utilizar sistemas de aproveitamento de águas pluviais.

**Palavras-chave:** Água não potável, Precipitações, Reservatórios.

### ABSTRACT

The management of water use has been subject in international and national meetings of organizations related with water resource, in which the use of non-potable water it's been indicated as a solution for the shortage issue. Though, the generalized use of rainwater becomes a problem once, many of rainwater systems aren't at the framework of the current legislation, can't provide enough rainwater for its aimed function, causing, thus, insufficiency in the supply, economic inefficiency and, most severely, contamination of this water for pathogens, implying in serious healthy damage for the users. Therefore, in the present work, the viability of the implementation of rainwater systems for four types of residential buildings is analyzed. The analysis were based in the consumption of potable water that can be exchanged for rainwater, as in water closet flush, watering lawns and washing sidewalks and floors, in rainfall rates of some Brazilian regions and in dimensions of collect areas. The dimensioning was based on ABNT-NBR 15527/07, focused basically in the calculation of demands and reservoirs volumes. With this data, several scenarios were assembled, which the viability of implementation was analyzed. The present

study shown that, for some scenarios, the implementation of rainwater systems was impracticable. The major contribution of this work is the capacity to help future projects of buildings systems that intend to use systems to reuse rainwater.

**Keywords:** Non-potable water, Rain, Reservoirs.

## 1 INTRODUÇÃO

Os usos indevidos da água potável, em regas de jardins e lavagem de calçadas, por exemplo, também contribuem para a construção de uma nova proposta para usos não potáveis, onde a qualidade da água pode ser inferior àquela que é usada para beber ou tomar banho.

As grandes cidades, que tem o solo praticamente todo impermeabilizado, sofrem quando ocorrem grandes volumes de chuva em pouco tempo, causando assim enormes enchentes. Com isso, são inúmeros os pontos positivos do sistema de aproveitamento de água pluvial. Conforme Simioni (2004), o aproveitamento de água pluvial traz baixo impacto ambiental, complementa o sistema convencional, tem água com qualidade aceitável para vários fins que necessitam de pouco tratamento e ainda consegue ter uma reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público. Aliado a este fato algumas cidades brasileiras incorporaram em seus planos diretores a obrigatoriedade da realização de reservatórios de retardo das águas pluviais o que tem levado aos usuários e projetistas a pensar em um possível aproveitamento desses volumes reservados.

Assim, o objetivo deste trabalho é estudar a viabilidade do aproveitamento de águas pluviais em duas residências unifamiliares e dois edifícios residenciais multifamiliares. As análises foram baseadas na demanda que pode ser substituído por água pluvial, descarga de bacias sanitárias, rega de jardins e lavagem de pisos, nas intensidades pluviométricas de algumas regiões brasileiras com séries históricas dos últimos 10 anos e nas dimensões das áreas de coleta.

Neste trabalho serão apresentadas relações entre as variáveis citadas de modo que seja mais fácil para os usuários e projetistas pensar e projetar sistemas de aproveitamento de águas pluviais.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO

O aproveitamento de água pluvial possui características próprias e individuais em cada sistema e em todas elas atingem o princípio de saneamento ecológico. Quando esse sistema é utilizado, a edificação está sendo autossuficiente e contribuindo para a preservação da água (GONÇALVES, 2006).

### 2.1 Sistemas de aproveitamento de água pluvial

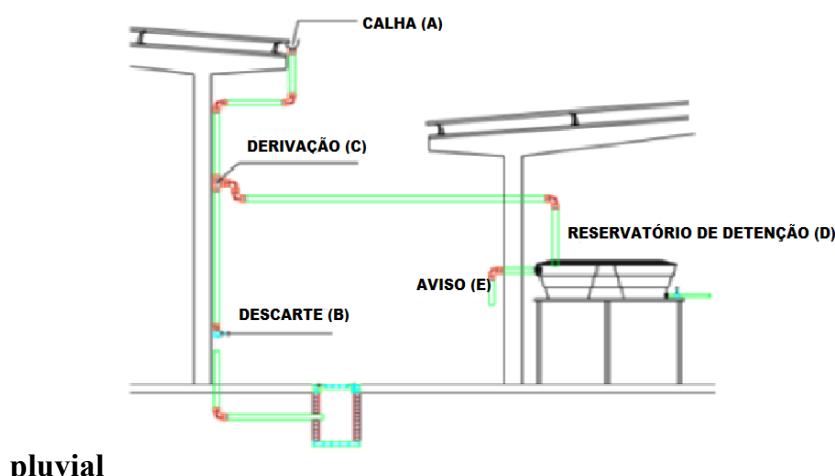
Os sistemas de aproveitamento de água pluvial devem contar com algumas precauções como limpeza do reservatório ao menos uma vez por ano, evitar a luz do sol, a água pluvial coletada deve ser somente para consumo não potável, a tubulação deve ser de outra cor realçando que são de uso não potável, prever para grandes estiagens o abastecimento com água potável no reservatório de água pluvial e ainda analisar se precisa haver tratamento para as águas pluviais. O sistema deve possuir um dispositivo para descarte da primeira chuva, a qual serve para limpar a área coletora.

As águas pluviais podem ser usadas para descarga de bacias sanitárias, lavagem de carros, rega de jardins.

Embora haja um impacto significativo na redução de água potável, nem sempre o custo de instalação de um sistema de aproveitamento é baixo, pois deve haver uma rede de abastecimento dupla potável e outra não potável, reservatórios para o seu armazenamento, mais o sistema para tratamento da água não potável. Dependendo do tamanho da área de coleta está pode não ser suficiente para suprir a demanda por água não potável dentro da edificação o que pode acarretar em uma redução insignificante no consumo de água potável o que pode inviabilizar a aplicação do sistema.

A figura 1 mostra o desenho esquemático de um sistema de coleta e armazenamento de água pluvial.

**Figura 1 – Desenho Esquemático do sistema de coleta de água**



Fonte: Valle, Pinheiro, Ferrari (2007)

## 2.2 Dimensionamento do reservatório de água pluvial

Dentro de um sistema de aproveitamento de águas pluviais a principal preocupação deve ser sempre com o dimensionamento dos reservatórios, que é o componente com maior custo do sistema. A ABNT-NBR 15527/07 apresenta diversos métodos de dimensionamento de reservatórios, os quais apresentam para uma mesma condição valores muito diversos. Isso pode ser constatado no trabalho desenvolvido por Faresin (2012). O mesmo pode ser observado no trabalho realizado por Cohim (2008). Entre os diversos métodos apresentados na ABNT-NBR 15527 o mais utilizado tem sido o Método de Rippl, pela sua facilidade de aplicação e por possibilitar a utilização das médias diárias ou mensais nas suas análises. No caso da utilização de médias diárias estas tendem a fornecer volumes maiores para os reservatórios ao passo que com as médias mensais os valores se aproximam mais dos valores obtidos por outros métodos. Assim, neste trabalho a base para análise dos volumes dos reservatórios será o Método de Rippl.

## 2.3 Método de Rippl

Conforme ABNT -NBR 15.527/07, a fórmula a ser adotada para o cálculo dos reservatórios pelo Método Rippl é a apresentada na equação 1. Neste método podem-se usar as séries históricas mensais ou diárias.

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad (1)$$

Onde:  $S(t)$  = Volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;

$Q(t)$  = Volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;

$D(t)$  = Demanda ou consumo no tempo  $t$ ;

Sendo que o volume de chuva aproveitável é obtido pela equação 2.

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva} \times \text{área de captação} \quad (2)$$

Onde:  $Q(t)$  = Volume de chuva aproveitável no tempo  $t$ ;

$C$  = coeficiente de escoamento superficial.

Resultando que o volume do reservatório ( $V$ ) será o obtido na equação 3.

$$V = \sum S(t) \text{ somente para valores } S(t) > 0 \quad (3)$$

Sendo que:  $\sum D(t) < \sum Q(t)$

No entanto neste método não existe qualquer recomendação quanto ao procedimento que deve ser adotado quando o somatório do volume de água no reservatório  $S(t)$  for menor do que zero, ou seja, quando em todos os meses o valor da demanda for inferior ao volume de água no reservatório.

Considerando-se ainda que os métodos atuais, para cálculo de reservatório de aproveitamento de águas pluviais, inclusive o de Rippl estão associados ao acúmulo de água para os dias de seca, ou seja, preocupam-se em armazenar volumes para utilização ao longo do ano. Isto exige a construção de reservatórios com grande capacidade de armazenagem, o que pode inviabilizar a sua construção em situações específicas.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização do trabalho foram aplicados os seguintes procedimentos metodológicos, divididos em quatro etapas, descritas a seguir.

#### 3.1 Etapa 1: Escolha dos locais de estudo e levantamento dos Índices pluviométricos

Para desenvolver este estudo foram escolhidos cinco estados brasileiros, por serem os estados que possuem estudos publicados relativo ao aproveitamento de águas pluviais.

Para identificação dos índices pluviométricos dos estados e cidades escolhidas para análise, as informações necessárias foram obtidas do site da Agência Nacional de Águas (ANA), mais especificamente no Portal SNIRH (Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos).

#### 3.2 Etapa 2: Escolha das edificações para análise

Para esta análise foram escolhidas quatro tipologias de edificações residenciais, quais sejam:

- Tipologia 1: Edificação unifamiliar de padrão alto com dois pavimentos, área de cobertura de 245 m<sup>2</sup>, com 4 dormitórios sociais e um dormitório de serviço. Com um total de 7 bacias sanitárias. Área de jardim de 50 m<sup>2</sup> e área de calçada de 35m<sup>2</sup>.

- Tipologia 2: Edificação unifamiliar de padrão baixo térrea com dois dormitórios, área de cobertura de 57 m<sup>2</sup>, com duas bacias sanitárias, área de jardim de 18 m<sup>2</sup> e 25 m<sup>2</sup> de calçada.

- Tipologia 3: Edificação multifamiliar com padrão alto, nove pavimentos, com quatro apartamentos por pavimento e cada apartamento de 3 dormitórios e dependência de serviço, com área de cobertura de 535 m<sup>2</sup>, com 108 bacias sanitárias. Área de jardim de 230 m<sup>2</sup>, área de calçada de 147 m<sup>2</sup>.

- Tipologia 4: Edificação multifamiliar com padrão baixo com onze pavimentos, com quatro apartamentos por pavimento, cada apartamento com 2 dormitórios sociais e sem dormitório de serviço. Área total de cobertura de 230 m<sup>2</sup>. Com 44 bacias sanitárias. Área de jardim de 95 m<sup>2</sup> e calçada de 85 m<sup>2</sup>.

### 3.3 Etapa 3: Cálculo das demandas de água potável e não potável das edificações:

Nesta etapa foi realizado o cálculo das demandas de água potável e de água não potável, com base no que preconiza a ABNT-NBR5626/98 e a ABNT-NBR15527/07, para cada uma das edificações escolhidas para análise.

A demanda de água potável foi estimada para possibilitar a comparação e análise da economia gerada com a utilização do sistema de aproveitamento de água pluvial.

A da demanda de água potável foi realizado levando-se em consideração a população usuária da edificação e o consumo per capita. Para o cálculo da população foi adotado que: - dormitórios sociais fosse considerado 2 pessoas; - dormitórios de serviços fosse considerado 1 pessoa. Quanto ao consumo per capita foi adotado 200 L/p.dia.

A demanda de água potável foi obtida pela equação 4.

$$DAP = Pxqx30\text{dias} \quad (4)$$

Onde: DAP = Demanda de água potável (L/mês)  
P = População usuária da edificação;  
q = Consumo per capita.

Para a descarga das bacias sanitárias foi escolhido que a sua demanda fosse obtida a partir da equação 5:

$$DBS = NBxVBSxNUx30\text{ dias} \quad (5)$$

Onde: DBS = Demanda de água para a bacia sanitária (L/mês);  
NB = Número de bacias sanitárias existente na edificação;  
VBS = Volume de descarga da bacia sanitária (adotado: 6,8 L/descarga);  
NU = Número de usos da bacia sanitária por dia.

Para estimar a demanda mensal para rega de jardins foi utilizado a equação 6:

$$DRJ = VRJxAJx30\text{dias} \quad (6)$$

Onde: DRJ = Demanda de água para a rega de jardim (L/mês);  
VRJ = volume de água considerado para a rega de jardim (adotado 0,8 L/dia/m<sup>2</sup>);  
AJ = área de jardim a ser regada (m<sup>2</sup>).

No caso da demanda para a lavagem de pisos e calçadas foi utilizada a equação 7:

$$DLP = VLPxAPxNL \quad (7)$$

Onde: DLP = Demanda de água para a lavagem de pisos ou calçadas (L/mês);  
VLP = Volume de água considerado em cada lavagem (adotado 3,5 L/dia/m<sup>2</sup>);  
AP = Área de piso ou calçada a ser lavada (m<sup>2</sup>);  
NL = Número de lavagens por mês (adotado 2 lavagens por mês).

### 3.4 Etapa 4: Desenvolvimento da análise da eficiência dos sistemas

Para o desenvolvimento da análise da eficiência dos sistemas de aproveitamento de água pluvial nas tipologias escolhidas de edificações unifamiliar e multifamiliar, foram montados cenários para avaliação da demanda necessária e da disponibilidade de água

pluvial. Foram montados três cenários para cada uma das duas cidades em cada um dos estados estudados. O primeiro foi montado considerando toda a demanda para todos os usos pretendidos, descarga de bacias sanitárias, rega de jardim e lavagem de pisos e calçadas, a segunda foi considerando apenas a descarga de bacias sanitárias e a terceira somente a rega de jardim e lavagem de pisos e calçadas.

Para a análise da viabilidade do sistema de aproveitamento das águas pluviais os cenários foram analisados considerando-se o dimensionamento do reservatório e para isso foi utilizado um método baseado no método de Rippl com algumas variações.

As variações foram baseadas em um conceito básico que é o oposto ao dos métodos tradicionais, pois procurou-se determinar o volume dos reservatórios com base no aproveitamento da água de chuva na época em que ela está ocorrendo e não o de armazenar grandes volumes para as épocas de seca. Assim, a redução do consumo de água potável irá ocorrer nas épocas de chuva e não de seca.

A partir da aplicação do método Rippl foi possível determinar para cada mês se a demanda de água não potável era superada pelo volume de chuva ou quando o volume de chuva superava a demanda.

No caso da demanda de água não potável ser superior ao volume de chuva o volume do reservatório foi considerando como o maior valor positivo obtido no cálculo ao longo do ano somado a demanda de água potável. Tal consideração foi realizada porque estamos procurando reduzir os volumes armazenados pois pretende-se armazenar somente os períodos de chuva e não para os de seca.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões foram organizados seguindo as etapas da metodologia.

### 4.1 Resultados da escolha dos locais de estudo e levantamento dos Índices pluviométricos

Os estados brasileiros usados como base para o estudo foram Pernambuco, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Mato Grosso. Em cada estado foram escolhidas duas cidades que possuíssem dados pluviométricos disponíveis. As cidades escolhidas foram as seguintes:

- Estado de Pernambuco: Pesqueira e Salgueiro;
- Estado de Mato Grosso: Cuiabá e Chapada dos Guimarães;
- Estado de São Paulo: Guarujá e Santos;
- Estado de Santa Catarina: Florianópolis e Urubici;
- Estado do Rio Grande do Sul: Passo Fundo e Três Passos.

As séries históricas pluviométricas adotadas foram de um período de 10 anos e estão apresentadas no quadro 1.

Analizando-se o quadro 1 pode-se ver que existe uma grande variabilidade nas precipitações analisadas, as quais vão de 0,46 mm/mês na cidade de Salgueiro em PE no mês de agosto a um valor de 362,54 mm/mês na cidade de Santos SP no mês de Janeiro. O que possibilitou a obtenção de valores muito diferenciados de volume de água pluvial possíveis de serem aproveitados para as situações analisadas.

**Quadro 1 – Média das Precipitações mensais e anuais para cada cidade (mm/mês)**

PRECIPITAÇÕES (mm/mês)	SÃO PAULO		SANTA CATARINA		RIO GRANDE DO SUL		PERNAMBUCO		MATO GROSSO	
	SANTOS	GUARUJÁ	FLORIANÓPOLIS	URUBICI	PASSO FUNDO	TRÊS PASSOS	PESQUEIRA	SALGUEIRO	CUIABÁ	CHAPADA DOS GUIMARÃES
Mês	JAN	201,15	201,15	131,07	136,38	131,07	148,98	152,01	58,81	21,34
	FEB	176,25	176,25	101,90	101,90	101,90	101,90	101,90	51,65	17,65
	MAR	171,00	171,00	101,90	101,90	101,90	101,90	101,90	51,65	17,65
	ABR	196,00	196,00	85,45	85,45	85,45	85,45	85,45	51,65	17,65
	MAR	202,15	202,15	128,05	128,05	128,05	128,05	128,05	51,65	17,65
	JUN	198,00	198,00	101,90	101,90	101,90	101,90	101,90	51,65	17,65
	JUL	181,00	181,00	101,90	101,90	101,90	101,90	101,90	51,65	17,65
	AGO	176,00	176,00	101,90	101,90	101,90	101,90	101,90	51,65	17,65
	SEZ	176,00	176,00	101,90	101,90	101,90	101,90	101,90	51,65	17,65
	OUT	171,00	171,00	101,90	101,90	101,90	101,90	101,90	51,65	17,65
	NOV	176,00	176,00	101,90	101,90	101,90	101,90	101,90	51,65	17,65
	DEZ	165,25	165,25	101,90	101,90	101,90	101,90	101,90	51,65	17,65
MÉDIA ANUAL		201,15	169,34	136,38	131,07	148,98	152,01	58,81	51,65	17,65

Fonte: Autores, 2014.

#### 4.2 Resultados para o cálculo das demandas de água potável e não potável das edificações

Com base nas formulações e considerações realizadas no item dos procedimentos metodológicos foi possível determinar as demandas de água potável e não potável para cada uma das quatro edificações analisadas, como mostra o quadro 2.

**Quadro 2 – Demandas de água potável e não potável para as edificações (m<sup>3</sup>/mês).**

Parâmetros de Cálculo	Padrão Alto				Padrão Baixo			
	Edificação unifamiliar		Edificação multifamiliar		Edificação unifamiliar		Edificação multifamiliar	
	9	54	1512000	1512	4	176	1056000	1056
Não potável	<b>População Estimada (pessoas)</b>							
	<b>Água potável (L/mês)(m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>5.4000</b>	<b>54</b>	<b>1512000</b>	<b>1512</b>	<b>24000</b>	<b>24</b>	<b>1056000</b>
	<b>Área de calçadas (m<sup>2</sup>)</b>	<b>35</b>		<b>147</b>		<b>18</b>		<b>85</b>
	<b>D. Calçadas (L.mês<sup>-1</sup>) (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>245</b>	<b>0,2</b>	<b>1029</b>	<b>1,0</b>	<b>175</b>	<b>0,2</b>	<b>595</b>
	<b>Nº de bacias sanitárias</b>	<b>7</b>		<b>108</b>		<b>2</b>		<b>44</b>
	<b>D. Bacia sanitária (L.mês<sup>-1</sup>) (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>7140</b>	<b>7,14</b>	<b>110160</b>	<b>110,16</b>	<b>2040</b>	<b>2,04</b>	<b>44880</b>
	<b>Área de Jardim (m<sup>2</sup>)</b>	<b>50</b>		<b>230</b>		<b>25</b>		<b>95</b>
	<b>D. Rega de jardins (L.mês<sup>-1</sup>) (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>1200</b>	<b>1,2</b>	<b>5520</b>	<b>5,52</b>	<b>432</b>	<b>0,43</b>	<b>2380</b>
	<b>Demandas totais de água não potável (L/mês)</b>	<b>8595</b>	<b>8,6</b>	<b>116709</b>	<b>116,7</b>	<b>2647</b>	<b>2,6</b>	<b>47755</b>
	<b>Porcentagem de Redução (%)</b>	<b>15,9</b>		<b>7,7</b>		<b>11,0</b>		<b>4,5</b>
<b>Demandas L.C.E.P de água não potável (L/mês)</b>	<b>245</b>			<b>1029</b>		<b>175</b>		<b>595</b>
	<b>Porcentagem de Redução (%)</b>	<b>0,5</b>		<b>0,1</b>		<b>0,7</b>		<b>0,1</b>
	<b>Demandas B.S de água não potável (L/mês)</b>	<b>7140,0</b>		<b>110160,0</b>		<b>2040,0</b>		<b>44880,0</b>
	<b>Porcentagem de Redução (%)</b>	<b>13,2</b>		<b>7,3</b>		<b>8,5</b>		<b>4,3</b>
	<b>Demandas R.J de água não potável (L/mês)</b>	<b>1200,0</b>		<b>5520,0</b>		<b>432,0</b>		<b>2380,0</b>
	<b>Porcentagem de Redução (%)</b>	<b>2,2</b>		<b>0,4</b>		<b>1,8</b>		<b>0,2</b>

Fonte: Autores, 2014.

Pela análise do quadro 2 pode-se perceber que as maiores percentagens de redução da demanda total de água potável ocorreram para as edificações unifamiliares que possuem menores demandas, ou seja, a maior redução foi alcançada para a edificação unifamiliar de padrão alto que foi de 15,9%, enquanto que a menor redução foi atingida para a edificação multifamiliar de padrão baixo com o valor de 4,5%.

Considerando-se as demandas parciais com os usos separados para descarga de bacias sanitárias, rega de jardim e lavagem de pisos e calçadas, os maiores valores de redução foram alcançados para a descarga de bacias sanitárias que foi de 13,2%, enquanto que o menor valor de redução foi para lavagem de pisos e calçadas que foi de 0,1%. Mas o que isso demonstra principalmente é que para os casos estudados a maior redução alcançou 15,9%.

#### 4.3 Resultados para o desenvolvimento da análise da eficiência dos sistemas

Para a análise da eficiência dos sistemas analisados, considerando-se as quatro tipologias adotadas, e as dez variações de precipitações, foram mantidos diversos quadros os quais foram agrupados por tipo de tipologia.

- Tipologia 1: Edificação unifamiliar de padrão. Os seus resultados estão apresentados no quadro 3, onde aparecem os valores dos volumes dos reservatórios para cada um dos três cenários analisadas. No quadro 3 onde as demandas analisadas foram maiores, pode-se ver que os maiores valores de reservatórios foram para as cidades com menores

índices de precipitações, mas mesmo assim os valores resultantes são aceitáveis, pois o maior volume foi de 14,2 m<sup>3</sup>. Já onde a demanda é bem menor os valores resultantes foram também menores. Mas em todos eles a grande maioria dos volumes foram iguais a demanda o que significa que os volumes de precipitações são suficientes para abastecer as demandas.

### Quadro 3 – Edificação unifamiliar padrão alto

Cidades	Área de coleta (m <sup>2</sup> )	Demanda (m <sup>3</sup> )	Precipitações			Volume do reservatório (m <sup>3</sup> )					
						Demanda Total		Demanda somente Bacia sanitária		Demanda Rega de Jardim e Lavagem de Pisos e Calçadas	
			Máxima (mm)	Média (mm/ano)	Mínima (mm)	Rippl	Adotado	Rippl	Adotado	Rippl	Adotado
Santos	245	8,6	362,5	201,2	81,9	ND	8,6	ND	7,1	ND	1,4
Guarujá	245	8,6	295,5	169,3	83,0	ND	8,6	ND	7,1	ND	1,4
Florianópolis	245	8,6	204,9	136,9	83,5	ND	8,6	ND	7,1	ND	1,4
Urubici	245	8,6	171,6	131,1	101,0	ND	8,6	ND	7,1	ND	1,4
Passo Fundo	245	8,6	206,8	149,0	118,2	ND	8,6	ND	7,1	ND	1,4
Três Passos	245	8,6	197,1	152,3	109,4	ND	8,6	ND	7,1	ND	1,4
Pesqueira	245	8,6	140,8	58,8	10,4	31,6	15,2	22,9	12,3	ND	1,4
Salgueiro	245	8,6	163,6	52,9	0,5	44,3	17,1	34,2	14,2	2,1	2,1
Cuiabá	245	8,6	188,3	92,8	6,1	24,4	16,0	18,6	13,1	0,5	1,7
Chapada dos Guimarães	245	8,6	378,1	142,0	7,3	20,4	15,7	14,6	12,9	ND	1,4

Legenda: ND – Valor não determinado pelo Método de Rippl

Fonte: Autores (2014)

- Tipologia 2: Edificação unifamiliar de padrão baixo. Os seus resultados estão apresentados no quadro 4, onde aparecem os valores dos volumes dos reservatórios para cada um dos três cenários analisadas.

### Quadro 4 – Edificação unifamiliar padrão baixo

Cidades	Área de coleta (m <sup>2</sup> )	Demanda (m <sup>3</sup> )	Precipitações			Volume do reservatório (m <sup>3</sup> )					
						Demanda Total		Demanda somente Bacia sanitária		Demanda Rega de Jardim e Lavagem de Pisos e Calçadas	
			Máxima (mm)	Média (mm/ano)	Mínima (mm)	Rippl	Adotado	Rippl	Adotado	Rippl	Adotado
Santos	57	2,0	362,5	201,2	81,9	ND	2,6	ND	2,0	ND	0,6
Guarujá	57	2,0	295,5	169,3	83,0	ND	2,6	ND	2,0	ND	0,6
Florianópolis	57	2,0	204,9	136,9	83,5	ND	2,6	ND	2,0	ND	0,6
Urubici	57	2,0	171,6	131,1	101,0	ND	2,6	ND	2,0	ND	0,6
Passo Fundo	57	2,0	206,8	149,0	118,2	ND	2,6	ND	2,0	ND	0,6
Três Passos	57	2,0	197,1	152,3	109,4	ND	2,6	ND	2,0	ND	0,6
Pesqueira	57	2,0	140,8	58,8	10,4	11,3	4,8	7,6	3,6	0,3	0,1
Salgueiro	57	2,0	163,6	52,9	0,5	14,8	5,3	10,6	4,1	1,5	1,2
Cuiabá	57	2,0	188,3	92,8	6,1	8,4	5,0	5,8	3,8	ND	0,6
Chapada dos Guimarães	57	2,0	378,1	142,0	7,3	7,9	4,6	4,9	3,7	ND	0,6

Legenda: ND – Valor não determinado pelo Método de Rippl

Fonte: Autores (2014)

No quadro 4 percebe-se um comportamento semelhante ao anterior, no entanto pelo fato desta tipologia ser para edificações de baixo padrão a colocação de um reservatório de 1,2 m<sup>3</sup> pode resultar em um custo elevado para o padrão de edificação. Neste caso seria necessária uma avaliação econômica antes da implantação do sistema. - Tipologia 3: Edificação multifamiliar com padrão alto. Os seus resultados estão apresentados nos quadros 5 e 6, onde aparecem os valores dos volumes dos reservatórios para cada um dos três cenários analisadas.

Pela análise do quadro 5 percebe-se que para esta tipologia a demanda de água potável com maior possibilidade de aproveitamento é a de rega de jardim e lavagem de pisos, pois foi onde os resultados foram mais satisfatórios ficando os maiores volumes para as cidades de menores precipitações e sendo o maior deles de 12,9 m<sup>3</sup>. Para as demais

demandas os volumes resultaram muito elevados o que pode inviabilizar a implantação dos sistemas de aproveitamento de água pluvial.

#### Quadro 5 – Edificação multifamiliar padrão alto

Cidades	Área de coleta (m <sup>2</sup> )	Demanda (m <sup>3</sup> )	Precipitações			Volume do reservatório (m <sup>3</sup> )					
						Demanda Total		Demanda somente Bacia sanitária		Demanda Rega de Jardim e Lavagem de Pisos e Calçadas	
			Máxima (mm)	Média (mm/ano)	Mínima (mm)	Rippl	Adotado	Rippl	Adotado	Rippl	Adotado
Santos	535	116,5	362,5	201,2	81,9	403,1	198,0	352,0	185,3	ND	6,5
Guarujá	535	116,5	295,5	169,3	83,0	538,7	197,5	471,3	184,8	ND	6,5
Florianópolis	535	116,5	204,9	136,9	83,5	695,5	197,3	618,9	184,6	ND	6,5
Urubici	535	116,5	171,6	131,1	101,0	725,3	189,9	648,7	177,1	ND	6,5
Passo Fundo	535	116,5	206,8	149,0	118,2	633,3	182,5	556,8	169,7	ND	6,5
Três Passos	535	116,5	197,1	152,3	109,4	616,2	186,3	539,6	173,5	ND	6,5
Pesqueira	535	116,5	140,8	58,8	10,4	1096,4	228,7	1019,9	215,9	5,8	8,7
Salgueiro	535	116,5	163,6	52,9	0,5	1126,8	232,9	1050,2	220,1	18,1	12,9
Cuiabá	535	116,5	188,3	92,8	6,1	921,7	230,5	845,1	217,7	11,4	10,5
Chapada dos Guimarães	535	116,5	378,1	142,0	7,3	719,2	230,0	655,8	217,2	3,9	10,0

Legenda: ND – Valor não determinado pelo Método de Rippl.

Fonte: Autores (2014)

- Tipologia 4: Edificação multifamiliar com padrão baixo. Os seus resultados estão apresentados nos quadros 12 a 14, onde aparecem os valores dos volumes dos reservatórios para cada um dos três cenários analisadas.

#### Quadro 6 – Edificação multifamiliar padrão baixo

Cidades	Área de coleta (m <sup>2</sup> )	Demanda (m <sup>3</sup> )	Precipitações			Volume do reservatório (m <sup>3</sup> )					
						Demanda Total		Demanda somente Bacia sanitária		Demanda Rega de Jardim e Lavagem de Pisos e Calçadas	
			Máxima (mm)	Média (mm/ano)	Mínima (mm)	Rippl	Adotado	Rippl	Adotado	Rippl	Adotado
Santos	230	47,8	362,5	201,2	81,9	154,5	80,4	133,0	74,7	ND	2,9
Guarujá	230	47,8	295,5	169,3	83,0	206,6	80,2	177,8	74,5	ND	2,9
Florianópolis	230	47,8	204,9	136,9	83,5	270,8	80,1	236,3	74,4	ND	2,9
Urubici	230	47,8	171,6	131,1	101,0	283,7	76,9	249,2	71,2	ND	2,9
Passo Fundo	230	47,8	206,8	149,0	118,2	244,1	73,8	209,6	68,0	ND	2,9
Três Passos	230	47,8	197,1	152,3	109,4	236,8	75,4	202,3	69,6	ND	2,9
Pesqueira	230	47,8	140,8	58,8	10,4	93,6	443,2	408,7	87,9	2,7	3,9
Salgueiro	230	47,8	163,6	52,9	0,5	456,3	95,4	421,8	89,7	8,1	5,7
Cuiabá	230	47,8	188,3	92,8	6,1	368,1	94,4	333,6	88,6	5,1	4,6
Chapada dos Guimarães	230	47,8	378,1	142,0	7,3	285,7	94,2	259,6	88,4	1,8	4,4

Legenda: ND – Valor não determinado pelo Método de Rippl.

Fonte: Autores (2014)

Pela análise do quadro 6 percebe-se um comportamento semelhante ao que ocorreu nos quadros anteriores, onde para as maiores demandas os resultados dos volumes dos reservatórios foram muito elevados, o que pode inviabilizar o uso dos sistemas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é vital para sobrevivência humana, sua conservação e aproveitamento correto deve ser objetivo de todos. Uma das maneiras de se conservar a água potável é a captação e aproveitamento das águas pluviais. Assim, o propósito deste trabalho foi o de avaliar a possibilidade de implantação de sistemas de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em quatro tipologias de edificações em cinco estados do país. A partir dos resultados obtidos foi possível fazer algumas considerações como as seguintes: - Os valores de redução das demandas de água potável podem alcançar 15,9% nas tipologias com maior demanda por água não potável, independente dos índices

pluviométricos, no entanto pela análise dos volumes dos reservatórios percebe-se que para esse índice ser alcançado os volumes resultam muito elevados, chegando em alguns casos a valores de 230 m<sup>3</sup>, mesmo com as considerações realizadas neste trabalho, o que pode inviabilizar a implantação dos sistemas de aproveitamento de água pluvial; - Percebe-se que os valores de volumes dos reservatórios com a utilização do método de Rippl ficaram muito elevados em comparação com os obtidos nas considerações feitas neste trabalho, o que demonstra que talvez este não seja o método mais adequado para se calcular os volumes de reservatórios para sistemas prediais de aproveitamento de águas pluviais; - Com os resultados obtidos foi possível constatar que a melhor utilização para as águas pluviais é para a rega de jardim e lavagem de pisos, pois foram as demandas que resultaram nos menores valores de volume dos reservatórios, independente da tipologia analisada e dos índices pluviométricos; - Baseado nas análises realizadas também foi possível verificar que as tipologias multifamiliares, onde as demandas por água não potável são maiores, foram as que resultaram nos maiores volumes de reservatórios, pois as áreas de coletas são proporcionalmente menores do que para edificações unifamiliares.

Então, com o desenvolvimento deste trabalho pode-se perceber que a implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais deve ser sempre precedida de um estudo de viabilidade técnica e econômica para ver a real possibilidade de sua implantação, pois pode ocorrer que o custo do sistema e os aspectos técnicos de sua implantação inviabilize o seu uso.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
- \_\_\_\_\_. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
- COHIM, E. GARCIA, A.; KIPERSTOK, A, Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios. IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Salvador, BA, 2008.
- Gonçalves, R. F. (Coord.). Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
- FARESIN, Andréia Eugenia. Conservação de água em escolas com ênfase em aproveitamento de água de chuva: estudo de caso nas escolas da rede municipal de Erechim – RS. 2008. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2007.
- SIMIONI, W.; GHISI, E. GÓMEZ, L.A. Potencial de economia de água tratada através do aproveitamento de águas pluviais em postos de combustíveis: Estudos de caso. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo-SP, Anais..., 2004
- VALLE, J.A.B.; PINHEIRO; A., FERRARI, A. Captação e avaliação da água de chuva para uso industrial. REA – Revista de estudos ambientais v.9, n.2, p. 62-72, jul./dez. 2007.