

2015

ANEXO 2 – ESTUDO SOBRE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA



OLIMPO
ENGENHARIA & SERVIÇOS

Residencial “Quinta das Águas”
Valinhos / SP
Maio/2015

FICHA TÉCNICA

Trabalho

O presente Estudo sobre aproveitamento de água de chuva visa complementar o Estudo de Impacto Ambiental apresentado à CETESB-DAIA/IE em 12/11/2014.

Empreendedor

01 FS Empreendimentos Imobiliários SPE Ltda.

Endereço

Rua Barão de Jaguará, nº 707, 13º andar sala 132, Bloco Amadeus

CEP

13.015-926

Bairro

Centro

Município

Campinas

Estado

SP

CNPJ

20.512.614/0001-60

Empresa Responsável Técnica

Olimpo Consultoria Ambiental e Empresarial

Endereço

Rua Joaquim Bicudo de Almeida, 09

CEP

13.190-000

Bairro

Jd. Planalto

Município

Monte Mor

Estado

SP

CNPJ

15.821.688/0001-48

Coordenador Responsável técnico pelo Estudo de Impacto Ambiental

Bruna Ribeiro

Título do Profissional

Engenheira Ambiental

CREA/SP

5063755352

Profissionais envolvidos no Trabalho

Clara Piccinini

Francisco A. Queiroz

José Luiz de Moraes

Rafael M. G. Konopczyk

Simone C. Della Rosa

Thiago Brandão Favaro

Título Profissional

Bióloga

Biólogo

Arqueólogo

Biólogo

Geógrafa

Geólogo

Registro no conselho

Em tramite

CRBio: 100.235/01-P

CTF/IBAMA: 33.818

CRBio: 100.236/01-D

CREA/SP: 5062357150

CREA/SP: 5069276488

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	OBJETIVO	3
3	APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA.....	4
	3.1 Definições	5
	3.2 Formas construtivas	8
	3.3 Usos finais de água.	11
4	SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PROPOSTO.....	19
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, há uma grande preocupação da sociedade em relação à conservação dos recursos naturais. Dentre estes, a água é um dos mais preciosos recursos, uma vez que é indispensável para a vida no nosso planeta, sendo um importante fator de produção para diversas atividades, essencial para que haja desenvolvimento econômico e tecnológico (MARINOSKI, 2007).

A escassez hídrica é um problema enfrentado em vários locais, e, em virtude deste panorama, a necessidade de encontrar meios e formas de preservar a água potável cresce, passando necessariamente pela busca de novas tecnologias e pela revisão do uso da água pela população (ANNECCHINI, 2005).

Com a crescente urbanização, os eventos de inundações devido ao aumento do escoamento superficial tem se tornado cada vez mais constantes e um problema a ser gerido pelas Políticas Públicas.

Analisando-se a junção das duas problemáticas citadas acima, a escassez hídrica e os constantes eventos de inundação em áreas urbanas, a água pluvial tem se configurado como forte alternativa de água promissora para suprimento de usos não potáveis, principalmente em regiões metropolitanas e do semiárido.

No ano de 2007, o Estado de São Paulo e o Município de Valinhos, através da publicação da Lei Estadual nº 12.526, de 02 de janeiro, e da Lei municipal nº 4.147, de 11 de julho respectivamente, estabeleceram normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais, obrigando a instalação de sistemas de captação e retenção de águas de chuva coletadas por áreas impermeáveis, incentivando, desta forma, a implantação de sistemas de reaproveitamento da mesma.

2 OBJETIVO

O presente estudo tem por finalidade incentivar a implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis no Residencial Quinta das Águas, atendendo ao disposto na Lei Municipal nº 4.147/2007, através de revisões bibliográficas e a apresentação de metodologia viável à área do empreendimento,

sendo parte integrante do processo de licenciamento junto à CETESB-DAIA/IE através do Estudo de Impacto Ambiental referente ao processo IMPACTO/01/00044/10.

3 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

De acordo com TOMAZ (2010), uma análise moderna e completa do sistema de abastecimento de água necessita da apreciação de quatro recursos hídricos: água de superfície (rios e lagos), água subterrânea (poços tubulares profundos), reuso de água (*blackwater* ou *graywater*) e aproveitamento de água de chuva (de cobertura e para fins não potáveis).

Para o aproveitamento de água de chuva, a ABNT publicou a NBR 15.527/07, com normas que norteiam a implantação do sistema.

Conforme descrito por TOMAZ (2010), os principais motivos que levam à decisão para se utilizar água de chuva são basicamente:

- Conscientização e sensibilidade da necessidade da conservação da água;
- Região com disponibilidade hídrica menor que 1.200m³/habitante.ano;
- Elevadas tarifas de água das concessionárias públicas;
- Retorno dos investimentos (*payback*) muito rápido;
- Instabilidade do fornecimento de água pública;
- Exigência de lei específica;
- Locais onde a estiagem é maior que 5 meses;
- Locais ou regiões onde o índice de aridez seja menor ou igual a 0,50.

O aproveitamento de água de chuva não pode receber o termo reuso de água de chuva e nem chamado de reaproveitamento. O termo reuso é usado somente para água que já foi utilizada pelo homem em lavagem de mãos, bacia sanitária,

lavagem de roupas, banhos, etc. reaproveitamento é semelhante a reuso, significando que a água de chuva já foi utilizada e portanto, não está correto.

Existem dois fatores positivos no uso de água de chuva em áreas urbanas:

- Redução do consumo de água;
- Melhor distribuição da carga de água de chuva imposta ao sistema de drenagem urbana.

SOARES et al (1999) relataram que o sistema de aproveitamento de água de chuva pode ser aplicada, em residências, na lavagem de vasos sanitários, sistemas de ar condicionado, sistemas de controle de incêndio, lavagem de veículos, lavagem de pisos e ainda na irrigação de jardins. Nas indústrias e estabelecimentos comerciais, a água de chuva pode ser utilizada para resfriamento de telhados e máquinas, climatização interna, lavanderia industrial, lava jatos de veículos e limpeza industrial.

3.1 Definições

Para um melhor entendimento sobre o conceito de aproveitamento de água de chuva, é importante apresentar algumas definições: A Figura 3.1 apresenta o conceito básico do projeto, onde a água proveniente de eventos de precipitações pluviométricas é coletada de superfícies inclinadas ou planas que não haja passagem de veículos ou pessoas, geralmente telhados, sendo armazenadas para posterior uso para fins não potáveis. As águas de chuvas que caem em pisos residenciais, comerciais ou industriais não estão inclusas no sistema proposto.

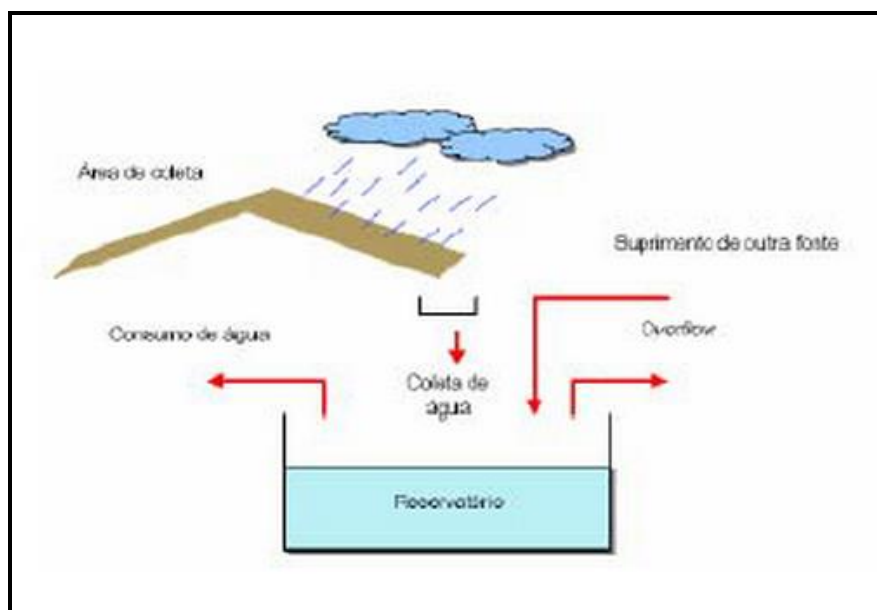


Figura 3.1. Esquema básico de aproveitamento de água de chuva.

Fonte: TOMAZ, 2010.

As definições utilizadas para o presente estudo são sugeridas por TOMAZ (2010):

Água não potável: entende-se por não potável aquela que não atende aos padrões definidos pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde.

Área de captação: área, em metros quadrados (m^2), da projeção horizontal da superfície onde a água é captada.

Calhas e condutores: as calhas e condutores horizontais e verticais devem atender a ABNT NBR 10.844/89, sendo que tais dimensionamentos são baseados em vazões de projeto que dependem dos fatores meteorológicos e do período de retorno escolhido.

Coeficiente de Runoff (C) ou escoamento superficial: coeficiente que representa a relação entre o volume total escoado e o volume total precipitado.

Conexão cruzada: qualquer ligação física através de peça, dispositivo ou outro arranjo que conecte duas tubulações das quais uma conduz água potável e a outra água de qualidade desconhecida ou não potável.

Demanda: a demanda ou consumo de água é a média anual, mensal ou diário a ser utilizado para fins não potável num determinado tempo.

First flush: após três dias de seca vai-se acumulando nos telhados poeiras, folhas, detritos, etc, e é aconselhável que esta primeira água seja descartada (*first flush*). Conforme o uso destinado às águas de chuva, dependendo do projetista, o *first flush* poderá ser dispensado.

Pesquisas feitas mostram que o *first flush* varia de 0,4 a 8 litros/m² de telhado, conforme o local. Na falta de dados locais, sugere-se o uso do *first flush* no valor de 2 litros/m² de área de telhado.

Reservatório intermediário ou cisternas: local onde pode ser armazenada a água de chuva para ser utilizada. Se a água de chuva for clorada deverá ter um tempo de contato mínimo de 15 minutos dentro do reservatório intermediário.

Estes podem ser enterrados, semi-enterrado, apoiado ou elevado. Os materiais podem ser concreto, alvenaria armada, aço inox, fibra de vidro e materiais plásticos como polietileno, PVC.

Suprimento: fonte alternativa de água para complementar o reservatório de água de chuva. Pode ser água da concessionária pública local, poço tubular profundo, caminhões tanques, etc.

3.2 Formas construtivas

HERRMANN e SCHMIDA (1999) destacam quatro formas construtivas de sistemas de aproveitamento de água de chuva, conforme descritas a seguir:

1. Sistema de fluxo total – onde toda a chuva coletada pela superfície de captação é direcionada ao reservatório intermediário de armazenamento, passando antes por um filtro ou por uma tela. A chuva que extravasa do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem (Figura 3.2).

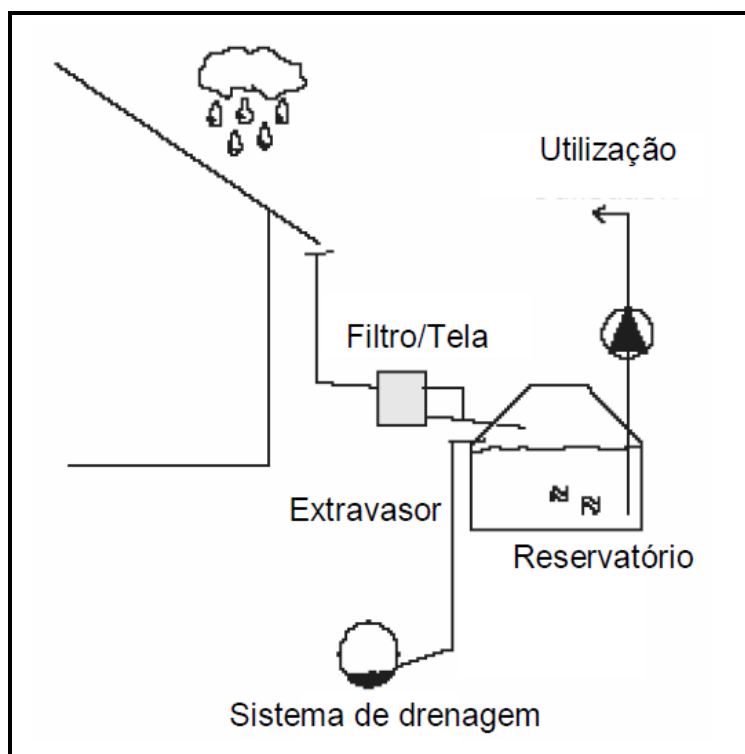


Figura 3.2. Modelo de sistema de fluxo total.

Fonte: ANNECCHINI, 2005.

2. Sistema de derivação – neste sistema, uma derivação é instalada na tubulação vertical de descida da água de chuva com objetivo de descartar o *first flush*, direcionando-o ao sistema de drenagem. Este sistema é também denominado de sistema auto-limpante. Em alguns casos, instala-se um filtro ou uma tela na derivação. Assim como no sistema descrito anteriormente, a chuva que extravasa do reservatório é direcionada ao sistema de drenagem (Figura 3.3).

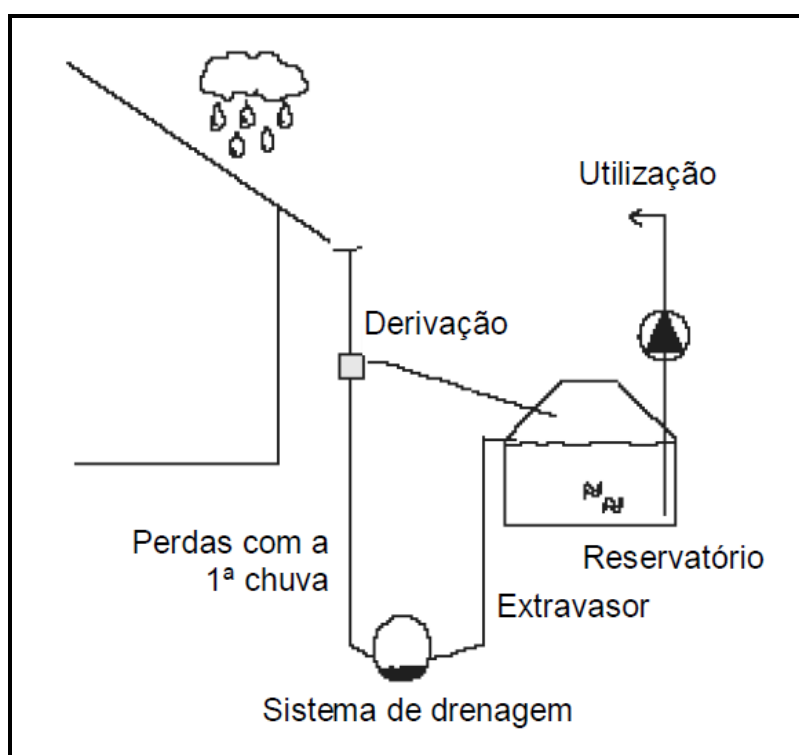


Figura 3.3. Modelo de sistema de derivação.

Fonte: ANNECCHINI, 2005.

3. Sistema com volume adicional de retenção – neste sistema constrói-se um reservatório maior, capaz de armazenar o volume de chuva necessário para o suprimento da demanda e capaz de armazenar um volume adicional com objetivo de evitar inundações. Neste sistema, uma válvula regula a saída de água correspondente ao volume adicional de retenção para o sistema de drenagem (Figura 3.4).

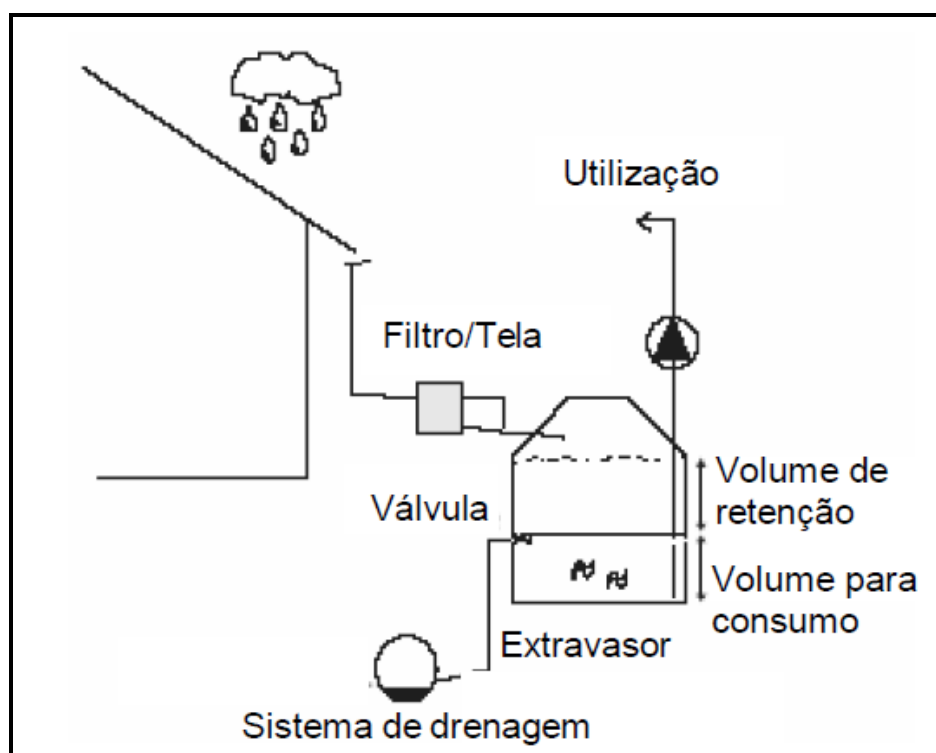


Figura 3.4. Modelo de sistema com volume adicional de retenção.

Fonte: ANNECCHINI, 2005.

4. Sistema com infiltração no solo – neste sistema toda a água da chuva coletada é direcionada ao reservatório intermediário, passando antes por um filtro ou uma tela. O volume de chuva que extravasa do reservatório é direcionado a um sistema de infiltração de água no solo (Figura 3.5).

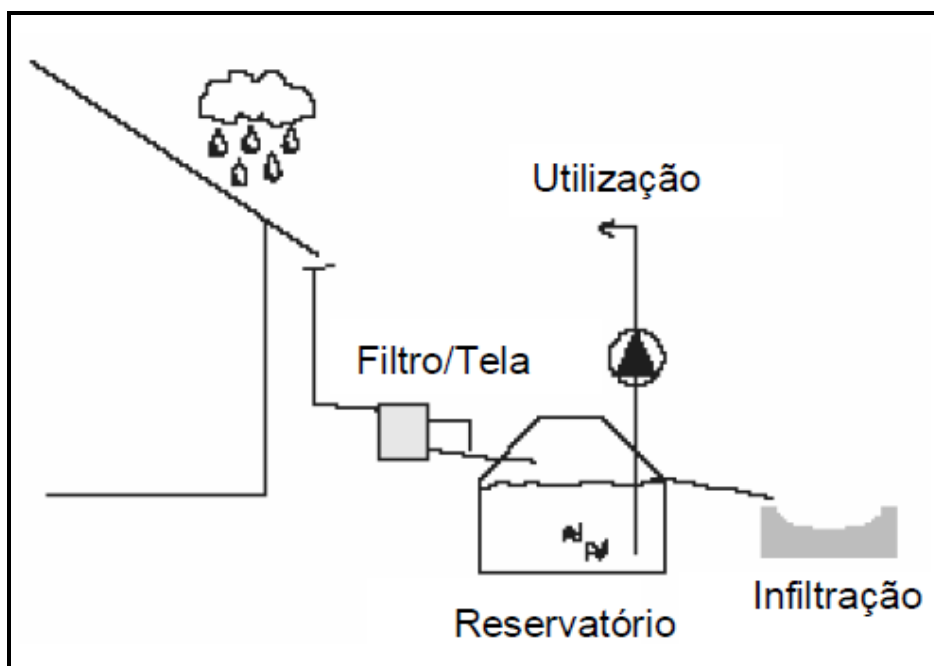


Figura 3.5. Modelo de sistema com infiltração no solo.

Fonte: ANNECCHINI, 2005.

3.3 Usos finais de água.

A água potável é utilizada para atividades distintas nas edificações, tais como: preparação de alimentos e bebidas, limpeza pessoal e ambiental, entre outros. Uma parcela significativa desses usos está destinada a fins não potáveis, como descargas de vasos sanitários, rega de jardins, lavagem de automóveis e calçadas, onde poderia perfeitamente ser utilizada água de chuva.

A Figura 3.6 demonstra os principais pontos onde a água de chuva pode ser aproveitada em uma residência. Na figura observa-se o uso de água de chuva também para lavagem de roupas (máquina de lavar roupas e tanque), porém,

conforme recomendações de TOMAZ (2010), não se incluiu este tipo de uso à contabilização de uso não potável, devido ao problema do parasita *Cryptosporidium parvum* que, para ser removido, precisa de filtros lentos de areia, não previstos no projeto sugerido.

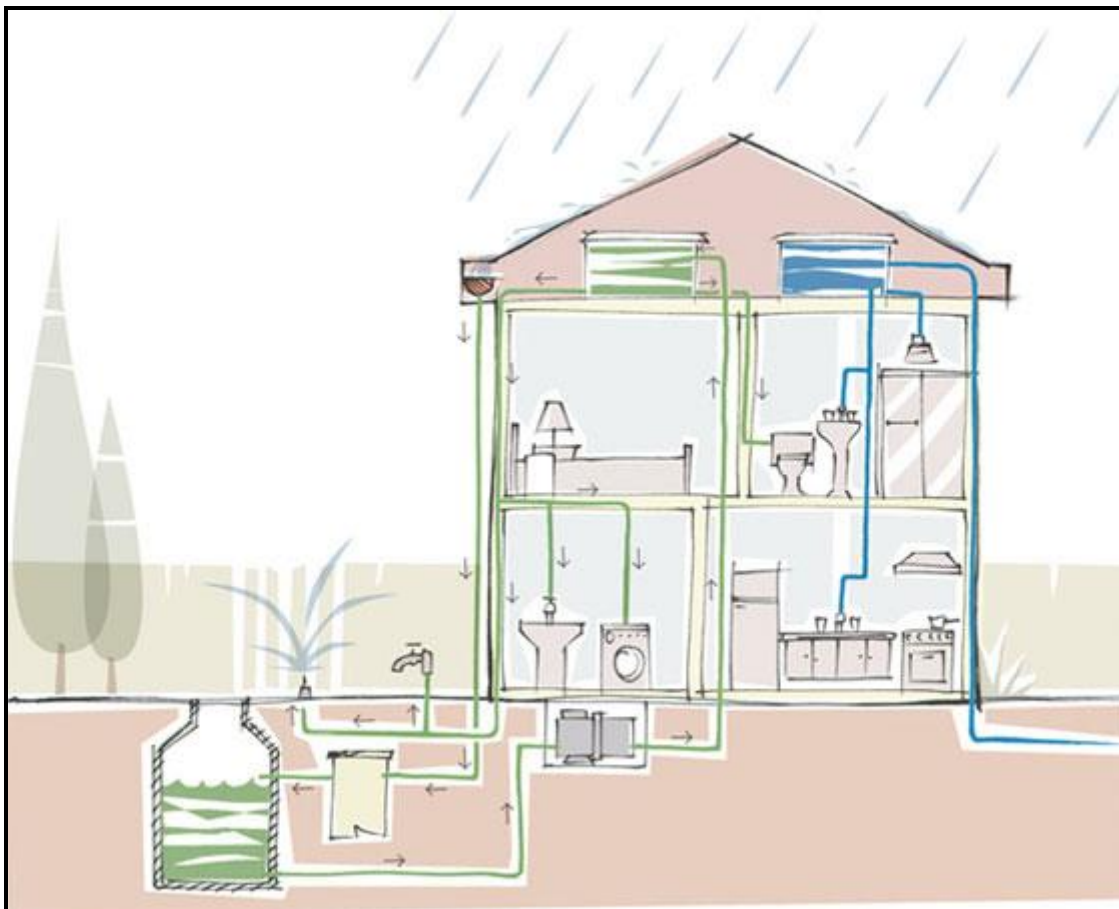


Figura 3.6. Esquema geral de uso de água através da implantação do projeto de aproveitamento de água de chuva. Em verde água não potável, em azul água potável proveniente da concessionária de abastecimento municipal.

Fonte: www.recriarcomvoce.com.br, 2015.

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos em vários países, a fim de identificar os usos finais da água, principalmente em setores residenciais e públicos.

As Tabelas 3.1 a 3.5 apresentam resultados de pesquisas de consumo de água no meio residencial em diversos países do mundo.

Tabela 3.1. Uso final de água tratada para consumo doméstico na Dinamarca.

Ponto de consumo	Uso final (%)
Alimentação	5
Banhos	20
Higiene pessoal	10
Vaso sanitário*	20
Lavagem de roupas	15
Lavagem de louças	20
Lavagem de carros e jardins*	10
Total	100
*total não potável	30

Fonte: TOMAZ, 2001 In: MARINOSKI, 2007.

Tabela 3.2. Uso final de água tratada para consumo doméstico nos Estados Unidos.

Ponto de consumo	Uso final (%)
Vaso sanitário*	27
Banhos	17
Máquina de lavar roupa	22
Máquina de lavar louça	2
Vazamentos	14
Torneiras	16
Outros	2
Total	100
*total não potável	27

Fonte: TOMAZ, 2003 In: MARINOSKI, 2007.

Tabela 3.3. Uso final de água tratada para consumo doméstico no Reino Unido.

Ponto de consumo	Uso final (%)
Vaso sanitário*	37
Banhos e lavatórios	37
Lavagem de louças	11
Lavagem de roupas	11
Preparação de alimentos	4
Total	100
*total não potável	37

Fonte: SABESP, 2007 In: MARINOSKI, 2007.

Tabela 3.4. Uso final de água tratada para consumo doméstico na Colômbia.

Ponto de consumo	Uso final (%)
Ducha	30
Vaso sanitário*	40
Limpeza*	15
Cozinha	5
Lavagem de louças/mãos	10
Total	100
*total não potável	55

Fonte: SABESP, 2007 In: MARINOSKI, 2007.

Tabela 3.5. Uso final de água tratada para consumo doméstico na Suíça.

Ponto de consumo	Uso final (%)
Vaso sanitário*	40
Banhos	37
Bebidas	5
Cozinhas	6
Lavagem de roupas	4

Ponto de consumo	Uso final (%)
Lavagem de pisos*	3
Jardins*	3
Lavagem de automóveis*	1
Outros	1
Total	100
*total não potável	47

Fonte: SABESP, 2007 In: MARINOSKI, 2007.

De acordo com MARINOSKI (2007), as variações de consumo de água verificadas nestes países para os mesmos aparelhos sanitários ocorrem principalmente devido a diferentes condições climáticas, aspectos sociais, econômicos e culturais. Porém verifica-se que o percentual de água tratada utilizada em fins não potáveis varia entre 27 a 55%.

No Brasil, estudos da Universidade de São Paulo e Instituto de Pesquisas Tecnológicas, mostram duas situações de consumo de água no setor residencial, apresentando dados bastante diferentes, devido à própria caracterização dos ambientes. A primeira situação, um apartamento, é apresentada na Tabela 3.6, e a segunda, uma habitação da Companhia de Desenvolvimento Habitacional Urbana (CDHU), apresentada na Tabela 3.7.

Tabela 3.6. Uso final de água tratada para consumo doméstico em um apartamento da USP.

Ponto de consumo	Uso final (%)
Vaso sanitário*	29
Chuveiro	28
Pia da cozinha	17
Máquina de lavar louça	9
Lavatório	6
Tanque	6
Máquina de lavar louça	9
Total	100
*total não potável	29

Fonte: DECA, 2007 In: MARINOSKI, 2007.

Tabela 3.7. Uso final de água tratada para consumo doméstico em uma habitação da CDHU.

Ponto de consumo	Uso final (%)
Vaso sanitário*	5
Chuveiro	54
Pia da cozinha	17
Máquina de lavar roupa	4
Lavatório	7
Tanque	10
Máquina de lavar louça	3
Total	100
*total não potável	5

Fonte: DECA, 2007 In: MARINOSKI, 2007.

Um estudo de GHISI e OLIVEIRA (2007) realizado em duas residências unifamiliares no município de Palhoça, Santa Catarina, verificou-se os usos finais de água, chegando aos resultados apresentados na Tabela 3.8

Tabela 3.8. Uso final de água tratada para consumo doméstico em duas residências unifamiliares localizadas no município de Palhoça/SC.

Ponto de consumo	Uso final (%)	
	Residência A	Residência B
Vaso sanitário*	30,4	25,6
Pia da cozinha	28	13,5
Chuveiro	32,8	45,6
Lavatório	1,9	2,6
Barba	0,8	4,4
Lavagem de roupa	6,2	8,2
Total	100	100
*total não potável	30,4	25,6

Fonte: GHISI & OLIVEIRA, 2007.

COELHO (2008) analisou os usos finais de água em residências unifamiliares localizadas em Blumenau, também em Santa Catarina. O estudo envolveu seis residências, sendo escolhida uma residência base. Foi feita uma divisão da porcentagem de água utilizada em cada ponto de consumo conforme apresentado na Tabela 3.9.

Tabela 3.9. Uso final de água tratada para consumo doméstico em seis residências em Blumenau, SC.

Ponto de consumo	Uso final (%)					
	R base	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6
Torneira do banheiro	7,3	4,7	5,7	11,4	3,4	6,0
Vaso sanitário*	21,6	9,9	37,2	25,7	19,3	17,3
Chuveiro	17,5	29,6	29,3	11,4	32,8	53,5
Torneira da cozinha	14,4	8,7	9,0	19,4	10,4	11,6
Mangueira de jardim*	13,5	-	-	-	5,5	-
Torneira do tanque	7,2	1,4	4,9	2,9	0,5	2,7
Máquina de lavar roupa	18,5	30,7	13,2	29,0	27,9	8,6
Ingestão (filtro)	-	1,0	0,6	0,3	0,2	0,3
Torneira externa*	-	13,9	-	-	-	-
Total	100	100	100	100	100	100
*total não potável	35,1	23,8	37,2	25,7	24,8	17,3

Fonte: Adaptado de COELHO, 2008.

Com base em todos os estudos apresentados, a economia média no consumo de água tratada gerada com a implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva para o empreendimento estudado será de 30%.

4 SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PROPOSTO

Com base nos tópicos apresentados, para o empreendimento em estudo, indica-se a implantação do sistema construtivo de derivação, com captação da água de chuva dos telhados das residências, descarte do *first flush*, direcionando-o ao sistema de drenagem do condomínio. O reservatório intermediário ou cisterna deverá ser enterrado, utilizando-se de um sistema de recalque+gravidade. A chuva que extravasa do reservatório também é direcionada ao sistema de drenagem (Figura 4.1).

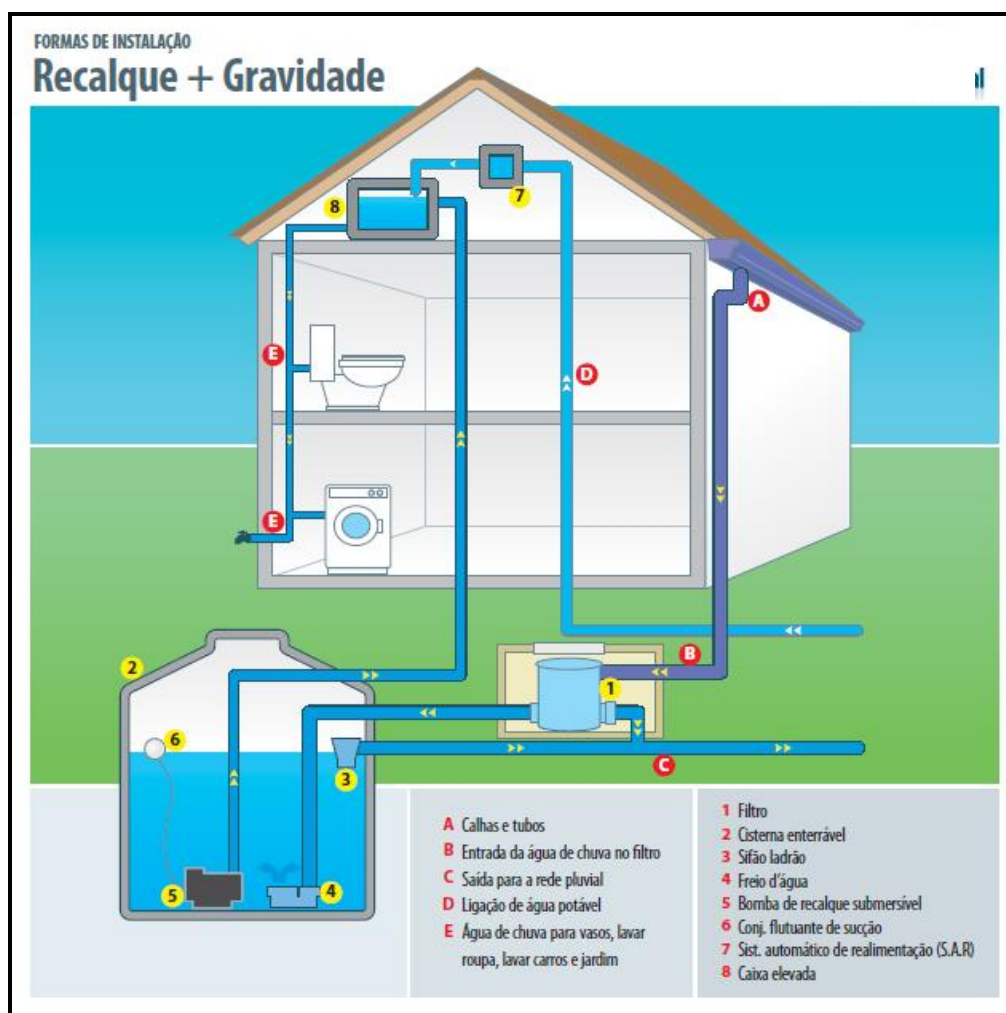


Figura 4.1. Modelo de projeto de aproveitamento de água de chuva.

Fonte: <http://loja.ecoracional.com.br/Comoinstalar>, 2015.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2005.

COELHO, M. G. **Avaliação dos usos finais de água em residências unifamiliares localizadas em Blumenau – SC**. Relatório de Iniciação Científica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

GHISI, E.; OLIVEIRA, S.M. **Potential for potable water savings by combining the use of Rainwater and greywater in houses in Southern Brazil**. Building and environment., v. 42, n. 4, p. 1731-1742, 2007.

HERRMANN, T.; SHMIDA, U. **Rainwater utilization in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects**. Urban Water. v. 1, n. 4, p. 307-316, 1999.

JABUR, A. S.; BENETTI, H. P.; SILIPRANDI, E. M. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis**. VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Rio de Janeiro, 2011.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em Instituição de Ensino: Estudo de caso em Florianópolis – SC**. Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

MORUZZI, R. B.; CARVALHO, G. S.; OLIVEIRA, S. C. **Procedimentos para o dimensionamento de reservatório de água pluvial para residências unifamiliares: viabilidade e aprimoramento metodológico**. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.19, p. 89-99. Rio Claro, 2012.

OLIVEIRA, N. N. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura para fins não potáveis de próprios da educação da rede municipal de Guarulhos**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Guarulhos. Guarulhos, 2008.

SOARES, D.A; et al. **Considerações a respeito da reutilização das águas residuárias e aproveitamento das águas pluviais em edificações.** In Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12. Vitória, 1999. Anais. Vitória: ABRH, 1999.

TOMAZ, P. **Água: pague menos.** 4 atitudes básicas para economizar água. Livro eletrônico. São Paulo: 2010.