



## **Estudo da viabilidade econômica do aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em residências em Itajubá– Minas Gerais**

<sup>(1)</sup> Thales Daniel dos Santos Fonseca, thalesdsf@hotmail.com

<sup>(1)</sup> Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior, leopoldo\_junior@yahoo.com.br

<sup>(1)</sup> Jaqueline Perez Rodrigues Faria, jack\_prfaria@yahoo.com.br

<sup>1</sup> Centro Universitário de Itajubá - FEPI, Rua Doutor Antônio Braga Filho, 687 – Varginha – Itajubá - Minas Gerais.

Recebido: 05 de Julho de 2016; Revisado: 08 de Agosto de 2016

### **Resumo**

O trabalho aqui exposto descreve um sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em edificações, mostrando as vantagens de sua implantação, sua viabilidade econômica e as possíveis aplicações da água coletada pelo sistema. Foi realizado um estudo de caso para uma residência unifamiliar no município de Itajubá-MG, levando em consideração a área de captação de chuva em relação ao número de pessoas residentes na casa e o reservatório necessário para suprir a demanda, utilizando o método de Rippl. As conclusões apontam para a viabilidade econômica do sistema a partir de três residentes e para áreas de telhado acima de 140 m<sup>2</sup>.

**Palavras-chave:** Utilização de água de chuva, sistema de coleta de água de chuva, sustentabilidade.

### **Rain water collection study of economic viability for non-potable uses in residences in Itajubá city- Minas Gerais**

### **Abstract**

This work describes a rain water collection for non-potable uses in edifications, showing the advantages of its implementation, its economic viability and the possible applications of the collected water by the system. This paper studies the impact of the roof area and the number of residents of a house, in the Itajubá city, on the price of the system and its viability. It was used the Rippl method to determine the reservoir's volume. This study appoint the economy viability starting at three residents and for roof areas of 140 m<sup>2</sup> and above, but the most interesting combination would be four people with a roof area of 200 m<sup>2</sup>.

**Key-words:** rainwater utilization, rainwater collecting system, sustainability.



## Introdução

O uso residencial da água se divide em dois tipos: o uso potável, caracterizado pela ingestão da água, pelo preparo de alimentos e para outros fins com contato direto com a água, enquanto que o segundo tipo é denominado como não potável, utilizado principalmente para limpeza e conservação de áreas externas, descarga de bacia sanitária e a rega de jardins (BARRETO, 2011).

De acordo com Valle; Pinheiro; & Ferrari (2007), a escassez de água não é um fator apenas de regiões áridas brasileiras, já que uma gestão deficiente do potencial hídrico pode gerar restrições de consumo, assim como prejudicar a qualidade do recurso. Evidencia-se a importância de desenvolver sistemas alternativos de abastecimento de água, a fim de aliviar altas demandas deste recurso.

Apesar de o Brasil apresentar grande volume de recursos hídricos, há uma má distribuição dos mesmos em relação à distribuição geográfica. A região Sudeste possui apenas 6% do potencial hídrico brasileiro, ao passo que apresenta 43% da população brasileira, enquanto que a região Norte apresenta 69% dos recursos hídricos nacionais, contando apenas com 8% da população nacional. A disparidade entre a densidade populacional e a disponibilidade dos recursos evidencia a necessidade de políticas de uso racional da água, assim como fontes alternativas do recurso. (MARI-NOSKI & GHISI, 2008)

De acordo com Amorim & Pereira (2008), a captação e posterior aproveitamento da água da chuva é uma prática ambientalmente sustentável, pois a água retida nos reservatórios do sistema

escoaria para as vias públicas, causando maior risco de enchentes. É possível caracterizar o uso de água da chuva como um benefício social, devido à diminuição do escoamento superficial, além da diminuição do volume consumido da concessionária.

No ano de 2015 a maior cidade do país, São Paulo, viveu as consequências de uma estiagem severa, o reservatório do Sistema de Abastecimento de Água do Cantareira se destacou como notícia dos telejornais devido ao seu baixo nível de água. Vários municípios da região Sudeste declararam estado de emergência ou de calamidade pública devido à falta de água para abastecimento da população (SOUZA FERNANDES, 2015).

De acordo com Qasim (1998), o consumo de água para fins não potáveis está concentrado no uso da bacia sanitária, na rega de jardins e na lavagem de automóveis, sendo respectivamente 41%, 3% e 1% do consumo total residencial. Estes dados mostram que 45% do total consumo de água da concessionária é na verdade destinado para fins que toleram o uso de um recurso hídrico com menor qualidade, como é o caso da água pluvial.

Considerando o maior consumo residencial como não potável e a escassez de água atual, é necessário responder se o aproveitamento da água de chuva apresenta benefício econômico e incentivo para sua implantação. O objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade da instalação de sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, avaliando a economia gerada na conta de água, relacionada à variação do consumo de água da residência e o volume coletado de água da chuva.



## Materiais e Métodos

Segundo Dornelles; Tassi & Goldenfum (2010), para o dimensionamento dos reservatórios do sistema é necessário determinar a precipitação média da região, a área de captação disponível para o sistema e a demanda exigida pelo sistema, salientado também pelo autor que o uso do método de Rippl é válido em regiões em que há ocorrência de períodos úmidos e secos, no ano, bem definidos.

O local de estudo da análise de viabilidade de implantação do reservatório de acumulação de água de chuva é o município de Itajubá, situado no sul do estado de Minas Gerais, fazendo divisa com as cidades de Maria da Fé, São José do Alegre, Wenceslau Brás, e Delfim Moreira e encontra-se na bacia hidrográfica do Rio Sapucaí (IBGE, 2015).

A estação pluviométrica utilizada para a coleta de dados foi a de São João de Itajubá, código 2245083, que tem como operadora o IGAM, Instituto de Gestão das Águas de Minas Gerais, como responsável, a ANA, Agência Nacional de Águas. A série histórica obtida foi de 1966 até 2013, já que é a série de dados com menor número de falhas (ANA, 2015). A partir dos dados de precipitação coletados foi possível calcular a média de precipitação mensal para a cidade de Itajubá, demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo das precipitações médias

Meses	Média mensal (mm)
Jan	250,60
Fev	171,72
Mar	149,85
Abril	71,86
Mai	61,52
Junho	37,17
Julho	32,07
Ago	33,79
Set	79,28
Out	127,94
Nov	166,19
Dez	239,64

Fonte: Elaboração própria

Conforme supracitado, o estudo foi realizado na cidade de Itajubá, simulando-se o número de moradores e a área do telhado, tornando possível a comparação do consumo residencial de todos os integrantes da residência com o volume de captação de água de chuva e o volume do reservatório para atender a demanda.

De acordo com Berwanger & Ghisi (2014), a viabilidade econômica de um sistema de água de chuva é avaliada de acordo com a tarifa aplicada pela concessionária, o custo de seus componentes e o volume do reservatório, influenciado pelo número de residentes e pela área de telhado da edificação.

O dimensionamento dos reservatórios foi realizado pelo método de Rippl, utilizando as médias de precipitação mensal da região, assim como Bezerra *et al*(2010), atendendo o disposto na NBR 15527 de 24 de Outubro de 2007.



De acordo com Souza & Mumbach(2014), o método utilizado apresenta um dimensionamento mais otimizado dos reservatórios, já que leva em conta o período seco do ano, havendo uma regularização pelo período úmido, ao invés da consideração do ano mais seco da série histórica, superdimensionando o reservatório.

É preciso estimar a demanda mensal dos ocupantes da residência para o dimensionamento do reservatório, simulando o número de ocupantes, considerando uma taxa de uso não potável de

45%, de acordo com Qasim(1998), com consumo total diário de 150 l/ pessoa (CREDER, 2006).

Para elucidar sobre o método, calculado conforme Mierzwa *et al* (2007), a Tabela 2 representa sua aplicação para o dimensionamento do reservatório necessário para atender a demanda mensal de uma casa com dois residentes, sendo então a demanda variante conforme o número de pessoas para o cálculo nos demais casos de reservatório.

Tabela 2. Dimensionamento do reservatório pelo método de Rippl

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Demanda – vol. de chuva (m <sup>3</sup> )	Diferença acumulada (m <sup>3</sup> )	Obs.
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	250,6	4,05	100	20,05	-16,00		E
Fevereiro	171,72	4,05	100	13,74	-9,69		E
Marco	149,85	4,05	100	11,99	-7,94		E
Abril	71,86	4,05	100	5,75	-1,70		E
Mai	61,52	4,05	100	4,92	-0,87		E
Junho	37,17	4,05	100	2,97	1,08	1,08	D
Julho	32,07	4,05	100	2,57	1,48	2,56	D
Agosto	33,79	4,05	100	2,70	1,35	3,91	D
Setembro	79,28	4,05	100	6,34	-2,29	1,62	S
Outubro	127,94	4,05	100	10,24	-6,19	-4,57	E
Novembro	166,19	4,05	100	13,30	-9,25	-13,82	E
Dezembro	239,64	4,05	100	19,17	-15,12	-28,94	E
Total(m <sup>3</sup> /ano)	1421,62	48,6		113,73			

Fonte: Elaboração própria

Na coluna 2, estão listados os volumes de chuva média mensal de cada mês para a cidade de Itajubá. A coluna 3 é a demanda mensal de consumo de água para fins não potáveis, no caso de dois residentes, encontrado pela equação 1:

$$\text{Demanda mensal} = C \times N \times T \times D \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

C é o consumo diário, de 150 l/ pessoa.

N é o número de residentes da casa, variável conforme a simulação.

T é a taxa de consumo não potável diária, de 45%.

D é o número de dias do mês, considerados como 30.

A coluna 4 representa a área de captação do telhado, em metros quadrados, considerada para esta simulação. A coluna 5 é o volume mensal de água de chuva que o telhado em questão conseguirá captar e é calculado pela equação 2:



$$\text{Volume captado} = \frac{\text{média de chuva mensal} \times \text{área de captação} \times \text{runoff}}{1000} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde, de acordo com Alves & Fernandes (2013), o coeficiente de runoff usual para telhas cerâmicas é de 0,80, representando que este tipo de telha absorve 20% da água escoada.

A coluna 6 é a diferença entre os volumes da demanda (coluna 3) e os volumes de chuvas mensais (coluna 5). O valor negativo indica excesso de água e o positivo indica que a demanda é maior que a água disponível, caracterizando uma falta de água.

A coluna 7 apresenta a diferença acumulada entre a demanda e o volume de chuva (coluna 6). O volume do reservatório é dimensionado usando a maior diferença acumulada no ano, apontando o volume reservado nos meses úmidos para os meses secos.

A coluna 8 apresenta uma observação do comportamento encontrado no reservatório de acordo com os volumes numéricos encontrados na coluna 7, sendo :

- E = reservatório cheio e excesso de água escoando pelo extravasor.

- D = Reservatório esvaziando de acordo com o consumo constante, enquanto que não há suficiente precipitação para compensar este consumo.

- S = nível de precipitação suficiente para regularizar o consumo constante, assim como para aumentar o nível do reservatório, logo, o reservatório está enchendo.

Para a orçamentação do sistema foram considerados, observando dados de custos da tabela SINAPI da Caixa (2015), o uso de dois reservatórios de polietileno, com capacidades relativas a demanda de consumo, tubulação de 1 polegada de diâmetro para o recalque e tubulação de 4 polegadas para a alimentação da cisterna, ambas de PVC, em conjunto com duas bombas de recalque do modelo Pratika CP-6R, utilizando rede elétrica para boias e para bomba de recalque.

Na Tabela 3 são demonstrados os parâmetros adotados na orçamentação do reservatório de 8,1 m<sup>3</sup>, correspondente ao consumo de 4 pessoas com a área de telhado de 200 m<sup>2</sup>. Sendo os critérios utilizados para esta exemplificação também utilizados nos demais cálculos, com exceção dos volumes dos reservatórios que mudam conforme a demanda dos habitantes.

Tabela 3. Orçamentação de reservatório de 8,1 m<sup>3</sup>

Descrição	qtde	un	Custo unitário material (R\$)	Custo unitário mão de obra (R\$)	Custo total material (R\$)	Custo total mão de obra (R\$)	Custo Total (R\$)
Reservatório polietileno (6000 l)	1	pç	2390,90	0	2390,90	0	2390,90
Reservatório polietileno (2000 l)	1	pç	776,90	0	776,90	0	776,90
Tubulação recalque	34	m	11,30	7,60	384,20	258,40	642,60
tubulação de alimentação	36	m	9,00	7,60	324,00	273,60	597,60
Bomba Recalque	2	pç	709,90	-	1419,80	-	1419,80
Rede elétrica	1	un	450,00	250,00	450,00	250,00	700,00
Total (R\$)	-	-	-	-	-	-	6556,80

Fonte: Elaboração própria



Segundo Pêgo & Junior (2012), em sistemas residenciais é recomendável o uso de sistema tradicional, composto por dois reservatórios, sendo um reservatório enterrado e outro suspenso, criando a necessidade de bombeamento do reservatório inferior para o superior. Foi adotado o uso de dois reservatórios, sendo um no pavimento térreo para a captação de água e outro localizado no pavimento superior, responsável pela alimentação da residência.

A tubulação de recalque foi fixa para todos os casos, já que em todas as análises as posições

simuladas dos reservatórios são equivalentes, não havendo variação nos diversos sistemas. Foi considerado o uso de duas bombas de recalque a fim de tornar possível a manutenção do sistema, desligando a bomba principal e usando a reserva, tornando o sistema confiável para a implantação e para o uso, em caso de imprevistos.

Foram analisadas as tarifas da Companhia de Saneamento de Minas Gerais, Copasa (2015) para abastecimento de água potável, representadas na Tabela 4, de acordo com o uso residencial analisado, assim como o consumo da residência.

Tabela 4. Tarifas utilizadas pela COPASA em 2015

Classe de consumo	Intervalo de consumo(m <sup>3</sup> )	água	EDC	EDT	Unidade
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6-
Residencial até 10 m <sup>3</sup>	0-6	13,86	6,93	12,50	R\$/mês
-	6-10	2,313	1,156	2,081	R\$/m <sup>3</sup>
Residencial maior que 10 m <sup>3</sup>	10-15	4,735	2,368	4,262	R\$/m <sup>3</sup>
-	15-20	4,747	2,374	4,273	R\$/m <sup>3</sup>
-	20-40	4,770	2,385	4,293	R\$/m <sup>3</sup>
-	>100	8,750	4,377	7,876	R\$/m <sup>3</sup>

Fonte: Elaboração própria

A coluna 3 apresenta o valor pago pelo uso do sistema de distribuição da concessionária para o uso de água potável em uma residência, enquanto que a coluna 4 apresenta a tarifa para a coleta de esgoto para a determinada faixa de consumo nas residência. A coluna 5 representa a taxa paga para a coleta de esgoto, com a inclusão do tratamento do mesmo. Por meio da análise das tarifas praticadas percebe-se que reduzindo o consumo de água potável da residência, há também a redução do valor gasto com taxa de esgoto, cobrada em conjunto, pela concessionária.

## Resultados e Discussão:

Analisando os dados obtidos das médias de precipitação mensal, fica evidente que há um período úmido de outubro a março e um período seco de abril a setembro. Portanto, a captação se dará no período chuvoso e o armazenamento vai garantir água para os meses secos, tratando-se de uma regularização do volume.

Utilizando o consumo diário de 150 litros/habitante aliado às tarifas praticadas pela COPASA no ano de 2015, considerando a demanda de água para fins não potáveis, foi possível realizar uma comparação entre o consumo de água potável sem o uso de sistema de captação da água de chuva e com a implantação do referido sistema.



A Tabela 5 mostra os reservatórios dimensionados, conforme as equações supracitadas de consumo e de dimensionamento de reservatório.

Tabela 5. Volume em m<sup>3</sup> do reservatório em função da área de captação e número de moradores

Área do Telhado (m <sup>2</sup> )	Volume do Reservatório em Função do Número de Pessoas (m <sup>3</sup> )					
	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6
-	1	2	3	4	5	
80	2,02	5,67	16,22	28,4	42,98	
100	2,02	4,05	11,44	23,34	35,46	
120	2,02	4,05	8,48	18,29	30,41	
140	2,02	4,05	6,67	14,02	25,36	
160	2,02	4,05	6,07	11,34	20,34	
180	2,02	4,05	6,07	9,46	16,78	
200	2,02	4,05	6,07	8,10	14,15	

Fonte: Elaboração própria

A coluna 1 mostra as áreas de captação com o passo de 20 m<sup>2</sup> enquanto da coluna 2 à coluna 6 estão dispostos os volumes de reservatório para suprir o número de residentes, variando de 1 a 5 ocupantes. Observou-se que o volume, na coluna 2, manteve-se constante independente da área de captação estudada, enquanto que a partir da colu-

na 3 ocorre uma diminuição do volume necessário de reservatório em determinadas áreas de telhado, evidenciando que o volume captado é suficiente para a demanda daquele número de residentes.

A Tabela 6 apresenta os orçamentos correspondentes aos sistemas, variando de 1 a 5 residentes.

Tabela 6. Resumo das estimativas orçamentárias

Área do Telhado (m <sup>2</sup> )	Custo do Reservatório em Função do Número de Pessoas (R\$)				
	1	2	3	4	5
-					
80	4.104,77	5.505,80	9.927,80	16.910,80	19.385,70
100	4.104,77	4.881,67	7.727,80	12.410,80	17.332,70
120	4.104,77	4.881,67	7.274,80	10.950,80	17.501,80
140	4.104,77	4.881,67	5.936,80	8.750,80	13.001,80
160	4.104,77	4.881,67	5.936,80	7.727,80	10.956,80
180	4.104,77	4.881,67	5.936,80	6.987,80	9.927,80
200	4.104,77	4.881,67	5.936,80	6.556,80	8.750,80

Fonte: Elaboração própria

Notou-se uma diminuição do valor de implantação do sistema conforme há aumento do reservatório em relação ao número de pessoas, pois, apesar de reservatórios maiores apresentarem custos mais altos, há uma maior eficiência do sistema. Observa-se que a Tabela 6 serviu como premissa para o cálculo do tempo de retorno dos investimentos.

A Tabela 7 demonstra a comparação, assim como o valor pago para a concessionária nas duas situações comparadas, demonstrando também a economia gerada pela implantação do sistema.



Tabela 7. Economia gerada pela implantação do reservatório em função da quantidade de moradores

Número de pessoas	Consumo de água potável sem aproveitamento de água de chuva (m <sup>3</sup> /mês)	Custo sem aproveitamento de água de chuva (R\$/mês)	Consumo de água potável com aproveitamento de água de chuva (m <sup>3</sup> /mês)	Custo com aproveitamento de água de chuva (R\$/mês)	Economia (R\$/mês)
1	4,5	33,29	2,47	33,29	0
2	9,00	49,95	4,95	33,29	16,66
3	13,5	153,43	7,42	43,36	110,07
4	18,00	205,09	9,90	54,94	150,15
5	22,50	257,58	12,37	140,52	117,06

Fonte: Elaboração própria

A economia para 1 pessoa foi nula, pois a diminuição de consumo de água da concessionária não foi suficiente para modificar a conta de água.

A economia de água potável gerada pela implantação do sistema de captação de água de chuva faz com que os intervalos de consumo sejam reduzidos, impactando diretamente na faixa de consumo e consequentemente na tarifa praticada para a dada residência.

Os gastos relativos à residência se baseiam no volume de água consumida e no volume de esgoto lançado, com a diminuição proposta pelo uso de água de chuva há a diminuição do volume

de água tratada, tornando possível utilizar o dinheiro economizado pela diminuição do volume como critério de abatimento do valor investido.

Para o cálculo do tempo de retorno do investimento foi considerado o valor investido no sistema, presente na Tabela 6, dividido pela economia gerada relativa à implantação do sistema, presente na Tabela 7, observando que o retorno representa o número de meses necessários para que o investimento seja compensado pelo seu benefício econômico gerado. A Tabela 8 mostra o tempo de retorno, em meses, do investimento na implantação do reservatório de água de chuva, em cada caso estudado no trabalho.

Tabela 8. Tempo de retorno do investimento dos sistemas (meses)

Área do telhado (m <sup>2</sup> )	Número de residentes				
	1	2	3	4	5
-	0	330,48	90,20	112,63	165,60
80	0	293,02	70,21	82,66	148,07
100	0	293,03	66,09	72,93	149,51
120	0	293,04	53,94	58,28	111,07
140	0	293,05	53,95	51,47	93,60
160	0	293,06	53,96	46,54	84,81
180	0	293,07	53,97	43,67	74,75

Fonte: Elaboração própria

O tempo de retorno do investimento, para o sistema contendo 1 residente, se mostra como valor nulo devido à economia nula gerada pelo sistema, causando uma inviabilidade do sistema, independente da área de telhado.

## Conclusões

O aproveitamento de água de chuva é uma prática ambientalmente sustentável principalmente nos dias atuais em que há escassez de recursos hídricos para consumo, por isso a implantação do sistema terá viabilidade ambiental tanto pela



economia da água das concessionárias, quanto pela diminuição dos problemas de drenagem urbana, evitando-se assim transtornos no sistema de micro drenagem da cidade.

O desenvolvimento deste trabalho mostrou que a prática do aproveitamento de água de chuva é também viável economicamente, dependendo do número de pessoas residentes na casa e da área útil do telhado. Observou-se que para uma ou duas pessoas, não há viabilidade econômica para nenhum tamanho de telhado estudado. A partir de três residentes é constatada vantagem financeira, sendo que a combinação mais interessante é a de quatro residentes e com 200 m<sup>2</sup> de captação, pois apresentou a melhor relação custo benefício da implantação.

Notou-se que o retorno do investimento está diretamente relacionado com o crescimento da área de captação, sendo que quanto maior a área disponível para captação menor o tempo de retorno do investimento, assim como há um gasto financeiro mais eficiente com o aumento do volume do reservatório.

Com a análise dos resultados foi possível perceber que a coleta de água de chuva apresenta interesse econômico em locais com grandes áreas de telhado, sendo necessário avaliar a viabilidade de locais de maior captação e consumo, como por exemplo, centros universitários, hotéis, levando em consideração estudos específicos do local de implantação.

Foi evidenciada a importância dos hábitos de consumo da residência que influenciam diretamente a demanda mensal a ser suprida, assim como o índice pluviométrico da região que modifica o volume de água disponível para armazenamento.

## Referências:

ANA. Hidroweb: sistemas de informações hidrológicas. 2015. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>>. Acesso em: 28 set. 2015.

ALVES, M. G; FERNANDES, P. A. M. Utilização de águas pluviais no município de Quissamã, RJ. Perspectivas da ciência e tecnologia, Rio de Janeiro, v.5, n. 1/2, p. 12- 17, 2013.

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, 2008.

BARRETO, D. Perfil do consumo residencial e usos finais da água. Ambiente Construído, v. 8, n. 2, p. 23-40, 2008.

BERWANGER, H; GHISI, E. Investment feasibility analysis of rainwater harvesting in the city of Itapiranga, Brazil. International Journal of Sustainable Human Development, v. 2, n. 3, p. 104-114, 2014.

BEZERRA, S. M. C. *et al.* Dimensionamento de Reservatório Para Aproveitamento de Água de Chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527: 2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR. Ambiente Construído, v. 10, n. 4, p. 219- 231, 2010.

CAIXA. SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil).2015. Disponível em: <[http://www1.caixa.gov.br/gov/gov\\_social/municipal/programa\\_des\\_urbano/SINAPI/index.asp](http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programa_des_urbano/SINAPI/index.asp)>. Acesso em: 12 out. 2015.

COPASA. Tarifas Praticadas. 2015. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start>>



.htm?infoid=2469&sid= 274&tpl=section\_only.>  
Acesso em Set. 2015.

CREDER, H. Instalações Hidráulicas e Sanitárias. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 450 p, 2006.

DORNELLES, F; TASSI, R; GOLDENFUM, J. A. Avaliação das técnicas de dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de água de chuva. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 15, n. 2, p. 59-68, 2010.

IBGE. Censo demográfico, cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=313240&search=minas-gerais|itajuba|infograficos:-historico> > acesso em: 10 de mar. 2015.

JUNIOR M. E.; PÊGO, C. S. Dimensionamento e viabilidade econômica da coleta e uso de águas pluviais no município de Campos dos Goytacazes. Perspectivas Online, vol. 2, n. 3, p. 41-53, 2012.

MARINOSKI, A. K; GHISI, E. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis-SC. Ambiente construído, v. 8, n. 2, p. 67-84, 2008.

MIERZWA, J. C. *et al.* Águas Pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado. Revista de Gestão de Águas da América Latina, v. 4, n.1, p. 29-37, 2007.

QASIM, S. R. Wastewater treatment plants: planning, design, and operation. 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 1126 p. 1998.

SOUZA FERNANDES, L. C. Breve Histórico da escassez de água nas bacias hidrográficas do Alto Tietê e do PCJ. Labor e Engenho, v.9, n. 4, p. 51-65, 2015.

SOUZA, L. A. F; MUMBACH, G. D. Estudo de métodos de dimensionamento do volume do reservatório de água da chuva. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 6, n. 1, p. 72-82, 2014.

VALLE, J. A. B; PINHEIRO, A; FERRARI, A. Captação e avaliação da água de chuva para uso industrial. Revista de Estudos Ambientais, v. 9, n. 2, p. 62-72, 2007.