



## Dimensionamento de reservatórios para armazenamento de água pluvial: Estudo de caso no município de Bento Gonçalves (RS)

FAVRETTO, C. R.<sup>1</sup>; CASTRO, A.S.<sup>2</sup>; QUADRO, M. S.<sup>3</sup>; LEANDRO, D.<sup>4</sup>; DAMÉ, R. C.<sup>5</sup>

1 Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária- Centro de Engenharias -Universidade Federal de Pelotas, UFPel/ Pelotas - carlianafav@gmail.com

2 Professora Adjunto - Centro de Engenharias - Universidade Federal de Pelotas,UFPel/Pelotas- RS, andreascastro@gmail.com

3 Professor Adjunto - Centro de Engenharias - Universidade Federal de Pelotas, UFPel/Pelotas- RS,mausq@hotmail.com

4 Professora Adjunto - Centro de Engenharias - Universidade Federal de Pelotas, UFPel/Pelotas- RS, diuliana\_l@hotmail.com

5 Professora Adjunto - Centro de Engenharias - Universidade Federal de Pelotas, UFPel/Pelotas- RS, ritah2o@hotmail.com

### Palavras-chave -

aproveitamento de água,  
captação de água de chuva,  
lavagem de veículos

### Resumo

O presente trabalho avalia o dimensionamento de reservatório de água da chuva através da aplicação de diferentes métodos disponíveis na NBR 15527:2007: Método de Rippl, Análise de Simulação e Métodos Práticos Brasileiro, Alemão, Inglês e Australiano, para uma empresa de transporte urbano do município de Bento Gonçalves (RS) que utiliza esta água para a lavagem de seus veículos. A captação é realizada por meio dos telhados da empresa, a demanda mensal é de 337,50 m<sup>3</sup> e os dados de precipitação do município compreendem um período de 13 anos. A aplicação dos métodos apresenta grandes variações de volumes para os reservatórios, sendo que as perdas de água por extravasamento resultam em aproximadamente 15% para todo o período analisado e a eficiência do sistema não ultrapassa 57%, uma vez que a mesma é dependente do tamanho da área de captação. A escolha do melhor volume varia de acordo com os interesses do empreendimento (uso, espaço disponível, poder de investimento, etc.). Contudo é possível afirmar que a aplicação do sistema promove redução do consumo de água potável para usos mais nobres e por consequência uma otimização gastos com abastecimento de água fornecida pela CORSAN.

## Rainwater tank design methods in the Bento Gonçalves city

### Key words - water

management, rainfall  
harvesting, vehicle washing

### Abstract

This study aims to evaluate the rainwater tank design through the application of different methods available in NBR 15527: 2007: Rippl Method, Simulation Analysis and Practical Methods (Brazilian, German, English and Australian) for an urban transportation company in Bento Gonçalves (RS) that uses rainwater to wash their vehicles. The water harvesting happens through the company's roofs, the monthly demand is 337.50 cubic meters and the city's rainfall data comprise a 13-year period. The methods applied showed large volume variations for the tanks, the overflow losses resulted in approximately 15% for the study period and the system efficiency, related with the size of the water harvesting area, did not exceed 57%. Choosing the best volume varies with the construction characteristics (usage, space available, investment strength, etc.). Therefore, it is clear that the system's construction reduces potable water consumption and the amount spent with water supply.

## INTRODUÇÃO

A água é um fator determinante para a existência da vida e essencial para o crescimento e desenvolvimento de todas as espécies, assim como garantir do equilíbrio ambiental das nações. (OLIVEIRA, Lúcia et al., 1999; FUNASA, 2010).

De acordo com os dados do Ministério do Meio Ambiente, o Brasil, apesar de ser um dos países com maior disponibilidade de água, tem sofrido frequentemente problemas de escassez, principalmente na região nordeste e nas grandes metrópoles, sejam elas por meio de ocorrência da indisponibilidade natural, desperdício ou poluição.

Dixon et al., (1999), comenta que a sustentabilidade urbana só será obtida quando a sociedade se conscientizar e praticar o uso eficiente e apropriado para a água.

Uma alternativa viável para reduzir a incidência de escassez de água, em muitas regiões, é realizar a captação e armazenamento de água pluvial para a utilização nas edificações (HELMREICH; HORN, 2009). Este sistema é relevante para o caso do uso de água em atividades industriais, uma vez que as indústrias apresentam condições que favorecem a implantação de sistemas para aproveitamento de águas pluviais, ou seja, processos com elevado consumo de água e grandes áreas de cobertura para captação (MIERZWA et al., 2007).

Cohim et al., (2007) demonstram que a captação de águas pluviais pode ser considerada uma fonte alternativa na redução da demanda do sistema público de abastecimento. Além disso, pode contribuir para a minimização do problema de escassez de água, combate às inundações ocasionadas pela má drenagem nas grandes cidades, promover benefícios por meio da redução no consumo de água potável e por conseguinte, uma economia com os gastos ocasionados pelas taxas mensais de abastecimento.

De acordo com Resende e Pizzo (2007), além da economia oriunda do aproveitamento, obtém-se economia de água para usos nobres, ou seja, este recurso é preservado para o consumo humano.

Amorim e Pereira (2008), descrevem o sistema de captação de água de chuva formado, basicamente, pela área de captação, pelas calhas, canos e reservatório.

De acordo com Ghisi (2010), o dimensionamento do reservatório de água pluvial deve ser específico para cada situação, baseado em condições de precipitação local, área disponível para captação e instalação, investimento, etc. Este dimensionamento determinará o sucesso ou o fracasso da aplicação e funcionamento do sistema. Segundo Martinson e Thomas (2005), o reservatório de água pluvial representa a maior parte do investimento necessário, desta forma, o mesmo apresenta-se como o principal componente do sistema, pois determinará a viabilidade técnico - econômica da implantação.

A precipitação que ocorre na região nem sempre será suficiente para atender a demanda exigida, da mesma forma que nem sempre será possível armazenar toda a chuva que é precipitada por questões econômicas e também de espaço. Por esse motivo, o dimensionamento do reservatório deve compatibilizar a produção e a demanda solicitada.

Á área para a captação da água pode se dar por meio de telhados, pátios e outras áreas impermeáveis, e estará diretamente ligada à quantidade de água captada e com o tipo de material que as áreas de captação são feitas, uma vez que influenciará nas perdas por evaporação, absorção e limpeza.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o dimensionamento de um reservatório de água pluvial, através da aplicação de diferentes métodos disponíveis na literatura, a fim de verificar o mais adequado para uma empresa que utiliza a água para lavagem de veículos localizada no município de Bento Gonçalves (RS).

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no município de Bento Gonçalves (RS), em uma empresa de transporte urbano que tem por finalidade utilizar a água da chuva somente para a lavagem de seus veículos.

O empreendimento já possui as instalações necessárias para o funcionamento do sistema de captação de água de chuva, o qual capta a água através dos telhados da empresa por uma área total de 2487,36 m<sup>2</sup>. Os telhados estão interligados aos reservatórios por meio de tubulações. Existem dois tipos de filtros que realizam a filtragem dos sólidos

presentes. O primeiro filtro está localizado na entrada das tubulações o qual realiza o peneiramento dos sólidos com maiores dimensões presentes na água. O segundo filtro está localizado na entrada do reservatório e realiza a filtragem das impurezas que possuem menores dimensões. Desta forma, o propósito do estudo é verificar qual o melhor volume para o dimensionamento do reservatório de armazenamento da água pluvial utilizada pela empresa. O sistema não conta com o descarte first flush (primeiros milímetros de chuva) e adição de produtos químicos.

Para executar a lavagem em um ônibus, a empresa utiliza uma máquina de lavagem veicular, onde são gastos em média 375 L de água. Durante um dia de serviço, são lavados cerca de 30 veículos, de uma frota que contempla 67 ônibus.

A quantidade de água necessária para lavar 30 veículos por dia é de  $11,25 \text{ m}^3 \cdot \text{dia}^{-1}$ , durante o mês (30 dias) são gastos  $337,50 \text{ m}^3 \cdot \text{mês}^{-1}$ , da mesma forma são gastos durante um ano de serviço  $4.050 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$  de água. Considerando que o setor de lavagem da empresa trabalhe todos os dias da semana.

Os dados de precipitação mensal do município de Bento Gonçalves foram disponibilizados pela Embrapa Uva e Vinho, localizada no mesmo município através das coordenadas  $29^{\circ}9'47.27''\text{S}$  e  $51^{\circ}31'52.67''\text{O}$ , num período de 13 anos (2001 a 2013) (EMBRAPA UVA E VINHO, 2015).

Segundo Amorim e Pereira (2008), o período de coleta de dados pluviométricos é importante para a precisão do dimensionamento do reservatório, uma vez que quanto maior o período de dados, mais eficiente será o dimensionamento.

A Tabela 1 apresenta os dados pluviométricos médios mensais e médios anuais do município, durante o período de 2001 à 2013.

Tabela 1: Média anual e média mensal de precipitação no Município de Bento Gonçalves

Ano	Média Anual (mm)	Mês	Média Mensal (mm)
2001	156,88	Janeiro	145,0
2002	198,38	Fevereiro	138,3
2003	160,83	Março	137,3
2004	116,64	Abril	121,8
2005	144,41	Mai	128,7

2006	112,80	Junho	127,4
2007	163,20	Julho	192,9
2008	125,81	Agosto	145,7
2009	187,59	Setembro	190,9
2010	140,00	Outubro	177,3
2011	164,44	Novembro	147,4
2012	116,74	Dezembro	147,9
2013	163,84	-	-

Para a aplicação e avaliação do dimensionamento do reservatório, foram utilizados métodos disponíveis na norma brasileira NBR 15527 (ABNT, 2007): Método de Rippl (analítico), Método de Análise de Simulação, Método Prático Brasileiro (ou Método Azevedo Neto), Método Prático Alemão, Método Prático Inglês e Método Prático Australiano.

### Método de Rippl

A metodologia é baseada nas séries históricas de chuva diárias ou mensais, na área de captação e na demanda solicitada. O somatório do volume de chuva e da demanda no mesmo período determinará o excesso ou a falta de água disponível no reservatório. Por meio dos volumes acumulados, verifica-se o volume máximo atingido o qual deverá ser considerado para o dimensionamento do reservatório, conforme pode ser observado através das Eqs. 1, 2 e 3.

$$Q(t) = P(t) * A * C \quad (1)$$

Sendo que:

$Q_{(t)}$  - Volume de chuva captada no tempo t ( $\text{m}^3$ );

$P_{(t)}$  - Precipitação no tempo t (mm);

A - Área de captação ( $\text{m}^2$ );

C - Coeficiente de escoamento superficial (adimensional).

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad (2)$$

Sendo que:

$S_{(t)}$  - Volume de água no reservatório no tempo t ( $\text{m}^3$ );

$Q_{(t)}$  - Volume de chuva captada no tempo t ( $\text{m}^3$ );

$D_{(t)}$  - Demanda ou consumo no tempo t ( $\text{m}^3$ ).

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

Segundo Tomaz (2005) adota o Coeficiente de Runoff para telhados metálicos é igual a 0,80, sendo

que a perda resultante é de 20% de toda a água precipitada.

### Método de Análise de simulação

Este método consiste na avaliação do balanço hídrico calculado através das Eqs. 4 e 5. Segundo Tomaz (2005), para efetuar esses cálculos, é necessário admitir que os dados históricos disponíveis são representativos para condições futuras.

De acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2007), para a aplicação deste método, a evaporação da água não deve ser levada em conta.

É aconselhável a utilização de um software de planilhas eletrônicas para aplicação deste método, o qual pode ser calculado pelas Eqs. 4 e 5.

$$Q(t) = P(t) * A * C \quad (4)$$

Sendo que:

$Q_{(t)}$  - Volume de chuva captada no tempo  $t$  ( $m^3$ );

$P_{(t)}$  - Precipitação no tempo  $t$  (mm);

$A$  - Área de captação ( $m^2$ );

$C$  - Coeficiente de escoamento superficial (adimensional).

No início da simulação, adotam-se valores possíveis para o volume do reservatório, baseando-se no consumo de água não potável necessária para atender a demanda exigida, sendo que na primeira média anual analisada, considera-se que o reservatório esteja cheio, representado por zero.

$$S(t) = S(t-1) + Q(t) - D(t) \quad (5)$$

Sendo que:

$S_{(t)}$  - Volume de água no reservatório no tempo  $t$  ( $m^3$ );

$S_{(t-1)}$  - Volume de água no reservatório no tempo  $t-1$ ;

$Q_{(t)}$  - Volume de chuva captada no tempo  $t$  ( $m^3$ );

$D_{(t)}$  - Demanda ou consumo no tempo  $t$  ( $m^3$ ).

Quando o resultado do balanço hídrico do reservatório for negativo, isto é, a quantidade de água captada for menor do que a demanda solicitada, significa que o mesmo necessita de suprimento de água de fonte externa para continuar atendendo a demanda. Nesse caso para definir-se o volume do reservatório deve-se levar em consideração a proporção da água extravasada do sistema, a quantidade de água proveniente do

abastecimento externo e a eficiência total do sistema representada pela Eq. 6.

$$\text{Eficiência} = \frac{N}{N.r} \quad (6)$$

Sendo que:

$N$  - N° de meses em que o reservatório consegue atender a demanda;

$N.r$  - N° total de meses do período analisado.

A eficiência pode resultar em um valor muito baixo, neste caso adota-se outro valor de volume para o reservatório de modo que o método deve ser refeito, até que se satisfaça os interesses (melhor custo benefício).

### Método Prático Brasileiro

Este método também é conhecido como Método Azevedo Neto. A metodologia é prática e é aplicada por meio da média anual precipitada e a quantidade de meses com incidência de pouca chuva na região, conforme Eq. 7.

Para este trabalho, adotou-se meses de seca (sem ocorrência de chuva) e meses em que a precipitação foi inferior a 100 mm.

$$V = 0,0042 * P * A * T \quad (7)$$

Sendo que:

$V$  - Volume do reservatório ( $m^3$ );

$P$  - Precipitação média anual (mm);

$T$  - N° de meses de pouca chuva ou seca durante o ano;

$A$  - Área de captação ( $m^2$ ).

### Método Prático Alemão

Conforme descrito pela NBR 11527 (ABNT, 2007), é um método empírico, onde se aplica o menor valor do volume do reservatório: 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação captada Eq. 8.

$$V_{\text{adotado}} = \min(V_c ; D) * 0,06 \quad (8)$$

Sendo que:

$V_{\text{adotado}}$  - Volume do reservatório ( $m^3$ );

$V_c$  - Volume anual de água pluvial captada ( $m^3$ );

$D$  - Demanda anual de água não potável ( $m^3$ ).

### Método Prático Inglês

O conceito deste método baseia-se no volume ideal para o reservatório de 5% da precipitação média anual aproveitada pela área de captação, sendo que a demanda é desprezada. O volume do reservatório a ser utilizado é o maior valor resultante e pode ser calculado pela Eq. 9.

$$V = 0,05 * P * A \quad (9)$$

Sendo que:

$V$  - Volume do reservatório ( $m^3$ );

$P$  - Precipitação média anual (mm);

$A$  - Área de captação ( $m^2$ ).

### Método Prático Australiano

A aplicação deste método depende basicamente da média mensal de precipitação, área de captação e a demanda exigida, conforme Eq. 10.

$$Q = A * C * (P - I) \quad (10)$$

Sendo que:

$Q$  - Volume mensal produzido pela chuva ( $m^3$ );

$A$  - Área de captação ( $m^2$ );

$C$  - Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

$P$  - Precipitação média mensal (mm);

$I$  - Perdas (primeira chuva, evaporação, etc.) (mm).

Segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007), o cálculo do volume do reservatório é realizado por tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e volume, através das Eqs. 11, 12 e 13.

$$V(t) = V(t-1) + Q(t) - D(t) \quad (11)$$

Sendo que:

$V_{(t)}$  - Volume de água que está no reservatório no final do mês  $t$  ( $m^3$ );

$V_{(t-1)}$  - Volume de água que está no tanque no início do mês ( $m^3$ );

$Q_{(t)}$  - Volume mensal produzido pela chuva no mês  $t$ ;

$D_{(t)}$  - Demanda mensal ( $m^3$ ).

Para esta Eq. 2, deve ser considerado que o primeiro mês o reservatório esteja vazio.

Quando  $V(t-1) + Q(t) - D(t) < 0$  então o  $V_{(t)} = 0$

O volume do tanque escolhido será  $T$ .

A aplicação deste método exige que seja calculado a confiança, conforme segue a Eq. 12.

$$Pr = 1 + \frac{N}{N.r} \quad (12)$$

Sendo que:

$Pr$  - Falha;

$N_r$  - N° de meses em que o reservatório não atendeu à demanda ( $V_{(t)} = 0$ );

$N$  - N° de meses considerados (12 meses).

$$\text{Confiança} = (1 - Pr) \quad (13)$$

O método recomenda que os valores de confiança estejam entre 90% e 99%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após aplicar-se cada método apresentam-se os resultados dos volumes necessários na Tabela 2, considerando-se as mesmas condições de área, demanda e precipitação (anual e/ou mensal).

Tabela 2: Volume para os reservatórios através da aplicação dos métodos de dimensionamento.

Métodos	Volume Máximo ( $m^3$ )	Volume Médio ( $m^3$ )	Volume Mínimo ( $m^3$ )
Rippl	467,2	324,1	49
Prático Brasileiro	92	59,8	17,10
Prático Alemão	243	215	161,6
Prático Inglês	24,7	18,5	14

De acordo com Carvalho, Oliveira e Moruzzi (2007), o Método de Análise e Simulação pode ser utilizado em combinação com outros métodos de dimensionamento, permitindo melhor precisão na definição do volume mais adequado, devido a

Tabela 3: Aplicação do Método de Simulação e Método Prático Australiano em volumes pré-definidos de reservatórios.

Método	Volume Fixo do Reservatório (m <sup>3</sup> )	Média Overflow (m <sup>3</sup> .mês <sub>-1</sub> )	Média Suprimento Externo (m <sup>3</sup> .mês <sub>-1</sub> )	Perda de Água Total (%)	Eficiência (%)
Método de Análise e Simulação	21	44,2	83,2	14,8	38%
	30	38,5	81,3	14,2	39%
	50	38,7	77,7	12,9	42%
	75	34,7	73,8	11,6	42%
	100	31,3	70,6	10,5	45%
	150	26,3	65,9	8,8	48%
	200	22,7	62,6	7,6	49%
	250	19,9	61,1	6,6	53%
	375	16,9	55,6	4,9	56%
	468	12,2	53,8	4	57%
Método Prático Australiano	21	3,4	5,7	1,15	38%
	25	3,3	5,6	1,12	38%
	50	2,7	4,9	0,9	40%
	75	2	4,3	0,7	41%
	100	1,4	3,7	0,5	44%
	150	0,5	3	0,2	47%
	200	0,2	2,6	0,1	47%
	250	0	2,5	0	51%
	375	0	2,5	0	54%
	468	0	2,5	0	54%

Os resultados demonstram que embora existam significativas diferenças entre os volumes obtidos para os reservatórios. Desta forma, para a aplicação dos métodos de Simulação e o Método Prático Australiano, foram realizadas simulações de acordo com os volumes resultantes a partir da aplicação dos métodos descritos na Tabela 2. As simulações foram realizadas pelos dados de precipitação mensal do período analisado.

A Tabela 3 apresenta os resultados para cada volume de reservatório, o volume de água que é extravasado (overflow), a quantidade de água necessária para completar a demanda exigida para a lavagem dos veículos, o percentual de perda de água pelo sistema e a eficiência de cada volume de reservatório fixado para a análise.

reservatórios de água da chuva, a escolha do tamanho mais adequado para o empreendimento deve ser analisada considerando-se as condições meteorológicas do local adicionadas aos interesses e finalidades. Analisando-se de acordo com a precipitação, regiões

onde as chuvas são abundantes, os métodos práticos brasileiro e inglês, por exemplo, são mais apropriados pois dimensionam volumes menores para os reservatórios. Já nos locais onde as chuvas são escassas, os métodos de Rippl e o de Análise e Simulação são mais aconselháveis, pois dimensionam os reservatórios para períodos de estiagem, onde pode-se armazenar um maior volume de água.

Segundo Campos et al. (2007), o método de Rippl é utilizado frequentemente para o cálculo de volume de reservatório devido a sua fácil aplicação. Por outro lado, existem críticas sobre sua utilização, principalmente por ter sido desenvolvido para grandes reservatórios, o que resulta em uma superestimativa do volume dimensionado.

De acordo com Amorim e Pereira (2008), os métodos práticos, por apresentarem fácil aplicação e menos complexidade, são indicados para serem utilizados em reservatórios destinados a residências unifamiliares ou em pequenos estabelecimentos,

enquanto os métodos mais complexos (Rippl, Análise e Simulação, etc.) são indicados para projetos que prevejam maiores armazenamentos de água, como indústrias por exemplo.

Na aplicação do método da Simulação também é possível manipular a análise para o dimensionamento do reservatório sem definir e fixar seu volume, através das Eqs. 4, 5 e 6. Desta forma, aplicando os dados de precipitação, área para captação e demanda, o volume do reservatório será o maior valor negativo, sendo este de 290 m<sup>3</sup> com a necessidade de 6504,5 m<sup>3</sup> por ano de água do abastecimento externo para completar a demanda exigida, totalizando 65% de eficiência.

De acordo com Carvalho, Oliveira e Moruzzi (2007), a simulação do volume de água pluvial remanescente no reservatório para diferentes volumes fixados é um importante fator de verificação aos resultados obtidos através da aplicação dos diferentes métodos.

Diante disso e analisando a Tabela 3, é possível observar que a variável eficiência nem sempre será um fator determinante para a escolha do reservatório, uma vez que a diferença de percentual entre os volumes adotados e aplicados é insignificante como, por exemplo, a comparação entre os volumes de 100 m<sup>3</sup> e 75 m<sup>3</sup>. A diferença de eficiência é de 3%, entretanto, quando analisados os volumes de água para complementar a demanda, a diferença entre ambos é de aproximadamente 3400 litros por mês a mais para a segunda opção, sendo que estes fatores de necessidade de suprimento e condições espaciais são determinantes para a escolha do volume de reservatório mais adequado para cada situação.

O percentual de perda é representado pelo overflow do sistema durante todo o período analisado, sendo que menos de 15% de água foi perdida pelo sistema, de todos os volumes simulados.

Também é possível verificar que a capacidade do reservatório e o tamanho da área de captação são os fatores que podem variar na aplicação dos métodos de dimensionamento de reservatórios. Há visto que, para uma mesma demanda, a área de captação tem uma relação inversamente proporcional ao volume final obtido, ou seja, quanto maior a área de captação, menor será o volume final do reservatório (AMORIM

E PEREIRA, 2008).

Por meio dos resultados dos volumes dos reservatórios *versus* a eficiência de reservação, é possível observar que a adoção de grandes reservatórios nem sempre será o mais aconselhável e aplicável, devido a disponibilidade de espaço necessário para a instalação e também em virtude do tamanho do telhado disponível.

Devido a disponibilidade e utilização de dados mensais de precipitação no município, não foi possível verificar de forma mais aproximada o volume referente às perdas resultantes do sistema “*first flush*” através da aplicação do Método Australiano, uma vez que este método desconsidera a ocorrência dos dois primeiros milímetros de chuva diários. Logo, este método contém uma margem de erro que não é possível ser mensurada.

É importante salientar que o aproveitamento da água da chuva deve ser utilizado como uma fonte alternativa para a demanda de água não potável pela empresa, não devendo substituir o sistema de abastecimento público, pois em momentos em que o não atendimento da demanda ocorrer, pode-se fazer uso do sistema convencional de abastecimento.

## CONCLUSÃO

Para este empreendimento não foi realizado a verificação econômica decorrente dos custos com a implantação do sistema de aproveitamento da água da chuva, contudo é possível verificar que no aspecto ambiental, através da contribuição na redução do déficit hídrico e no aspecto financeiro, causado pelo menor consumo de água potável fornecida pela rede pública, este sistema apresenta-se como uma ótima solução.

A aplicação dos métodos de dimensionamento proporcionaram resultados discrepantes, devido a variação dos fatores que são utilizados em cada um. Contudo, quando estes volumes são analisados individualmente, e aplicados nos métodos de Análise e Simulação e Prático Australiano, os quais possibilitam a verificação do balanço hídrico mensal no interior dos mesmos, estes volumes tornam-se mais confiáveis para a tomada de decisão quando da sua aplicação em projetos.

A escolha do volume do reservatório mais adequado para o empreendimento varia conforme as necessidades de aproveitamento da água da chuva, interesses de utilização, espaço físico disponível e investimento que deseja-se aplicar para o desenvolvimento do projeto.

Entretanto, observando o balanço hídrico no interior dos reservatórios recomenda-se a instalação de um reservatório de 75 m<sup>3</sup>, tendo a necessidade de reposição de aproximadamente 73.800 litros de água por mês para atender a demanda da empresa ou então, a instalação de um reservatório de 100 m<sup>3</sup>, com necessidade de suprimento de 70.600 litros de água por mês. A escolha dependerá do espaço disponível para a instalação do mesmo e o poder o investimento a ser aplicado.

De modo geral, o município de Bento Gonçalves possui boas condições para a instalação de sistemas de captação de água pluvial, apresentando uma alternativa economicamente viável para utilização da água para fins não potáveis e contribuindo para a conservação e preservação dos recursos naturais.

## BIBLIOGRAFIA

- 4º Caderno de Pesquisa em Engenharia de Saúde Pública – Estudos e Pesquisas. Ministério da Saúde. FUNASA. Brasília, 2010.
- AMORIM, S. V.; PEREIRA, D. J. A. **Estudo Comparativo dos Métodos de Dimensionamento para Reservatórios Utilizados em Aproveitamento de Água Pluvial**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, br./jun. 2008.
- CAMPOS, M. A. S. et al. Sistema de aproveitamento de água pluvial: aspectos qualitativos e quantitativos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 10., 2007, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2007. 1 CD- ROM.
- CARVALHO, G. S.; OLIVEIRA, S. C.; MORUZZI, R. B. Cálculo do volume do reservatório de sistemas de aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos para aplicação em residências unifamiliar. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS, 10., 2007, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2007. 1 CD - ROM
- COHIM, E. et al. Captação direta de água de chuva no meio urbano para usos não potáveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABES, 2007. P. 13.
- DIXON, A.; BUTLER, D.; FEWKES, A.(1999) **Water saving potential of domestic water reuse systems using greywater and rainwater in combination**. Water Science & Technology: Options for closed water systems: Sustainable water management. V. 39, N. 5. IAWQ. Londres.
- Embrapa Uva e Vinho (<<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho>>. Acesso em: 03/03/2015).
- HELMREICH, B.; HORN, H. Opportunities in Rainwater Harvesting. *Desalination*, v. 248, n. ½, p. 118-124, 2009.
- GHISI, E. **Parameters Influencing the Sizing of Rainwater Tanks for Use in Houses**. *Water Resources Management*, v. 24, n. 10, p. 2381-2403, 2010.
- MARTINSON, D. B.; THOMAS, T. Quantifying the first flush phenomenon. In: INTERNATIONAL RAINWATER CATCHMENT SYSTEMS CONFERENCE, 12. Nov 2005, New Delhi, India.
- MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I.; SILVA, M. C. C. da; RODRIGUES, L. Di B. **Águas pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado**. REGA – Vol. 4, n. 1, p. 29-37, jan./ jun. 2007.
- NBR 15527: **Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. ABNT, 2007.
- OLIVEIRA, Lúcia Helena de. Metodologia Para implantação de programa de uso racional da água em edifícios. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999
- RESENDE, R.; PIZZO, H. S. Estimativa de suficiência de água de chuva para fins não nobres em residência unifamiliar na cidade de Juiz de Fora – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABES, 2007.
- TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva: Para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Navegar Editora, 2005. 180p.