

**REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA DE UMA RESIDÊNCIA  
UNIFAMILIAR POR MEIO DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA  
NA CIDADE DE SANTA MARIA DE JETIBÁ - ES**

**Reducing water consumption of a unifamiliary residence by means of rainwater  
acquisition in the city of Santa Maria de Jetibá - ES**

---

**Vanessa de Souza Ratund<sup>1</sup>**

**Gemael Barbosa Lima<sup>2</sup>**

1. Graduanda em Engenharia Ambiental pela FARESE.

E-mail: [vanessaratund@gmail.com](mailto:vanessaratund@gmail.com)

2. Mestre em Engenharia Ambiental – Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professor da FARESE.

E-mail: [gemaelbl@yahoo.com.br](mailto:gemaelbl@yahoo.com.br)

Instituto de Ensino Superior da Região Serrana.

Rua Jequitibá, 121 – Centro.

Santa Maria de Jetibá – ES – Brasil – CEP 29645-000

---

# REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR POR MEIO DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NA CIDADE DE SANTA MARIA DE JETIBÁ – ES

Reducing water consumption of a unifamiliar residence by means of rainwater acquisition in the city of Santa Maria de Jetibá - ES

## RESUMO

Com os recorrentes problemas de escassez de água em vários locais, o aumento do consumo e da poluição em nossos mananciais, a ausência de políticas que estimulem a população ao um uso mais consciente, a utilização deste recurso é indispensável para a manutenção da vida no planeta, a poluição dos recursos hídricos, como resultado dos lançamentos de resíduos resultantes dos usos e atividades antrópicas, é uma alteração que pode acarretar sérios prejuízos ao homem e ao meio ambiente. Neste contexto, este artigo tem como objetivo dimensionar um reservatório de aproveitamento de água da chuva de uma residência unifamiliar em Santa Maria de Jetibá – E.S, a fim de verificar a possibilidade de armazenamento e aproveitamento de água da chuva para suprir as necessidades de uso não potáveis. Para isso, utilizaram-se os métodos práticos, ou seja, método alemão e inglês, bem como o diagrama de Rippl. Os resultados mostraram que o resultado do diagrama de Rippl estimou maior volume de reservatório em relação ao método prático alemão e inglês, logo pode se mostrar que com instalação do sistema espera-se uma redução no consumo de água potável para fins menos nobres. Foi observado que com a instalação do projeto obteve-se uma economia imediata, comparando as contas de água antes da instalação e depois.

**Palavras-chave:** utilização, águas pluviais, uso consciente, armazenamento.

## ABSTRACT

With the recurring problems of water scarcity in various places, increased consumption and pollution in our water sources, the absence of policies that stimulate the population to a more conscious use, the use of this resource is indispensable for the maintenance of life on the planet, Pollution of water resources, as a result of releases of waste resulting from anthropic uses and activities, is an alteration that can cause serious damage to man and the environment. In this context, this article aims to size a rainwater harvesting reservoir of a single family dwelling in Santa Maria de Jetibá - ES, in order to verify the possibility of storing and utilizing rainwater to meet non - potable use needs, For that, the practical methods were used, that is to say, German and English method, as well as the diagram of rippl. The results showed that the result of the rippl diagram estimated a larger reservoir volume compared to the German and English practical method, so it can be shown that with the installation of the system, a reduction in the consumption of drinking water for less noble purposes is expected. It was observed that with the installation of the project an immediate saving was obtained, comparing the water bills before the installation and afterwards.

**Keywords:** utilization, rainwater, conscious use, storage.

## INTRODUÇÃO

A água, sem sobra de dúvidas, é um dos principais recursos naturais que o ser humano dispõe, sendo assim, indispensável para sua sobrevivência, ou seja, em suas múltiplas atividades, ele necessita de água (MOTA, 2008).

Embora dependam da água para a sobrevivência e para o desenvolvimento econômico, as sociedades humanas poluem e degradam esse recurso, tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas (TUNDISI, 2011). Além da degradação, nota-se que a quantidade de água disponível para a população de determinadas regiões do planeta não são uniforme, a saber: 29% da água no mundo estão concentradas no continente asiático, porém a população a supracitada região corresponde a 59% da população mundial, de outro lado está a América do Sul que possui 32% das águas doces disponíveis no planeta e seu número de habitantes é de apenas de 10% da população mundial (ANA, 2009).

O Brasil é um país privilegiado quanto às questões hídricas, dado que o mesmo possui 12% das reservas mundiais de água no Planeta (TUCCI, 2012). Porém, mesmo em terras Tupiniquins, há grandes disparidades quanto à distribuição de água em seu espaço, a região Amazônica detém 72% das reservas hídricas nacionais, onde concentram-se apenas 5% da população brasileira, todavia no nordeste ocorre o oposto, ou seja, as reservas hídricas desta região representam apenas 3,3% das águas do Brasil e sua população corresponde a 27% da população nacional (ANA, 2009).

Para Setti (2001) a sensação de que o país é abundante em água conduziu a cultura do desperdício, isso leva os brasileiros a praticar a água de maneira uso irracional. Nesse contexto que, ferramentas direcionadas ao uso racional de água são extremamente importantes.

Dentre as ferramentas que visam utilizar os recursos hídricos de forma mais eficiente, sem dúvidas, a que tem sido mais amplamente divulgada e estudada é a captação de água da chuva para aproveitamento de água para fins não potáveis. Ela pode ser utilizada tanto na indústria/comércio quanto em residências.

O aproveitamento de água da chuva consiste na captação, pelo telhado, da chuva que, por sua vez, é armazenada em reservatório onde há um tratamento mínimo (adição de cloro), e em seguida pela pode ser utilizada em descarga de bacias sanitárias, torneiras de jardins, lavagem de calçadas e ruas, limpeza de pátios e usos industriais. Além disso,

é possível reduzir o consumo de água potável, minimizar alagamentos, enchentes, bem como reduzir a escassez de água (TOMAZ, 2003).

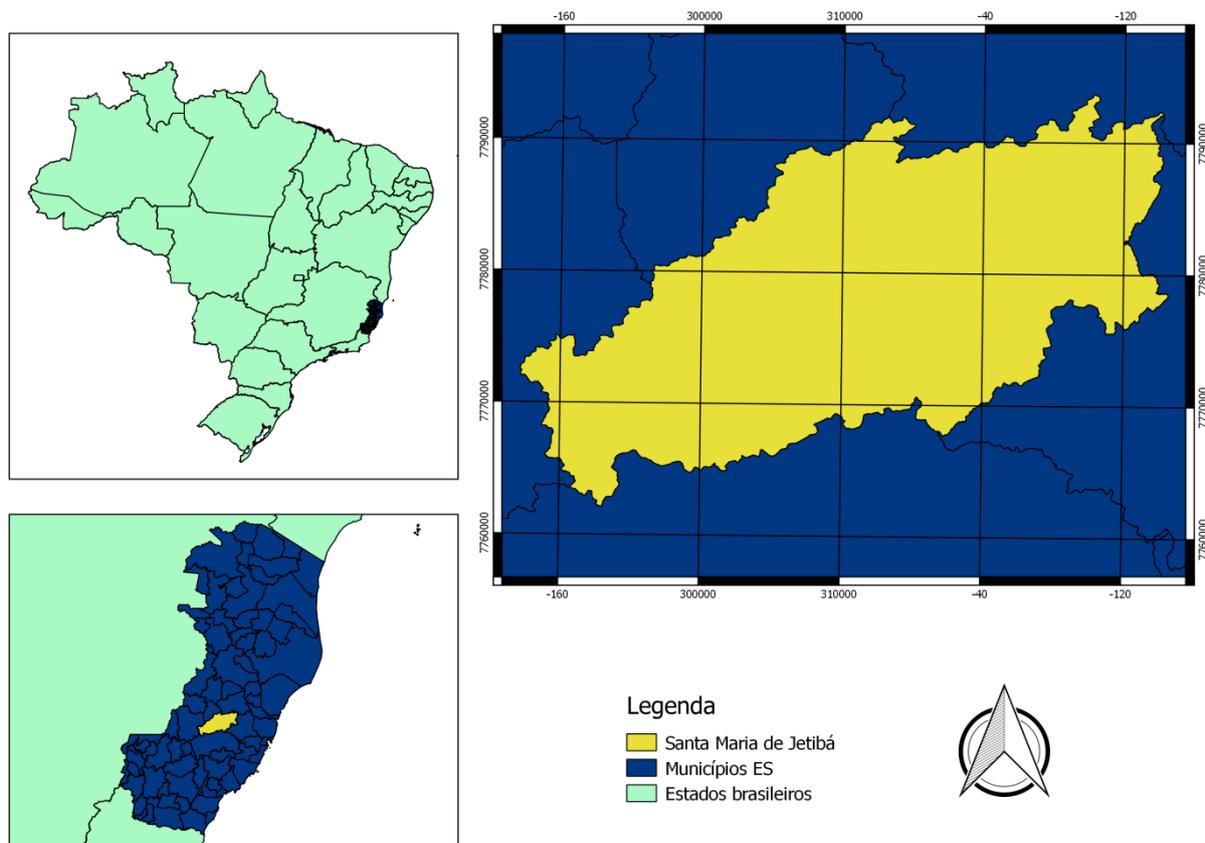
Diante do exposto, esse artigo tem por objetivo redução do consumo de água para fins não potáveis de residência de alto padrão situada no município de Santa Maria de Jetibá, ES, a partir do dimensionamento de reservatório para aproveitamento da água da chuva pela captação do telhado.

## METODOLOGIA

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo se encontra localizada em Santa Maria de Jetibá-ES, no bairro de São Luís na Rua Michael W. Vervloet, uma casa de 213 m<sup>2</sup> e telhado no mesmo tamanho. Nesta casa possui quatro moradores, sendo dois adultos e duas crianças.

**FIGURA 1:** Localização da residência considerada nesse estudo.



Fonte: própria autoria, 2017.

O município de Santa Maria de Jetibá, situada no município de Santa Maria de Jetibá (SMJ) a 80 km da capital Vitória (Figura 1). A cidade de SMJ, além de localizar-se no Centro da Região Serrana, possui área de 735.239 km<sup>2</sup> e conta com uma população de 39.390 habitantes segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016).

De acordo com a classificação de Köppen, o município de SMJ enquadra-se entre dois tipos de clima, a saber: Cf clima oceânico sem estação seca e Cw clima temperado úmido com inverno seco, esse, por sua vez possui as seguintes variações:

- Cfa: clima mesotérmico úmido, sem estiagem em que a temperatura média do mês mais quente é maior que 22°C, apresentando o mês mais seco mais de 60 mm de chuva; e
- Cwa: Clima Mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C.

De acordo com o INCAPER (2016), a precipitação pluviométrica média anual do município de SMJ é 1250 mm e a temperatura média anual está próximo a 22°C, sendo que os meses de julho e agosto são os meses mais frios com registros de 0°C nos pontos extremos.

O município em questão apresenta grande variação na altitude face ao relevo irregular. A altitude máxima no município é de 1450 m (no ponto mais alto da pedra do garrafão), com média de 300 m próximo da divisa de SMJ com Santa Leopoldina e altitude média de 650 m na Sede da cidade (PMSMJ, 2016).

## **DADOS**

### **PRECIPITAÇÃO**

Foram utilizados dados de precipitação mensal da cidade de Santa Maria de Jetibá, disponibilizados na hidroweb pela ANA (Agência Nacional das Águas), cujo código da estação pluviométrica do município de Santa Maria de Jetibá é 2040007. A partir da série história calcularam-se as precipitações médias mensais com observações entre janeiro de 1970 a dezembro de 2013.

## ESTIMATIVA DA DEMANDA DE ÁGUA PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Foi estimado o consumo de água para fins não potáveis de uma residência de quatro habitantes. Para isso, considerou-se que para uma residência de alto padrão o consumo per capita é de 250 L/hab.d, ou seja, por dia, na residência considerada nesse estudo, a demanda estimada tanto para fins potáveis quanto não potáveis foi de 1000 litros (1 m<sup>3</sup>). O valor mensal é de 30 m<sup>3</sup> de água.

Sabendo-se que o consumo de água para fins não potáveis em uma residência é de 40% da demanda total (TOMAZ, 2003), o volume de água para fins não potáveis considerado foi de 12m<sup>3</sup>.

## DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

Neste item será apresentado e discutido o resultado obtido pelo dimensionamento do reservatório de armazenamento de água de chuva para uma residência unifamiliar, utilizando-se os métodos práticos Inglês e alemão, bem como o Método de Rippl.

### DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO PELO MÉTODO INGLÊS

Para obter o dimensionamento do reservatório, foi desenvolvido o Método Prático Inglês, neste método a demanda também não é considerada no cálculo, o volume do reservatório é calculado por:

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Equação 1.

Onde:

$P$  = precipitação média mensal, em mm;

$A$  = área de captação, em m<sup>2</sup>;

$V$  = volume do reservatório, em litros

### DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO PELO MÉTODO ALEMÃO

Neste método o tamanho do reservatório será 6% volume de consumo anual ou do volume anual de precipitação captada, adotando aquele que for menor.

$$V = \text{mín}(V_c; D) \times 0,06 \quad \text{Equação 2.}$$

Onde:

$V_c$  = volume anual de água de chuva captada, em litros;

$D$  = demanda anual da água não potável, em litros; e

$V$  = volume do reservatório, em litros.

### DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO PELO DIAGRAMA DE RIPPL

O método de Rippl consiste num balanço de massa, podendo ser utilizados dados de precipitação mensal ou diário. A utilização de dados mensais implicará em reservatórios maiores.

Assim, recomenda-se que, quando possível, sejam utilizados dados diários.

$$Q(t) = P(t) \times A \times C \quad \text{Equação 3.}$$

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

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

Onde:

$S(t)$  = volume de água no reservatório no tempo  $t$ ;

$Q(t)$  = volume de chuva captada no tempo  $t$ ;

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

$P(t)$  = Precipitação no tempo  $t$ ;

$C$  = coeficiente de escoamento superficial;

$A$  = Área de captação;

$V$  = Volume do reservatório

Para melhor compreensão, os cálculos do volume do reservatório são realizados através da tabela a seguir:

**TABELA 1:** Processo de cálculo da capacidade do reservatório pelo método de Rippl.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (mm)</b>	<b>Demanda (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volume chuva (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Demanda – Vol. Chuva (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume acumulado (m<sup>3</sup>)</b>
1	2	3	4	5	6	7

Fonte: Do autor, 2017.

- Coluna 1: É o período de tempo que vai de Janeiro a Dezembro.
- Coluna 2: Nesta coluna estão as chuvas médias mensais em milímetros do município.
- Coluna 3: Demanda mensal calculada de acordo as necessidades (40% do consumo residencial, correspondente a porcentagem do consumo de água destinada a fins não potáveis que podem ser substituídos por águas pluviais).
- Coluna 4: Área de captação de água da chuva.
- Coluna 5: Volumes mensais disponíveis da água de chuva. Obtido multiplicando a Coluna 2 pela Coluna 4 e pelo coeficiente de Runoff, e dividido por 1000 para que o resultado do volume seja em metros cúbicos.

\*Coeficiente de Runoff – Conforme Tomaz (2003), em telhas cerâmicas esse coeficiente pode variar de 0,80 a 0,90. Adotou-se o valor de 0,80 (pior situação).

- Coluna 6: Diferença entre volume de chuvas mensal menos a demanda. Obtido subtraindo o valor da Coluna 3 da Coluna 5. Quando o resultado for positivo, o volume de água captado foi maior que o utilizado e quando for negativo, o volume de água captado não foi suficiente para o consumo mensal.
- Coluna 7: Volume acumulado do sistema limitado à 15 m<sup>3</sup> (volume do reservatório), obtido somando o valor da Coluna 7 do mês anterior com o valor da Coluna 6 do mês atual. Quando essa soma ultrapassar os 15 m<sup>3</sup> o excedente irá para o extravasor, sendo descartada para a rede de esgoto.

## RESULTADOS

É apresentado a seguir o resultado do volume de reserva proposto pelos métodos práticos considerados neste estudo, bem como o dimensionamento do reservatório de aproveitamento de água da chuva pelo diagrama de Rippl.

## DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO INGLÊS

Na Tabela 2 está sumarizado o volume do reservatório pelo método inglês calculado pela equação 1.

**TABELA 2:** Valores da precipitação média anual, área de captação do telhado, coeficiente e resultado do volume do reservatório calculado pelo método Inglês.

Precipitação média anual (mm)	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Coeficiente	Volume reservatório (m <sup>3</sup> )
1151,3	213	0,05	12,26

Fonte: Do autor, 2017.

## DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO ALEMÃO

Na Tabela 3 estão sumarizados os volumes de reservatório pelo método alemão calculado pela equação 2.

**TABELA 3:** volume do reservatório em m<sup>3</sup> calculado pelo método alemão.

Precipitação média anual (mm)	Área Capitada (m <sup>2</sup> )	Coeficiente	Vc (l)	D (l)	Min (Vc;D)	Volume reservatório (m <sup>3</sup> )
1151,3	213	0,06	245.227	365.000	245.227	14,71

Fonte: Do autor, 2017.

Observa-se que, a capacidade útil do reservatório de aproveitamento de água da chuva dimensionado pelos métodos práticos para a residência em estudo apresentaram valores bem próximos, sendo que pelo método Alemão o volume foi de 2,45 m<sup>3</sup> maior que o volume dimensionado pelo método Inglês.

Os métodos práticos, dado sua simplicidade, tem como principal desvantagem a não consideração da demanda variável de água para fins potáveis. Por outro lado, o dimensionamento do reservatório pelo diagrama de Rippl permite além de incluir a demanda de consumo de água para fins menos nobres, permite considerar demanda variável ao longo dos anos, uma vez que, o consumo de água pela população varia de acordo com as estações do ano, a saber: no inverno o consumo é menor que no verão.

## DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIO PELO DIAGRAMA DE RIPPL

Na Tabela 4 estão sumarizados os volumes de reservatório pelo diagrama de Rippl calculado pela equação 3. Observa-se que a capacidade útil do reservatório de volume necessário para atender a demanda da residência, corresponde o somatório dos valores positivos da diferença acumulada entre o volume de chuva e o volume demandado. Diante disso, o volume calculado foi de 33,26 m<sup>3</sup>. Ao comparar o volume calculado pelo diagrama de Rippl e pelos métodos práticos, o primeiro superestimou a capacidade do reservatório em 55,77% e 63,14% em relação ao método prático Alemão e Inglês, respectivamente.

**TABELA 4:** procedimento de cálculo do volume do reservatório a partir do método de Rippl.

<b>Mês</b>	<b>Precipitação (mm)</b>	<b>Demanda (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volume chuva (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Demanda - Vol. Chuva (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Volume acumulado (m<sup>3</sup>)</b>
Janeiro	178,65	12	213	30,44196	-18,442	
Fevereiro	82,3	12	213	14,02392	-2,02392	
Março	126,1	12	213	21,48744	-9,48744	
Abril	67,1	12	213	11,43384	0,56616	0,56616
Mai	41,35	12	213	7,04604	4,95396	5,52012
Junho	19,6	12	213	3,33984	8,66016	14,18028
Julho	25,8	12	213	4,39632	7,60368	21,78396
Agosto	28,4	12	213	4,83936	7,16064	28,9446
Setembro	45,1	12	213	7,68504	4,31496	33,25956
Outubro	99,5	12	213	16,9548	-4,9548	
Novembro	206,5	12	213	35,1876	-23,1876	
Dezembro	230,8	12	213	39,32832	-27,3283	

Fonte: Do autor, 2017.

Com a inserção dos dados na tabela do método de Rippl, observa-se que a coluna de demanda de volume de chuva retornou somente valores não válidos (negativos), sendo assim analisa que o volume do reservatório se faz satisfatório igual ao volume de demanda mensal constante, que no caso é 12m<sup>3</sup>.

Comparando-se os três métodos de dimensionamento, verifica-se que o Método de Rippl, não se mostrou como um bom modelo para dimensionamento, resultando em volumes exagerados. Nota-se que os volumes de reservatórios obtidos pelo Método Inglês e Método Alemão são bastante realistas, propondo volumes menores de reservatórios se perde a demanda de água não potável. Segundo estudo realizado por Herrmann e Schmida (1999), para atender a, aproximadamente, 90% de uma demanda de 160L/dia com água de chuva em uma residência com área de captação de 100 m<sup>2</sup>, seria

necessário um reservatório de 4,5 m<sup>3</sup>. Ainda segundo este estudo, reduzindo-se o percentual de demanda atendida para 70%, o volume de reservação seria reduzido para 1,5 m<sup>3</sup> apenas.

Para Tomaz (2007) o reservatório dimensionado pelo método de Rippl tem a tendência de sobrestimar o volume, todavia a vantagem de usar tal metodologia é justificada pela verificação do limite superior do volume de acumulação de águas de chuva.

Os resultados dessa pesquisa corroboraram com estudo desenvolvido por Rupp; Munarim; Ghisi (2011), uma vez que, ao calcular volume do reservatório para aproveitamento de água de chuva para três localidades do Brasil, os autores verificaram que o diagrama de Rippl foi que apresentou maior volume entre o método da Simulação e Prático Alemão.

Por fim, recomenda-se fazer a limpeza do reservatório antes do período de chuvas, pois o mesmo deve ser esvaziado, caso esteja cheio, fazendo a higienização no tempo correto, não ocorrerá o risco de o sistema não funcionar da maneira correta, acumulando água uma utilização não potável.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir dos objetivos desse artigo que foi realizar a redução de consumo de água em residência unifamiliar de alto padrão no município de Santa Maria de Jetibá, por meio do aproveitamento de água de chuva, pode-se concluir que:

- Ao dimensionar o reservatório pelos métodos prático Alemão e Inglês, as capacidades úteis em ambos os métodos foram bem próximos, sendo que o primeiro foi 2,45 m<sup>3</sup> superior ao segundo;
- Ao dimensionar o reservatório pelo diagrama de Rippl, observou-se que o mesmo estimou volume para o reservatório em 55,77% e 63,14% a mais que o método prático Alemão e Inglês, respectivamente;

Dada à importância comprovada nesse artigo do reaproveitamento de água da chuva em uma residência, sugere-se que o município objeto desse estudo possa incentivar a implantação de sistema de aproveitamento de água tanto em seus prédios públicos

quanto em residências com áreas construídas acima de 500 m<sup>2</sup>, por meio de elaboração de políticas públicas.

Para estudos futuros segurem-se pesquisas para avaliar o potencial de captação de água da chuva da cidade de Santa Maria de Jetibá, considerando a área de todos os telhados das residências no município, bem como comparar com a quantidade de água a ser economizada de água potável que é utilizada para fins menos nobre na cidade.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas – ANA. **Manual de conservação e reuso de água na agroindústria sucroenergética.** Disponível em: <<http://www.sifaeg.com.br/wp-content/uploads/2013/07/Manual-de-conservação-e-reuso-da-agua.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

HERRMANN, T.; SCHMIDA, U. Rainwater utilisation in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. *Urban Water*, 1999, 1(4), 308-316.

IBGE. Cidades e Estados. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es/santa-maria-de-jetiba.html>> Acesso em: 30 set. 2016

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, **Avicultura e suinocultura.** Disponível em: <[http://www.incaper.es.gov.br/pedeag/setores14\\_02.htm](http://www.incaper.es.gov.br/pedeag/setores14_02.htm)>. Acesso Abr. 2016.

MOTA, S. **Gestão Ambiental de Recursos Hídricos.** 3<sup>o</sup> Ed. atual., e ver. Rio de Janeiro: ABES, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA DE JETIBÁ. **O município.** Disponível em: <<http://www.pmsmj.es.gov.br/portal/index.php/o-municipio/>>. Acesso Mar. 2016.

RUPP, R. F.; MUNARIM, U.; GHISI, E. Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11. n<sup>o</sup> 04. 2011.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**. 2ª Ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica. 2001.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva, São Paulo, SP: Navegar, 2003.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis Diretrizes básicas para um projeto**. Simpósio brasileiro de captação e Manejo de água da chuva, Belo Horizonte – MG. Julho 2007.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4ª Ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH. 2012.

TUNDISI, J.G. **Recursos Hídricos no Século XXI**º Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.