



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS PARA O APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL: CRITÉRIOS ECONÔMICOS**

**Marcus A. S. Campos (1); Marina S. de Oliveira Ilha(2)**

- (1) Departamento de Arquitetura – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo –  
Universidade Estadual de Campinas, Brasil – e-mail: marcussiqueira@yahoo.com.br  
(2) Departamento de Arquitetura – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo –  
Universidade Estadual de Campinas, Brasil – e-mail: milha@fec.unicamp.br

### **RESUMO**

A gestão da água pluvial consiste em um importante requisito para a sustentabilidade do ambiente construído, quer seja pela possibilidade de aproveitamento da água pluvial para usos não potáveis, pelo impacto da retenção nas vazões de pico do sistema de drenagem urbana, combinados ou não com sistemas de infiltração que possibilitem a recarga do lençol freático e, consequentemente reduzam o escoamento superficial. Além dos cuidados associados à possibilidade de contaminação que possam comprometer a saúde dos usuários, os sistemas prediais de aproveitamento de água pluvial (SPAAP), pelo seu custo inicial têm sido genericamente considerados anti-econômicos, sendo que os reservatórios são responsáveis pela maior parcela desse investimento. Além disso, uma condição limitante do emprego de SPAAP nos lotes urbanos é a taxa de ocupação. Nesse sentido, este trabalho visa propor um método alternativo para a estimativa do volume a ser reservado em SPAAP obtido com o auxílio de técnicas de otimização, o qual leva em consideração o Valor Presente Líquido do investimento e a área não edificada do lote.

Palavras-chave: sistemas prediais, aproveitamento de água pluvial, dimensionamento de reservatórios, avaliação econômica.

## 1 INTRODUÇÃO

Apesar da grande disponibilidade de recursos hídricos em algumas regiões, problemas de abastecimento têm cercado os grandes centros urbanos no país. Estes problemas decorrem do aumento da população urbana e da ausência de infra-estrutura de saneamento.

A sustentabilidade das cidades passa necessariamente pelo estabelecimento de metas para uma construção civil mais sustentável. Isso se deve ao fato que a indústria da construção civil, responsável por mais de 12% do produto interno bruto nacional, é também uma das atividades que mais impactam o meio-ambiente, tanto no que se refere ao consumo de diferentes insumos (água, energia, madeira, entre outros) quanto às emissões de gases na atmosfera e geração de resíduos (SILVA, 2003).

Além disso, os impactos ambientais verificados durante a fase de construção se estendem para o uso e operação dos edifícios, sendo importante a adoção, desde o início do planejamento do projeto de um empreendimento, de medidas que levem a uma maior sustentabilidade.

A política adotada no passado, privilegiando o aumento da oferta de água sem a devida gestão do uso nas edificações precisa ser modificada, de forma a mitigar os impactos citados. Ações tais como: detecção e conserto de vazamentos, instalação de tecnologias economizadoras, controle de pressões (e vazões), sensibilização dos usuários e setorização da medição para o gerenciamento do consumo, em conjunto com medidas relacionadas com a oferta de fontes alternativas de água devem fazer parte da rotina de elaboração dos projetos dos sistemas prediais.

Nesse sentido, a implantação de sistemas prediais de aproveitamento de água pluvial (SPAAP) têm merecido destaque. Nesses sistemas, a maior parcela dos custos de implantação corresponde aos reservatórios, uma vez que os demais componentes, com exceção do sistema de tratamento, devem ser previstos no sistema de drenagem das águas superficiais. (FENDRICH, SANTOS 2007; CAMPOS *et al* 2007a; GHISI *et al* 2007 ).

Assim, o adequado dimensionamento dos reservatórios pode reduzir os custos iniciais envolvidos e, assim, tornar a sua implantação economicamente viável. Variáveis tais como a precipitação local, a relação entre área de coleta e a demanda são consideradas nos métodos de dimensionamento usualmente empregados para este fim, inclusive os recomendados pela normalização brasileira (ABNT, 2007).

Contudo, a definição do volume de reservação deve levar em consideração, além dos aspectos citados, a qualidade do investimento e da área máxima de ocupação dos lotes, de modo a incrementar a sua utilização para a conservação de água nos edifícios.

Vale destacar que, em geral, a aplicação dos métodos usualmente empregados resulta em grandes volumes de reservação (CAMPOS *et al* , 2007; AMORIM, PEREIRA 2008, GHISI *et al* 2007). Isso se deve ao fato de que alguns desses métodos são indicados para a regularização de vazões e não para a determinação da reservação nos lotes (FENDRICH, SANTOS;2007).

Inserido nesse contexto, o objetivo deste artigo é avaliar volume de água estimado para reservação em um SPAAP por meio da otimização do Valor Presente Líquido (VPL), tendo como fator limitante a taxa de ocupação do lote onde a edificações está (ou estará) situada. Para tanto, foi considerado como objeto de estudo o prédio de salas de aula da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC-UNICAMP).

## 2 METODOLOGIA

O desenvolvimento desse trabalho foi efetuado a partir da realização das seguintes etapas: seleção da edificação para o estudo; levantamento dos métodos usualmente empregados para a determinação da reservação em SPAAP; estimativa da oferta e da demanda de água pluvial na edificação selecionada; estimativa do volume de água pluvial a ser reservado por meio da aplicação dos métodos usualmente empregados para este fim; realização da análise econômica e de sensibilidade dos volumes obtidos

pelos diferentes métodos e aplicação do método de maximização do VPL para os diferentes volume empregados.

## 2.1 Seleção da edificação para o estudo de caso

Para a seleção da edificação objeto de estudo, foi considerado como fator preponderante a localização próxima ao posto de coleta de informações pluviométricas existente no campus Zeferino Vaz da UNICAMP e a disponibilidade de informações, tanto arquitetônicas como de consumo de água.

A parti disso, foi selecionado o conjunto de edifícios de sala de aula da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, composto por três blocos, dois concluídos e um em fase final de construção. Possui uma área total de 1500 m<sup>2</sup>, distribuídos em quatro pavimentos (térreo e três pavimentos tipo). A área total de cobertura para a coleta de água pluvial é 1222 m<sup>2</sup>, com telhas metálicas.

Cada pavimento tipo possui 2 banheiros, um masculino e um feminino, totalizando 6 banheiros. Cada banheiro possui 5 lavatórios e 5 bacias sanitárias com caixa acoplada; além disso, os banheiros masculinos possuem mictório tipo calha. No pavimento térreo há 2 banheiros; o masculino possui 5 bacias sanitárias com caixa acoplada, 5 lavatórios e 4 mictórios individuais; já o banheiro feminino desse pavimento possui 6 lavatórios e 4 bacias sanitárias com caixa acoplada.

A área de jardim que é irrigado é de 30 m<sup>2</sup>. A área de piso lavável é de 1527 m<sup>2</sup>

A população média semanal é de aproximadamente 2405 alunos. Além disso, trabalham no prédio 11 pessoas.

## 2.2 Seleção dos métodos para a estimativa do volume a ser reservado em SPAAP

A seleção dos métodos para a estimativa do volume a ser reservado envolveu o levantamento dos métodos usualmente empregados por pesquisadores nacionais e/ou aqueles constantes na NBR 15527 (ABNT, 2007), quais sejam:

- método de Rippl – dados mensais
- método de Rippl – dados diários
- métodos práticos constantes na NBR 15527/2007 (brasileiro, alemão, australiano e inglês);
- método de Weibull;
- método de simulação (NETUNO).

## 2.3 Estimativa da demanda e da oferta de água pluvial na edificação selecionada

Conforme apresentado no item 2.1, as edificações selecionadas consistem em prédio de sala de aulas. Assim, considerou-se que a água pluvial poderia ser utilizada nas descargas das bacias sanitárias, na irrigação dos jardins e na lavagem de piso, isoladamente ou em conjunto. A partir disso, foram construídos seis cenários diferentes para o uso da água pluvial, os quais são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Cenários de uso da água pluvial

Cenários	Usos Não potáveis previstos
BD	Apenas descarga de bacias sanitárias de duplo acionamento
R	Apenas rega do jardim
L	Apenas lavagem de piso
BD+R	Descarga de bacias sanitárias de duplo acionamento e rega de jardim
BD+L	Descarga de bacias sanitárias de duplo acionamento e lavagem de piso
R+L	Rega de jardim e lavagem de piso
BD+R+L	Descarga de bacias sanitárias de duplo acionamento, rega do jardim e lavagem de piso

Para a estimativa de demanda em cada cenário apresentado na tabela anterior foram consideradas as seguintes hipóteses, conforme levantamento realizado por Mendonça (2008) na edificação em estudo: (a) número de descargas: 0,9/aluno\*dia; (b) lavagem dos pisos: diariamente com o emprego de balde e pano (0,5 L/m<sup>2</sup>) e, semanalmente, com balde e rodo (1 L/m<sup>2</sup>); e (c) rega dos jardins: onde considerou-se 30 m<sup>2</sup> havendo uma duração de 10 min com a vazão de 0,12 l/s.

Por sua vez, para a estimativa da oferta, foram levantados os períodos e frequência de estiagem e a precipitação média diária e mensal.

## **2.4 Determinação do volume de armazenamento e eficiência do sistema.**

A partir dos cenários de uso de água pluvial apresentados na Tabela 1, foi estimado o volume de armazenamento considerando-se os métodos de dimensionamento selecionados e citados no item 2.2.

Além disso, foi determinada a eficiência do volume estimado no atendimento da demanda ao longo do tempo por intermédio de dois métodos: (a) aplicação do programa computacional Netuno (ROCHA, 2009), verificando a porcentagem dos dias que a demanda é atendida completamente e (b) análise do comportamento do volume de água potável no reservatório diariamente nos últimos 30 anos, apresentada em Campos (2004), a qual foi denominada H30.

## **2.5 Análise de sensibilidade dos volumes obtidos com a aplicação dos métodos citados**

A partir dos dados obtidos, foram levantados os custos de implantação e manutenção dos sistemas propostos, considerando-se apenas os valores correspondentes ao reservatório; a vida útil do sistema de 10 e de 20 anos. Vale ressaltar que a vida útil foi considerada nesse trabalho simplificada como o período em que não seria necessária qualquer intervenção, partindo-se da consideração de que a vida útil de um sistema de aproveitamento de água pluvial equivaleria a de um sistema de drenagem convencional.

Para tanto, foram considerados dois tipos diferentes de materiais para o reservatório: concreto e fibra de vidro e períodos sem intervenções diferenciados para cada um deles, quais sejam: para o de concreto, 20 anos e para o fibra de vidro, 10 anos.

Também foram consideradas diferentes taxas de reajuste da tarifa da água potável, estimadas a partir do levantamento dos valores dos reajustes ocorridos desde a implantação do Real até os dias atuais, utilizando-se os valores máximo, médio e mínimo obtidos.

## **2.6 Análise dos dados obtidos e incorporação de dos critérios econômicos e de limitação de ocupação do lote na determinação do volume de reservação**

De posse dos diferentes volumes e respectivos custos envolvidos, foi determinado o Valor Presente Líquido (VPL) para cada um dos cenários em análise.

Além das questões ambientais envolvidas, que indicam o aproveitamento de água de fontes alternativas para usos não potáveis e dos custos envolvidos, aqui representados pelo VPL, a tomada de decisão deve incorporar outros fatores, dentre eles a área disponível no lote para a implantação do reservatório.

A partir dessa consideração, foi desenvolvido um programa computacional que possibilita a determinação do volume ótimo do reservatório tendo como parâmetro de decisão a maximização do VPL e como fator restritivo a taxa de ocupação do lote.

Para tanto, foi empregada a ferramenta de otimização por meio de enxames de partículas, ou *Particle Swarm Optimization* (SPO) em que, a partir do estabelecimento do número de partículas e iterações, são “varridas” as opções desejadas, obtendo o valor ótimo para a função descrita. Neste caso em específico, utilizou-se a maximização do VPL para os diversos volumes, em função do comportamento do algoritmo YAF (*Yield After Spilling*), conforme modelo apresentado em Liaw; Tsai (2004).

Além de maximizar esta função, o programa usa como limite a taxa de ocupação do lote, estabelecendo-se uma altura máxima de reservatório e a porcentagem de ocupação horizontal do lote. Para fins dessa análise considerou-se que todo o volume de água pluvial será armazenado no reservatório inferior.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Estimativa da demanda de água pluvial

A partir dos cenários descritos na Tabela 1 e das hipóteses apresentadas, foi estimada a demanda de água pluvial considerando-se o mês de fevereiro como referência. Para os meses de 31 dias foi adotado um fator de correção igual a 1,107143 e, para os meses de 30 dias, 1,071429. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2** Demanda de água pluvial da edificação selecionada para os diferentes cenários

Cenário	Volume (em m <sup>3</sup> )		
	Fevereiro	Meses com 31 dias	Meses com 30 dias
BD	36,80	40,75	38,43
R	0,86	0,96	0,93
L	21,38	23,52	22,87
BD+R	37,66	41,70	39,36
BD+L	58,18	62,26	61,30
L+R	22,24	24,47	23,80
BD+R+L	59,04	65,22	62,23

#### 3.2 Estimativa do volume de reservação

Os resultados obtidos com a aplicação dos métodos citados, as informações do projeto arquitetônico e os cenários de demanda apresentados na Tabela 2, foram determinados os volumes de reservação, cujos resultados são apresentados na Tabela 3. Os valores nulos constantes na referida tabela representam os reservatórios que não necessitam de reserva extra, sendo necessária apenas o armazenamento de um volume equivalente à demanda diária.

**Tabela 3** Volumes de reservação determinados pelos métodos de dimensionamento selecionados.

Cenário	Rippl - mensal	Rippl - Diário	Prático Brasileiro	Prático Inglês	Prático Alemão	Prático Australiano	Weibull	Netuno
BD	6,58	13,95	256,28	91,34	28,54	6,00	61,95	8,50
R	0,00	0,03			0,68	0,00	1,36	0,70
L	0,00	2,44			16,65	0,00	35,07	7,00
BD+R	8,48	13,35			29,22	8,00	61,61	8,50
BD+L	54,40	58,95			45,2	31,00	95,3	15,00
R+L	0,00	2,71			17,32	0,00	36,53	10,00
BD+R+L	61,25	70,08			45,87	32,00	96,72	16,00

A eficiência do sistema, determinada por meio da porcentagem de tempo exista fornecimento de água pluvial para uso nas atividades definidas, considerando-se o comportamento das chuvas nos últimos 30 anos (H30) e também aquela obtida por intermédio do programa computacional Netuno (Net) para as mesmas situações de projeto é apresentada na Tabela 4.

**Tabela 4** Eficiência do sistema determinada a partir do histórico de chuvas dos últimos 30 anos (H30) e pelo programa Netuno (Net)

Cenário	Eficiência do sistema (Porcentagem)															
	Rippl mensal		Rippl Diário		Prático Brasileiro		Prático Inglês		Prático Alemão		Prático Australiano		Weibull		Netuno	
	H30	Net	H30	Net	H30	Net	H30	Net	H30	Net	H30	Net	H30	Net	H30	Net
BD	48	53	64	64	100	100	98	98	74	85	45	53	90	94	51	63
R	28	26	29	26	100	100	100	100	93	92	28	26	98	98	93	92
L	21	25	49	48	100	100	100	100	84	89	21	25	95	96	68	75
BD+R	54	63	62	72	100	100	97	98	74	86	49	59	89	94	51	63
BD+L	69	83	71	84	100	100	78	90	63	81	56	76	80	90	44	62
R+L	21	25	49	48	100	100	100	100	85	89	21	25	95	6	75	80
BD+R+L	68	84	71	86	100	100	78	89	63	81	56	76	80	90	43	63

Verifica-se que os valores obtidos para a eficiência a partir da simulação dos últimos 30 anos são similares aos fornecidos pelo programa Netuno. O volume estimado pelos métodos práticos brasileiro e inglês apresentam eficiências elevadas devido ao tamanho do reservatório.

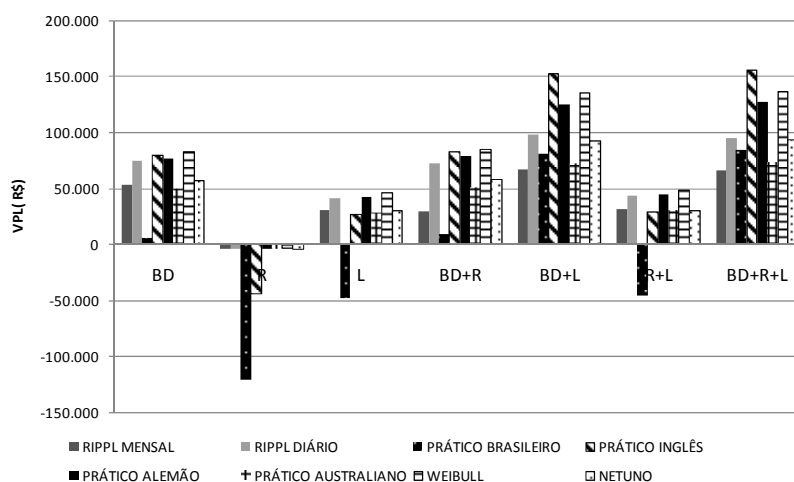
Os resultados obtidos com a aplicação do Método de Weibull apresentaram-se como sendo os mais adequados para as situações em estudo, pois as eficiências são as mais altas para menores volumes. Contudo, a crítica que se faz a esse método é que, já que o mesmo não considera a área de captação, os volumes calculados são determinados em função de uma situação ideal e não da situação real da edificação.

### 3.3 Avaliação econômica e análise de sensibilidade.

Os resultados obtidos com as simulações realizadas são apresentados na sequência, para duas das taxas de reajuste consideradas: valor médio e máximo ocorridos no período histórico investigado.

#### a. Valor médio da taxa de reajuste (10,88%)

Os resultados obtidos são apresentados nas Figuras 1 (reservatório de concreto) e 2 (reservatório de fibra de vidro). Verifica-se que independentemente do volume analisado, os valores de VPL dos reservatórios que atenderiam apenas a rega de jardim não justificam o investimento com o SPAAP. Além disso, verifica-se que os reservatórios de concreto tendem a apresentar um maior VPL do que os de fibra de vidro.



**Figura 1** VPL dos reservatórios de concreto determinados pelos diferentes métodos – taxa de reajuste da tarifa de água de 10,88%.

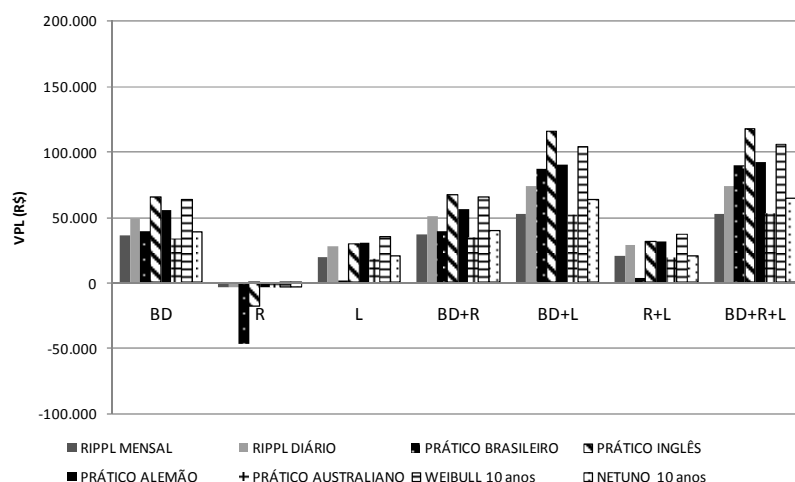


Figura 2 VPL dos reservatórios de fibra de vidro determinados pelos diferentes métodos – taxa de reajuste da tarifa de água de 10,88%.

b. Valor máximo da taxa de reajuste (19,63%)

Os resultados obtidos são apresentados nas Figuras 3 e 4, respectivamente para reservatório de concreto e de fibra de vidro.

Para esta faixa de reajuste da tarifa, o reservatório dimensionado pelo método prático inglês apresenta o maior VPL em todos os cenários em que está prevista a alimentação das bacias sanitárias. No cenário que considera apenas a lavagem de pisos ou a lavagem e a rega de jardins, o reservatório dimensionado pelo método de Weibull continua sendo o que apresenta maior VPL.

O cenário que considera apenas a rega contínua inviável, principalmente quando o reservatório é dimensionado com os métodos práticos brasileiro e inglês. Os reservatórios dimensionados pelos outros métodos apresentam, para este cenário, valores de VPL que tendem a zero.

Observa-se, mais uma vez, que os reservatórios de concreto apresentam maiores valores de VPL, em média, que os de fibra de vidro, mesmo sendo o seu custo inferior ao de concreto.

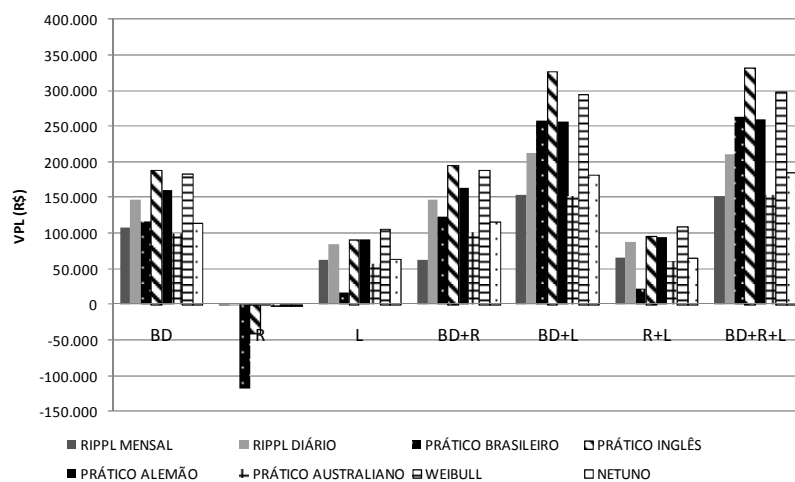
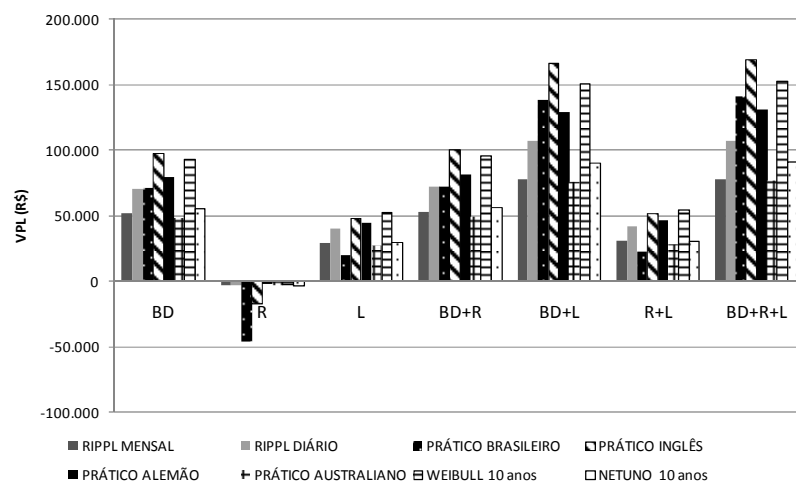


Figura 3 VPL dos reservatórios de concreto determinados pelos diferentes métodos – taxa de reajuste da tarifa de água de 19,63%.



**Figura 4** VPL dos reservatórios de fibra de vidro determinados pelos diferentes métodos – taxa de reajuste da tarifa de água de 19,63%.

Ao se utilizar um volume de reservação que acarrete um maior VPL, pretende-se alcançar os maiores benefícios econômicos ao sistema implantado. Porém, a área do lote disponível para a implantação do reservatório se constitui em um fator restritivo e limitante para o volume a ser determinado.

Assim, foram propostas funções de maximização e desenvolvido um programa de simulação, os quais fazem parte de uma tese de doutorado em fase final de elaboração. A interface do programa desenvolvido especialmente para este fim, denominado *Rain Toolbox* é ilustrada na Figura 5.

**Figura 5** – Interface gráfica do programa *Rain Toolbox*

Os resultados da simulação para os diferentes cenários em estudo se encontram na Tabela 6. Conforme destacado anteriormente, foi considerado que todo o volume será armazenado no reservatório inferior.



**Tabela 6** Volumes de reservação e VPL calculados com o programa Rain Toolbox

Cenário	reservatório de concreto		reservatório de fibra de vidro	
	Volume (m <sup>3</sup> )	VPL (R\$)	Volume (m <sup>3</sup> )	VPL (R\$)
BD	161,24	371.203,32	160,25	92.687,25
L	1,00	9.984,44	1,00	-2.068,41
R	83,66	137.145,81	73,02	31.274,91
BD+L	170,28	390.618,30	169,80	97.780,01
BD+R	298,24	828.736,23	295,38	212.704,01
L+R	92,55	149.856,65	75,62	34.611,11
BD+L+R	303,39	848.615,97	303,32	217.920,07

Os valores encontrados são relativamente altos quando comparados com os outros volumes determinados pelos demais métodos empregados, principalmente nos cenários de maiores demandas (BD+R e BD+R+L). Porém, estão dentro de um limite de 10% de ocupação do lote e maximizam os valores de VPL. A utilização destes valores é que trará os melhores resultados econômicos.

Ainda em fase inicial de teste, muito mais importante do que os resultados encontrados, seria a incorporação destes requisitos como ferramentas de auxílio a tomada de decisão, sem que seja necessário a criação de diversos cenários, tornando mais rápido a compilação de todas estas informações.

Por outro lado, como o volume do reservatório é limitado por uma taxa de ocupação do lote, o emprego do método em questão propicia a adoção de um volume compatível com a edificação existente.

O estudo mais aprofundado da aplicação do programa desenvolvido será efetuado na sequência, considerando-se inclusive a sua aplicação em outras tipologias de edificações e regiões do país.

#### 4 CONCLUSÕES

A estimativa do volume a ser reservado em um sistema de aproveitamento de água pluvial depende de diversos fatores. O “volume ótimo” deve ser determinado não somente a partir do quanto quer economizar de água potável, mas também de quanto se deseja investir e se quer de retorno, entre outras questões, o que torna esta definição um processo complexo.

Com este trabalho, propõe-se uma nova forma de determinação do volume através da maximização do VPL. Considera-se que para incentivar a disseminação do sistema predial de aproveitamento de água pluvial deve-se garantir a sua viabilidade econômica, certificando a qualidade do investimento a ser efetuado.

Ao se utilizar os métodos “tradicionais”, a seleção se baseia em uma série de informações que podem tornar mais complexo o processo de tomada de decisão. A partir da técnica proposta, essas obtenções são compiladas e obtidas diretamente.

O programa computacional desenvolvido, embora ainda em fase inicial de teste, se mostrou compatível para o que se almeja realizar. Algumas simulações com tipologias e em regiões diferentes estão sendo desenvolvidas.

#### REFERÊNCIAS

AMORIM, S. V. ; PEREIRA, D.J.A. . Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial.. **Ambiente Construído** (São Paulo), v. 08, p. 53/2-66, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS.**NBR 15527**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.. Rio de Janeiro,

set. 2007

CAMPOS, MARCUS ANDRÉ SIQUEIRA; ILHA, MARINA SANGOI DE OLIVEIRA; NOUR, EDSON APARECIDO ABDUL; FRANÇA, VALÉRIO HENRIQUE; ALVIM, CARLOS ROBERTO. Sistemas de aproveitamento de água pluvial: aspectos qualitativos e quantitativos *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS*, 10., 2007, São Carlos. **Anais eletrônicos**. São Carlos, 2007.

FENDRICH, R.; SANTOS, D. C.. DISCUTINDO A LEI 10.785 - PURAE: PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO E USO RACIONAL DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES DO MUNICÍPIO DE CURITIBA *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS*, 10., 2007, São Carlos. **Anais eletrônicos**. São Carlos, 2007.

GHISI, E.; BRESSAN, D. L.; MARTINI, M. Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil **Building and Environments**, v. 42, p. 1654-1666, 2007 2007. <http://www.elsevier.com/locate/buildenv>. Acesso em: 20 janeiro 2007.

LIAW, CHAO-HSIEN; TSAI, YAO-LUNG. Optimum Storage Volume of rooftop rain water harvesting systems for domestic use **Journal of the American Water Resources Association**, Estados Unidos, v. 40, n. 4, p. 901-912, 2004 2004.

Mendonça, Douglas Portugal. **Projeto de sistema de aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis no edifício da FEC-UNICAMP**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Campinas. Circulação restrita.

ROCHA, VINICIUS LUIS. **Validação do algoritmo do programa Netuno para avaliação do potencial de economia de água potável e dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edificações**. Florianópolis, 2009. 166 f. dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.

SILVA, VANESSA GOMES. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica** São Paulo, 2003. 210 f. tese de doutorado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores gostariam de agradecer ao Engenheiro de Computação Hugo Serrano Barbosa Filho, pelo auxílio na elaboração do programa computacional.