

# UFPA

**PPGEC**

# Universidade Federal do Pará

---



YAPUR DUMIT GÓMEZ

## **Aproveitamento de água da chuva residencial: efeito de políticas de incentivos e condições de consumo sobre a viabilidade econômica**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Instituto de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Dissertação orientada pela Professora Dra. Luiza Girard Mendes  
Teixeira

Belém – Pará – Brasil

2017

**YAPUR DUMIT GÓMEZ**

**Aproveitamento de água da chuva residencial: efeito de políticas de incentivos e condições de consumo sobre a viabilidade econômica**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, para obtenção do Título de Mestrado Acadêmico em Engenharia Civil, na área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e com Linha de Pesquisa voltada para Recursos Hídricos.

Orientadora: Prof. Dra. Luiza Carla Girard Mendes Teixeira

Belém – Pará – Brasil

2017

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

---

Gómez, Yapur Dumit, 1990-

Aproveitamento de água da chuva residencial: efeito de políticas de incentivos e condições de consumo sobre a viabilidade econômica/Yapur Dumit Gómez.- 2017.

Orientador: Luiza Carla Girard Mendes Teixeira

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2017

1. Engenharia Ambiental 2. Águas pluviais- aspectos econômicos 4. Água- reutilização I. Título

CDD 22.ed.628

---



**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA RESIDENCIAL: EFEITO DE POLÍTICAS DE INCENTIVOS E CONDIÇÕES DE CONSUMO SOBRE A VIABILIDADE ECONÔMICA**

**AUTOR:**

**YAPUR DUMIT GOMEZ**

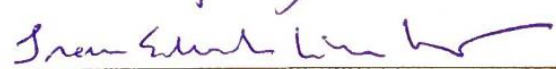
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA APROVADA PELO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL.

APROVADO EM: 06/03/17

BANCA EXAMINADORA:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Luíza Carla Girard Mendes Teixeira  
Orientadora (UFPA)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. André Augusto Azevedo Montenegro Duarte  
Membro Interno (UFPA)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Iran Eduardo Lima Neto  
Membro Externo (UFC)

Visto:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Dênio Ramam Carvalho de Oliveira  
Coordenador do PPGEC / ITEC / UFPA

# Dedicat3ria

A mi madre, que fue madre y padre a la vez.

A mi hermana, mis abuelos y mis t3os,

los quiero.

## **Agradecimentos**

Agradeço a minha mãe Ynés por ter me proporcionado tudo o que precisei na vida, incluindo a vida mesma.

A minha irmã Yanna por me ajudar sempre a ser uma melhor pessoa.

Aos professores e funcionários do Programa de Mestrado em Engenharia Civil/UFPA pelas lições e especialmente à Profa. Dra. Luiza Carla Girard Mendes Teixeira paciência e dedicação nas orientações.

Aos meus colegas do programa pelas ajudas com as aulas, desenvolvimento do trabalho e adaptação cultural, especialmente à Vanessa Watrin e Raisa Neves.

Aos funcionários da PROPESP pela acolhida dentro do programa PAEC-OEA, em especial à Profa. Dra. Iracilda Sampaio por todo o apoio, ajudas e recomendações.

Aos meus tantos amigos do que me ajudaram na acolhida e compartilharam esta experiência comigo, em especial à Heliana Ceballos, Sebastián Molina, Hernán Cerreño, Leslye Castro e Patrícia Gutiérrez.

A todas as pessoas que disponibilizaram a sua residência para o levantamento desta pesquisa.

## Resumo

O aproveitamento de água da chuva é um tema recorrente na atualidade por ser parte das práticas sustentáveis para edificações urbanas. A viabilidade econômica da implantação de um sistema para a captação, tratamento e distribuição de água pluvial em uma casa é de interesse para o usuário que se propõe a iniciar o empreendimento. Com este fim, no presente trabalho foram levantadas 12 residências unifamiliares de diferentes padrões construtivos no município de Belém. Foi realizado o projeto e orçamento para o sistema de aproveitamento de água da chuva de cada uma das casas. O desempenho hídrico e a viabilidade econômica foram avaliados sob diferentes cenários de consumo e de políticas econômicas através de simulações no software de aproveitamento de água da chuva NETUNO 4.0. A principal conclusão é que os sistemas de água da chuva são mais viáveis economicamente nas residências com maior demanda, independentemente do tamanho da área de captação. O custo de implantação de sistemas de água da chuva tem pouca variação com o padrão da residência familiar onde é instalado. A estrutura tarifária torna economicamente inviável o aproveitamento de água da chuva sob qualquer cenário nas casas que tem um consumo abaixo da tarifa social ou de cobrança fixa. Uma combinação de aumento de preço da água e diminuição no custo de implantação melhoraram a viabilidade econômica do aproveitamento de água da chuva.

**Palavras-chave:** água da chuva, viabilidade econômica, sustentabilidade, BIM

## **Abstract**

Rainwater harvesting is currently a recurring theme as part of the sustainable practices for urban constructions. The economic feasibility of implementing a system for capturing, treating and distributing of rainwater for residential uses is of interest for the user who intends to benefit from such practice. To this end, twelve single family dwellings of different construction standards were selected for this work in the city of Belém. The project and budget for the installation of a rainwater harvesting system were prepared for each house. The hydrological performance and economic feasibility were evaluated under different consumption and economic policies scenarios using the rainwater harvesting simulation software NETUNO4.0. The main conclusion is that rainwater systems are more economically feasible in households with higher water demand, regardless of the size of the catchment area. The cost of deploying rainwater systems has little variation with the economic standard of the residence where it is installed. The tariff structure makes it economically unfeasible to harvest rainwater under any scenario in houses where water consumption is below the social tariff or receives fixed price water bill. A combination of rising water prices and reduced implementation costs improves the economic feasibility of rainwater harvesting.

**Key words:** Rainwater harvesting, economic feasibility, sustainability, BIM.



## Lista de Figuras

Figura 1 - Consumo médio de água per capita nos estados e Distrito Federal do Brasil.....	16
Figura 2 – Sistema típico de aproveitamento de água da chuva.....	22
Figura 3 – Diagrama de um subsistema básico de calhas e conexões.....	27
Figura 4 – Peças de tubulações usadas em calhas. A) Cabeceira de PVC. B) Bocal de Alumínio para condutor. C) Esquadro Interno Galvanizado. D) Suporte para calha Moldura PVC. E) Condutor de PVC. F) Calha de Alumínio.....	28
Figura 5 – (A) Detalhamento do dispositivo de descarte. (B) Detalhamento do dispositivo de descarte com válvula de fechamento de bola.....	30
Figura 6 – Dispositivo de descarte com filtro autolimpante.....	30
Figura 7 - Estrutura de políticas econômicas.....	37
Figura 8 - Diagrama de fluxos de caixa.....	42
Figura 9- Efeitos da variação dos parâmetros de entrada sobre o VPL.....	47
Figura 10 - Espacialização dos estudos de caso e a estação pluviométrica no município de Belém.....	50
Figura 11 - Tela para dados de entrada da simulação hidrológica em Netuno.....	53
Figura 12 - Tela para dados de entrada da análise econômica em Netuno.....	56
Figura 13 - Fluxograma do procedimento metodológico da pesquisa.....	57
Figura 14 - Separador de folhas de água da chuva.....	59
Figura 15 - Esquema de reservatório de descarte com fechamento hídrico.....	59
Figura 16- Esquema de conjunto motor-bomba e sistema de tratamento.....	60
Figura 17 - Renderização de modelos 3D das casas levantadas elaboradas com o programa REVIT STUDENT VERSION 2016.....	67
Figura 18 - Custo de implantação total em relação a equipamentos e reservatórios para sistemas de SCAC por caso.....	69
Figura 19- Médias mensais de precipitação da série levantada.....	71
Figura 20 – Potencial de economia de água potável em relação a área unitária de captação.....	72
Figura 21 – Volume de água potável economizada mensalmente e proporção de dias com atendimento total de $D_{ac}$ nos cenários ADH-2 e ADH-3.....	73
Figura 22 - Proporção de dias com atendimento total de $D_{ac}$ nos cenários ADH-1, ADH-5, ADH-5 e ADH-6.....	73
Figura 23 - Volume de água potável economizada mensalmente nos cenários ADH-1, ADH-4, ADH-5 e ADH-6.....	74
Figura 24- Relação entre VPL e demanda total mensal nos cenários: (A) ADH-1, (B) ADH-2, (C) ADH-3, (D) ADH-1, ADH-2 e ADH-3.....	76
Figura 25 - Diferença no VPL nos cenários ADH-2 e ADH-3.....	77
Figura 26 - VPL para os cenários ADH-4, ADH-5 e ADH-6.....	77
Figura 27 - VPL para os cenários AE-1, AE-2, AE-3 e AE-4.....	79
Figura 28 - VPL nos cenários AE-1, AE-5, AE-6 e AE-7.....	80

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Demanda de água segundo o nível de serviço .....	14
Tabela 2 - Consumo médio de água per capita nas regiões do Brasil .....	15
Tabela 3 – Percentagem de domicílios abastecidos por rede geral nas regiões do Brasil...	17
Tabela 4 - Estimativa de consumo de água potável por subcategoria residencial .....	17
Tabela 5 – Comparação de parâmetros de qualidade da água da atmosfera em diferentes localidades .....	18
Tabela 6 - Qualidade da água da chuva para usos restritivos não potáveis .....	20
Tabela 7 - Proporção da demanda para usos residenciais não potáveis .....	21
Tabela 8 - Valores do coeficiente de escoamento segundo o material de cobertura .....	25
Tabela 9 – Materiais recomendados para condução de águas pluviais. ....	28
Tabela 10 – Comparação de parâmetros de qualidade da água antes e depois do descarte de autolimpeza em telhados com cobertura de telha de barro.....	31
Tabela 11 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis	34
Tabela 12 - Performance de tecnologias de tratamento no ponto de uso .....	36
Tabela 13 - Taxas de desconto em projetos de aproveitamento da água da chuva .....	43
Tabela 14 - Payback para avaliações de SCAC em casas e prédios residenciais.....	45
Tabela 15 - Dados da estação pluviométrica do INMET em Belém-Pa.....	50
Tabela 16 - Variáveis de entrada do programa Netuno para avaliação do desempenho hídrico em SCAC's.....	52
Tabela 17 - Características do filtro instalado em linha antes da caixa d'água .....	60
Tabela 18 - Custos de operação e manutenção do SCAC.....	61
Tabela 19 – Tarifas de água e esgoto da COSANPA referência 23/01/2016.....	63
Tabela 20 - Cenários para análise de sensibilidade etapa ADH .....	64
Tabela 21 - Cenários para análise de sensibilidade etapa AE .....	65
Tabela 22 - Resumo do levantamento de estudos de caso.....	66
Tabela 23 - Estimativas de consumo e dimensionamento do reservatório.....	68
Tabela 24 - Proporção de custo por componentes do custo total de implantação .....	70
Tabela 25 - Desempenho hídrico de SCAC no cenário ADH-1 .....	71
Tabela 26 - Resultados de VPL, TIR e Payback no cenário ADH-1 .....	75
Tabela 27- Consumo médio mensal de água potável nos cenários ADH-1, ADH-5 e ADH-6 .....	79

## Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
A <sub>cu</sub>	Área de captação unitária
AE	Análise econômica
ADH	Avaliação de Desempenho Hídrico
ANA	Agência Nacional de Águas
CELPA	Centrais Elétricas do Pará
COSANPA	Companhia de Saneamento do Pará
D <sub>ac</sub>	Demanda de água da chuva
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ONU	Organização Mundial das Nações Unidas
Pa	Pará
RC	Coefficiente de runoff
SCAC	Sistema de captação e aproveitamento de água da chuva
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisas de Custo e Índices da construção civil
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido
WHO	Organização Mundial da Saúde

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVOS .....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1. Demanda da Água .....	14
3.1.1. Tendência mundial de consumo .....	14
3.1.2. Padrões de consumo no Brasil .....	15
3.1.3. Qualidade e Usos.....	18
3.2. Componentes do Sistema de Captação e Tratamento .....	22
3.2.1. Superfície de Captação.....	23
3.2.2. Calhas e conexões.....	26
3.2.3. Auto Limpeza .....	29
3.2.4. Armazenamento .....	32
3.2.5. Tratamento .....	34
3.3. Políticas de Incentivo .....	37
3.4. Análise econômica .....	40
3.4.1. Valor Presente Líquido (VPL).....	41
3.4.2. Taxa Interna de Retorno (TIR) .....	44
3.4.3. Método do Prazo de Retorno .....	45
3.4.4. Análise de Sensibilidade e Censuração .....	46
4. METODOLOGIA .....	49
4.1. Área de estudo .....	49
4.2. Software de simulação de aproveitamento de água .....	51
4.2.1. Avaliação de Desempenho Hídrico (ADH) .....	51
4.2.2. Análise econômica (AE) .....	54
4.3. Procedimento metodológico .....	57
5. Resultados e Discussões.....	66
5.1. Levantamento de residências e enquadramento .....	66
5.2. Elaboração de projeto de engenharia e orçamento .....	68
5.3. Resultados da simulação de cenários ADH .....	70
5.4. Resultados da simulação de cenários AE .....	75
6. Conclusões e Recomendações .....	81
7. REFERÊNCIAS.....	83
Anexo I – Material de operação e manutenção.....	90
Apêndice A - Orçamentos de SCAC para cada residência.....	91
Apêndice B – Plantas e Isométricas para cada residência .....	131

## 1. INTRODUÇÃO

Desde o início do século XXI uma das principais preocupações da humanidade tem sido o papel do gerenciamento dos recursos naturais na sua sobrevivência. O aproveitamento sustentável de recursos, inclusive os hídricos, foi um dos objetivos do milênio estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU), com o fim de que estes sejam preservados para suprir as necessidades das futuras gerações (ONU, 2000, 2015).

Os recursos hídricos são uns dos recursos mais explorados e com tendência ao aumento desta exploração. Para o ano de 2050 espera-se um incremento de 55% na demanda de água mundial, o que além de gerar escassez aumenta a competição entre os diferentes usos (WWAP, 2015). No Brasil, a vulnerabilidade hídrica já é uma realidade em várias regiões. A região Nordeste, principalmente o semiárido, sofre estresse crônico devido à baixa disponibilidade hídrica presente na região (ANA, 2010). Nos últimos anos, a crise hídrica se estendeu à região Sudeste como consequência do aumento na demanda, associado às mudanças nos padrões climáticos (ANA, 2014; JACOBI; CIBIM; LEÃO, 2015).

Melhorar o acesso à água potável serve como estratégia para aliviar a pobreza tanto em ambientes urbanos como rurais (WHO, 2011). O acesso em ambientes rurais é usualmente comprometido. No mundo, o fornecimento de água encanada residencial em áreas urbanas é de 79%, frente à 32% de cobertura rural (WHO/UNICEF, 2015). Neste cenário, o aproveitamento de água da chuva pode servir de alternativa viável, econômica e tecnicamente, para o abastecimento de água para consumo humano (FLORES *et al.*, 2012; LEAL; LOPES; MENDES, 2014; MWABI *et al.*, 2011; STURM *et al.*, 2009).

A principal justificativa para o aproveitamento da água da chuva são os benefícios, tanto no abastecimento de água para usos com fins potáveis ou não (dependendo do tratamento implementado no sistema), quanto na melhoria das condições de escoamento. A porcentagem da demanda de água que pode ser coberta pelos sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva (SCAC) depende de um grande número de fatores como: usos aceitáveis da água captada, quantidade e sazonalidade da precipitação no local de instalação, volume do reservatório, área da superfície de captação e demanda total da água (IMTEAZ *et al.*, 2011). No

escoamento superficial, os efeitos da implantação de SCAC em grande escala são tanto na redução das vazões de pico durante chuvas intensas (CAMPISANO *et al.*, 2014) como no volume total de escoamento à longo prazo (WALSH; POMEROY; BURIAN, 2014). As reduções nas vazões de pico aumentam o tempo de vida útil da infraestrutura de drenagem municipal ao mesmo tempo que a redução de volume total de escoamento diminui o efluente lançado nos corpos de água.

As políticas governamentais são decisivas na adoção de práticas sustentáveis na sociedade (JÄNICKE, 2008). No Brasil, a Articulação do Semiárido Brasileiro tem desenvolvido um dos maiores programas sociais do mundo para aproveitamento de água da chuva implantado na região nordeste, com mais de 500 mil cisternas construídas até 2016 (ASA, 2016). Outros programas têm sido implementados em várias regiões do país, incluindo ações em Belém-Pa, principalmente em zonas insulares (LEAL; LOPES; MENDES, 2014). Na legislação brasileira existem várias leis, principalmente na esfera municipal, que incentivam ou obrigam o aproveitamento de águas pluviais para empreendimentos na construção civil, comércios, indústrias e outros estabelecimentos (DA COSTA PACHECO *et al.*, 2017).

Porém, uma das principais barreiras para a iniciativa privada no aproveitamento de água da chuva é o custo artificialmente baixo nas tarifas de água potável (GOLD *et al.*, 2010). Segundo o SNIS (2016) em 2014, 12 dos 26 estados, incluído Pará, apresentaram uma despesa total média por m<sup>3</sup> maior que a tarifa média cobrada, o que representa uma discordância entre o custo real do abastecimento e o valor cobrado pelas concessionárias.

Do exposto, este trabalho propõe a avaliação da viabilidade econômica da implantação em residências de SCAC sob diversas condições de consumo da água e políticas de incentivo, com a finalidade de fornecer às autoridades, projetistas e usuários informações relevantes na hora da tomada de decisões do uso desta tecnologia.

## 2. OBJETIVOS

### Objetivo Geral:

Analisar a viabilidade e a sensibilidade econômica da implantação de sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva à variação de hábitos de consumo e políticas de incentivos em residências unifamiliares no município de Belém-Pa.

### Objetivos Específicos:

- Analisar o custo de implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva em 12 estudos de caso no ambiente urbano do município de Belém.
- Determinar a economia possível com a substituição de água do abastecimento municipal com água da chuva tratada tanto para usos unicamente não potáveis quanto para todos os usos.
- Determinar a viabilidade econômica do investimento usando os métodos de: Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e Período de Retorno.
- Realizar uma análise de sensibilidade econômica do empreendimento frente a variação de demanda per capita e percentagem de utilização de água pluviais
- Realizar uma análise de sensibilidade econômica do empreendimento frente políticas de incentivo governamentais de variação na tarifa de água e subsídio no custo de implantação de SCAC.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Demanda da Água

##### 3.1.1. Tendência mundial de consumo

A extração total de água para o suprimento das necessidades humanas é aproximadamente 2.710 km<sup>3</sup> por ano, dos quais 11% são destinados para abastecimento doméstico (FAO, 2011). As demandas mínimas de água para beber e suprir as necessidades básicas de higiene pessoal, de acordo com o nível de acesso, são apresentadas na Tabela 1. Considera-se um nível de risco baixo quando o nível de atendimento é de pelo menos 50 litros por habitante por dia (L/hab.dia) e acessível na casa. Segundo Danilenko *et al.* (2014), em 2010 o consumo médio de água per capita de 135 países avaliados foi de 180 L/hab.dia, com um desvio padrão de 103 L/hab.dia. Embora a média de consumo desses países fique dentro do intervalo de acesso ótimo, a variabilidade do atendimento é muito grande.

Tabela 1 - Demanda de água segundo o nível de serviço

<i>Nível de Serviço</i>	<i>Distância/tempo</i>	<i>Volume médio diário (Litros por Pessoa)</i>	<i>Nível de risco à saúde pública por higiene</i>
<i>Sem acesso</i>	1 km / 30 min	5	<b>Muito alto</b> Higiene e consumo básico comprometido
<i>Acesso básico</i>	1 km / 30 min	20	<b>Alto</b> Higiene pode estar comprometida
<i>Acesso médio</i>	Pelo menos uma torneira na casa	50	<b>Baixo</b> Higiene não deve estar comprometida
<i>Acesso ótimo</i>	Várias torneiras dentro da casa	100-200	<b>Muito baixo</b> Higiene não deve estar comprometida

Fonte: Adaptado de WHO (2011)

Além da cobertura das redes de abastecimento, existem diversos fatores como cultura, temperatura, disponibilidade hídrica, entre outros, que influenciam a variação



dos padrões de consumos nas diferentes regiões do mundo (WHO, 2011). Como consequência, este tema é alvo de estudos e pesquisas que tentam determinar o comportamento da demanda em cada local. Na Austrália, Haque *et al.* (2015) observaram que a demanda de água é mais afetada pelas políticas de economia de água (aproveitamento de água da chuva, aparatos de vazão reduzida, entre outros) e a tarifa da água que pelos fatores climáticos. Kontokosta e Jain (2015) analisaram o consumo de água de prédios plurifamiliares na cidade de Nova Iorque e determinaram que o consumo de energia elétrica, a idade do edifício e se a moradia é alugada, são todas variáveis com uma correlação positiva com a demanda de água. Na Itália, Romano *et al.* (2015) avaliaram o consumo de água em 105 cidades e concluíram que no nível municipal o consumo de água per capita é influenciado pelo preço da água, a altitude e a população.

### 3.1.2. Padrões de consumo no Brasil

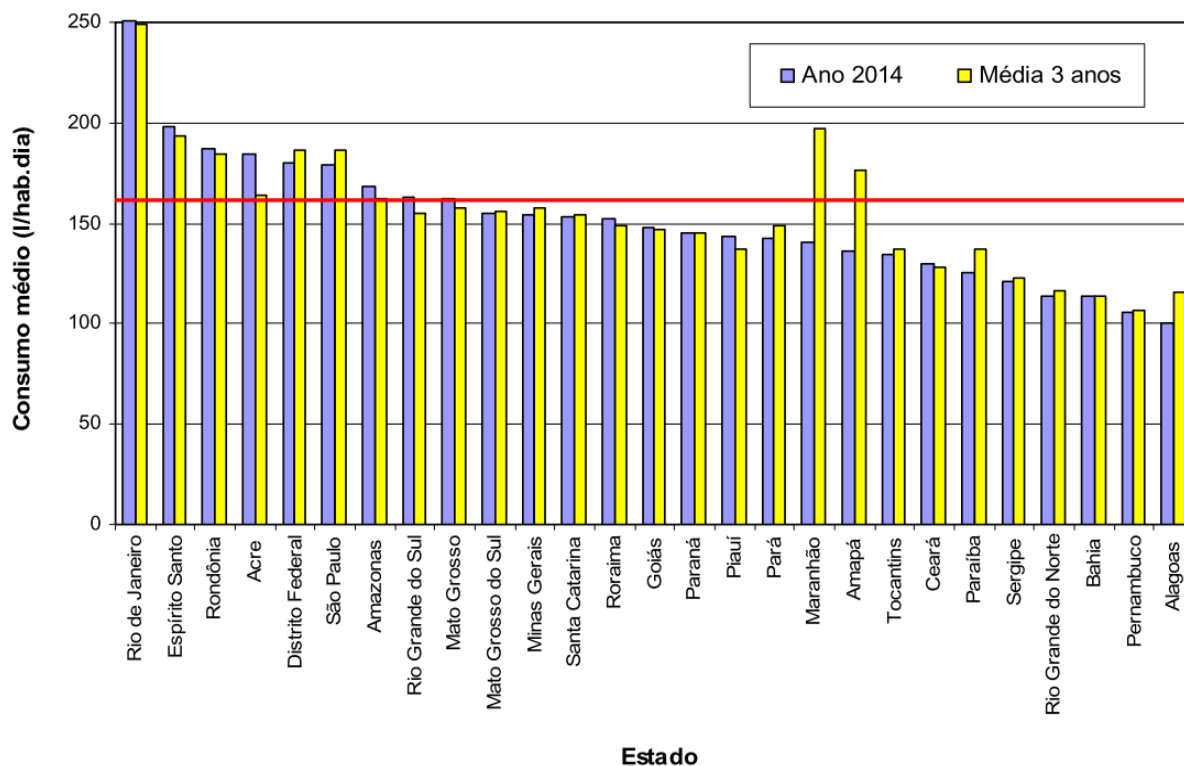
O consumo de água para fins domésticos no Brasil é considerado heterogêneo entre diferentes regiões. De acordo com dados do SNIS (2016) a região Sudeste é a única com um consumo acima da média nacional (16%), enquanto o Nordeste é a região com o menor consumo, aproximadamente 24% menor que a média nacional de 162 L/hab.dia (Tabela 2).

Tabela 2 - Consumo médio de água per capita nas regiões do Brasil

<i>Região</i>	<i>Média de consumo per capita de água dos anos 2012, 2013 e 2014 (L/hab.dia)</i>
<i>Norte</i>	154,2
<i>Nordeste</i>	118,9
<i>Sudeste</i>	187,9
<i>Sul</i>	153,6
<i>Centro-Oeste</i>	158,8
<i>Brasil</i>	162,0

Fonte: Adaptado de Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2014 (SNIS, 2016)

No Brasil observa-se que o estado que apresenta maior consumo médio dos últimos três anos foi Rio de Janeiro (250,8 l/hab.dia) e o de menor consumo foi Alagoas (100,8 l/hab.dia). O estado do Pará (156,6 l/hab.dia) ocupa uma das posições centrais, 17 de 27, na classificação de consumos médios per capita para o ano 2013 (Figura 1).



**Figura 1 - Consumo médio de água per capita nos estados e Distrito Federal do Brasil**

Fonte: Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2014 (SNIS, 2016)

Porém, esses dados são válidos para as zonas urbanas que são abastecidas por uma rede de distribuição municipal. Na Tabela 3 é mostrada a percentagem de domicílios abastecidos por uma rede de abastecimento. Destaca-se que menos da metade dos domicílios na região Norte são abastecidos pela rede municipal, sendo que é a região mais extensa e com menor densidade populacional do Brasil (IBGE, 2008). Como consequência, as estatísticas de consumo de água fornecidas pelas companhias de abastecimento não incluem uma grande parte da população, especialmente a população rural.

Tabela 3 – Percentagem de domicílios abastecidos por rede geral nas regiões do Brasil

REGIÃO	PERCENTAGEM DE DOMICÍLIOS ABASTECIDOS	
	2000	2008
NORTE	44,3%	45,3%
NORDESTE	52,9%	68,3%
SUDESTE	70,5%	87,5%
SUL	69,1%	84,2%
CENTRO-OESTE	66,3%	82,0%
BRASIL	63,9%	78,6%

Fonte: IBGE (2008)

No Brasil, o consumo de água per capita tem uma correlação positiva com a renda, tanto no nível municipal quanto no nível familiar, sendo que as famílias com maiores ingressos têm a tendência de consumir um volume de água maior (DO CARMO; DAGNINO; JOHANSEN, 2014; MONTERO DIAS; BARREIRA MARTINEZ; LIBÂNIA, 2014). Na Tabela 4 é apresentada a previsão usada pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) para consumo de Belém por padrão construtivo da residência.

Tabela 4 - Estimativa de consumo de água potável por subcategoria residencial

Categoria	Sub Categoria	Especificação	Consumo Mensal Estimado por Economia
Residencial	R1	Imóvel tipo barraco, em madeira de 2°, enchimento ou alvenaria sem reboco, de construção simples, dotado com até três pontos de utilização de água e com até três cômodos (compartimentos).	10 m <sup>3</sup>
	R2	Imóvel de construção simples em madeira de lei, Enchimento ou alvenaria com reboco, dotado com Até 05 (cinco) pontos de utilização de água e mais de 03 (três) cômodos (compartimentos). Nesta subcategoria incluem-se apartamentos residências Tipo "kit net" de prédios em condomínio.	20 m <sup>3</sup>
	R3	Imóvel de bom acabamento, em madeira de lei ou Alvenaria, térreo ou com até 02 (dois) banheiros ou Com até 10 (dez) pontos de utilização de água. Nesta subcategoria incluem-se apartamentos Residências de prédios em condomínio.	30 m <sup>3</sup>
	R4	Imóvel de fino acabamento, em alvenaria, térreo ou Com até 02 (dois) pavimentos, dotado de 02 (dois) ou Mais banheiros ou com 10 (dez) ou mais pontos de Utilização de água. Nesta subcategoria Incluem-se apartamentos residências de luxo de Prédios em condomínio e piscinas residências.	40 m <sup>3</sup>

Fonte: Adaptado de COSANPA (2015)

Nota-se que na falta de micromedição, o nível de vida é o principal indicador da demanda de água. Esta estimativa é complementada levando em conta o consumo per capita e a número de moradores na residência.

### 3.1.3. Qualidade e Usos

A água de chuva tem uma boa qualidade em comparação com outras fontes de captação, mesmo assim, não é potável e precisa de tratamento para cumprir com os padrões de potabilidade, especialmente nos parâmetros microbiológicos (FARRENY *et al.*, 2011; GIKAS; TSIHRINTZIS, 2012; LEE; BAK; HAN, 2012). Na Tabela 5 pode-se observar uma diferença importante nos parâmetros de qualidade da água na atmosfera, sendo que a qualidade é afetada pelos poluentes suspensos no ar que são removidos pela água precipitada (SÁNCHEZ; COHIM; KALID, 2015; WHO, 2011). Ainda na mesma área de estudo, os parâmetros de qualidade podem mudar com as estações ao longo do ano (LEE *et al.*, 2010; YURI; NAKADA; MORUZZI, 2014; ZHANG *et al.*, 2014).

Tabela 5 – Comparação de parâmetros de qualidade da água da atmosfera em diferentes localidades

<b>Autor</b>	(BEYSENS <i>et al.</i> , 2006)	(LEE <i>et al.</i> , 2010)	(ALCOLEA <i>et al.</i> , 2015)
<b>Local de estudo</b>	Pessac, França	Gangneung, Coreia do Sul	Torreblanca, Espanha
<b>Precipitação média anual</b>	N/A	1300 mm	300 mm
<b>Parâmetros físico-químicos</b>			
pH	5,2	5,3	7,1
Condutividade elétrica ( $\mu\text{S/m}$ )	50	30	180
$\text{NO}_3^-$ (mg/l)	3,9	2,2	4,1
$\text{Cl}^-$ (mg/l)	5,8	3,0	5,0
$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/l)	4,3	2,4	9,6
<b>Parâmetros biológicos</b>			
Coliformes totais (CFU/100 ml)	Presente	Não detectado	N/a

Embora a qualidade da água de chuva não tratada seja boa, esta não pode ser considerada potável e seu uso deve ser restrito para as atividades que não colocam em risco a saúde dos usuários. Existem variações nos usos considerados aceitáveis em diferentes países. Estes vão desde os usos menos restritos, como a descarga de bacias sanitárias e irrigação de jardins (ENVIRONMENT AGENCY, 2010), até todos os usos da água potável, exceto bebida e preparação de alimentos (DEPARTMENT OF HEALTH, 2011).

No Brasil a NBR 15527 (ABNT, 2007) estabelece os parâmetros de qualidade para os usos não potáveis, em que são mencionados: descargas de bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos de águas e usos industriais. Na Tabela 6 são apresentados os parâmetros de qualidade para diferentes países. A exigência de parâmetros de qualidade da água mais restritivos pode inviabilizar a implementação de SCAC para fins não potáveis por limitar a quantidade de água substituível com tratamento simplificado. Neste sentido, verifica-se que a NBR 15527 (ABNT, 2007), ao estabelecer padrões de qualidade restritivos para usos não potáveis, similares aos valores estabelecidos pela portaria de potabilidade brasileira n. 2914 (BRASIL, 2011), ou seja, água para consumo, por certo tem influência no aumento do custo com dispositivos de tratamento, incluindo desinfecção com cloro.

Tabela 6 - Qualidade da água da chuva para usos restritivos não potáveis

Parâmetro	Reino Unido	Texas (USA)*	Brasil
Coliformes totais (ufc em 100 ml)	< 1000	< 500	Ausência
Coliformes termotolerantes (ufc em 100 ml)	250 (E. Coli)	< 100	Ausência
Cloro residual livre	< 0,5 mg/L (irrigação) < 2,0 (outros)	-	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	<10 NTU (<1 para desinfecção UV)	-	< 2,0 uT, para usos menos restritivos < 5,0 uT.
Cor aparente	-	-	< 15 uH
Ph	De 5 a 9	-	De 6,0 a 8,0 no caso de aço carbono ou galvanizado.

\* Usos não potáveis internos

Fonte: Adaptado de Texas Water Development Board (2006), ABNT (2007) e BSI (2009).

Nem todos os usos da água são potáveis. Alguns dos usos que não precisam de água potável são apresentados na Tabela 7. Observa-se uma variação ampla na distribuição do consumo entre países e mesmo nos estudos dentro de um mesmo país. Como consequência, a porcentagem da demanda total que pode ser substituída por água da chuva vai depender das atividades para a qual não é obrigatório o uso de água potável junto a outros fatores como necessidades de consumo, eficiência de aparelhos hidro sanitários.

Tabela 7 - Proporção da demanda para usos residenciais não potáveis

<b>Autor</b>	<b>Possíveis usos para fins não potáveis</b>	<b>Proporção para fins não potáveis</b>	<b>País</b>
<b>(MAYER <i>et al.</i>, 1999)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de vaso sanitário (8%)</li> <li>• Lavagem de roupas (7%)</li> <li>• Uso Externo (59%)</li> </ul>	8-74%	Estados Unidos
<b>Loh e Coghlan (2003)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de vaso sanitário (21%)</li> <li>• Lavagem de roupas (27%)</li> </ul>	21-48%	Austrália
<b>Kloss (2008)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de vaso sanitário (11%)</li> <li>• Lavagem de roupas (9%)</li> <li>• Uso Externo (59%)</li> </ul>	11-79%	Estados Unidos
<b>Environment Agency (2010)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de vaso sanitário (26%).</li> <li>• Lavagem de roupas (12%)</li> <li>• Lavagem de piso e irrigação externa (7%).</li> </ul>	26% - 44%	Inglaterra
<b>Gato-Trinidad; <i>et al.</i> (2011)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de vaso sanitário (13%).</li> <li>• Uso externo. (29%).</li> <li>• Lavagem de roupas (17%).</li> </ul>	13-59%	Austrália
<b>Matos, <i>et al.</i> (2013)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de vaso sanitário (14%)</li> <li>• Lavagem de roupas (8%)</li> </ul>	14-22%	Portugal
<b>Marinoski <i>et al.</i> (2014)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de vaso sanitário (20%).</li> <li>• Lavagem de roupas (18%)</li> <li>• Uso externo (5%).</li> </ul>	20%- 43%	Brasil
<b>Silva; <i>et al.</i> (2015)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de vaso sanitário (29%)</li> <li>• Lavagem de roupas (8%)</li> <li>• Uso Externo (1%)</li> </ul>	30-38%	Portugal

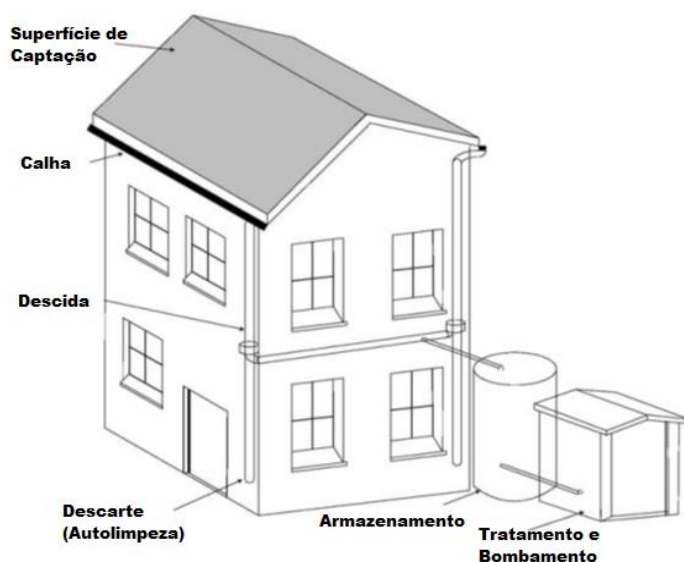
Outro fator a levar em conta é a percepção do consumidor na hora do uso de água não potável para determinados fins. Leonard *et al.* (2015) observaram que na Austrália 90% dos usuários se sentem confortáveis usando água pluvial para fins não potáveis. No mesmo estudo foi encontrado que a maioria das pessoas aceita o uso de água da chuva com tratamento para fins potáveis.

### 3.2. Componentes do Sistema de Captação e Tratamento

Os sistemas de água de chuva têm diversas configurações dependendo do local onde são instalados. Estes sistemas possuem vários componentes que são comuns em uma implementação típica de aproveitamento da água da chuva. Estes foram resumidos por MUN & HAN (2012) em:

- Superfície de captação.
- Calhas e conexões.
- Auto limpeza.
- Armazenamento.
- Sistema de transbordamento.
- Sistema de abastecimento.

A ordem de funcionamento do sistema pode ser resumida assim: a água da chuva cai no telhado, este a direciona até as calhas, que junto com os tubos de descida, levam-na até o armazenamento. Antes de chegar até o armazenamento uma quantidade determinada das primeiras águas é descartada pelo sistema de auto limpeza. Depois do armazenamento é tratada, ou não, dependendo do uso final. Posteriormente a água entra na edificação, por gravidade ou bombeamento dependendo da carga hidráulica disponível (Figura 2).



**Figura 2 – Sistema típico de aproveitamento de água da chuva.**

Fonte: adaptado de (LI; BOYLE; REYNOLDS, 2010)



### 3.2.1. Superfície de Captação

A superfície de captação é o dispositivo de entrada para a água da chuva no SCAC. Teoricamente, qualquer superfície impermeável exposta na atmosfera serve como superfície de captação, como por exemplo telhados, áreas de estacionamento, quadras esportivas, etc. Entretanto, a superfície escolhida afeta de maneira direta a quantidade e a qualidade da água coletada.

O foco deste trabalho são os SCAC instalados em construções residenciais. Neste tipo de sistema a superfície de captação mais comum é o telhado, pois este oferece várias vantagens sobre outras superfícies como:

- Superfície relativamente ampla que permite captar um grande volume de água (FARRENY *et al.*, 2011).
- É uma superfície com uma permeabilidade baixa, o que permite maximizar a captação (FARRENY *et al.*, 2011).
- Está em contato direto só com a atmosfera, o que diminui a quantidade de poluentes que afetam a qualidade da água captada (GÖBEL; DIERKES; COLDEWEY, 2007; SÁNCHEZ; COHIM; KALID, 2015).
- Tem várias opções de materiais de construção e inclinação do mesmo, fatores que afetam tanto a qualidade como a quantidade de água captada (FARRENY *et al.*, 2011).
- É uma superfície que fica em cima da construção, o que disponibiliza uma carga hidráulica que pode ser aproveitada para diminuir ou eliminar a necessidade de bombeamento, dependendo da localização dos outros componentes.

A superfície e a inclinação do telhado são definidas pelo tamanho e o tipo de construção. Então, a decisão mais importante a ser tomada é o material do telhado, este influi tanto na qualidade quanto na quantidade da água captada. A qualidade da água antes de chegar ao telhado depende das condições ambientais do entorno (FARRENY *et al.*, 2011). Outros fatores que influenciam são a proximidade de ruas principais, direção dos ventos predominantes, proximidade de vegetação, presença de animais, etc.

O material do telhado é um fator importante na qualidade da água captada no telhado (ABDULLA, 2009; FARRENY *et al.*, 2011; GIKAS; TSIHRINTZIS, 2012). Os materiais orgânicos têm os piores resultados em qualidade física, química e bacteriológica, isso acontece pela degradação que sofrem esses materiais pelas condições atmosféricas. Os melhores resultados são geralmente para os telhados metálicos, depois do descarte das primeiras águas. Estes telhados são resistentes às condições atmosféricas, e além dos resíduos que estão presentes nas águas de descarte, sofrem pouca erosão e possuem poucos interstícios que permitam alojamento de material poluente durante intervalos de seca (GIKAS; TSIHRINTZIS, 2012; LEE; BAK; HAN, 2012).

O material do telhado também afeta o crescimento de organismos. As coberturas de madeira oferecem um ambiente favorável para a presença de líquenes e musgos que degradam consideravelmente a qualidade bacteriológica da água (LEE; BAK; HAN, 2012). Os telhados metálicos e as telhas de barro são menos propensos a apresentar crescimento de organismos (MENDEZ *et al.*, 2011). Os telhados metálicos são os melhores em termos de qualidade bacteriológica devido à pouca presença de interstícios que abriguem restos orgânicos e a ação purificadora gerada pelo aquecimento do telhado causada pela luz solar (LEE; BAK; HAN, 2012).

A quantidade da água coletada depende de vários fatores. Esses fatores são incluídos no coeficiente de escoamento ou runoff (RC) que mede a eficiência de um telhado para coletar água e é calculado para cada caso específico pela equação (1) (FARRENY *et al.*, 2011):

$$RC = \frac{R}{P} \quad (1)$$

Onde **R** representa o volume de escoamento captado e **P** o volume de precipitação. RC é um número adimensional que vai de 0 a 1. Na Tabela 8 são apresentados alguns valores do RC em função do material da superfície de captação.

Tabela 8 - Valores do coeficiente de escoamento segundo o material de cobertura

Material	Valor	Autor
<b>Concreto e Asfalto (Inclinado)</b>	0,90	Lancaster (2009)
<b>Metal</b>	0,81 - 0,84	Liaw e Tsai (2004)
	0,80 - 0,90	Tomaz (2007)
	0,95	Lancaster (2009)
	0,92	Farreny <i>et al.</i> (2011)
<b>Seixo</b>	0,80 - 0,85	Lancaster (2009)
	0,58 - 0,66	Farreny <i>et al.</i> (2011)
<b>Cimento (plano)</b>	0,81	Liaw e Tsai (2004)
<b>Plástico</b>	0,90 - 0,92	Farreny <i>et al.</i> (2011)
<b>Telha de barro</b>	0,80 - 0,90	Tomaz (2007)
	0,84 - 0,86	Farreny <i>et al.</i> (2011)
<b>Fibrocimento</b>	0,80 - 0,90	Tomaz (2007)

Os fatores mais importantes que afetam o valor de RC são a inclinação e o material do telhado. Os materiais lisos e menos porosos conseguem um RC maior. Os telhados metálicos e plásticos possuem as maiores eficiências enquanto os telhados de seixos conseguem as menores. As telhas de barro alcançam uma eficiência levemente menor que os tetos metálicos. O RC normalmente tem um valor entre 0,7 e 0,9 dependendo dos fatores já mencionados (FARRENY *et al.*, 2011).

Tendo escolhido o coeficiente de escoamento e com os dados pluviométricos da área, é possível calcular o potencial hídrico de um SCAC aplicando a equação (2) segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007):

$$V = P * RC * A * \eta \quad (2)$$

Onde  $V$  (m<sup>3</sup>) é o volume de água captado,  $P$  (mm) é a lâmina da água precipitada,  $A$  (m<sup>2</sup>) é a área da projeção horizontal do telhado e  $\eta$  representa as perdas no sistema de aproveitamento, incluindo o descarte das primeiras águas.

O potencial hidrológico é diretamente proporcional a área da superfície de captação. Esse é um fator determinante na viabilidade econômica do sistema como poderá ser

visto posteriormente. Comparando-se casas unifamiliares e prédios plurifamiliares, as primeiras têm uma maior disponibilidade de água por habitante, sendo possível cobrir uma maior porcentagem da demanda total com água captada pelo SCAC (FARRENY; GABARRELL; RIERADEVALL, 2011).

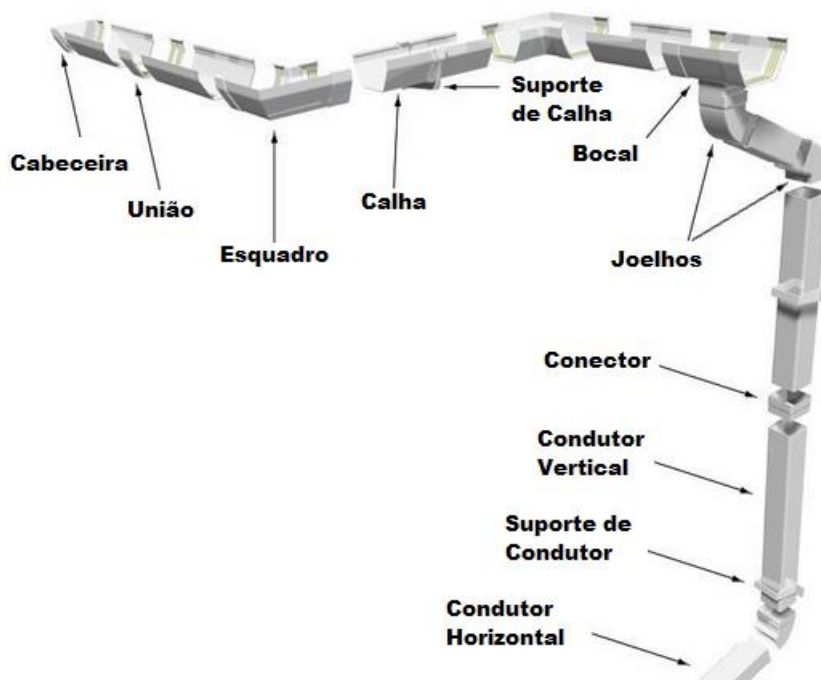
### 3.2.2. Calhas e conexões

É possível que aconteçam perdas importantes nesses componentes do sistema. As configurações de telhados que possuem intersecções de planos formando rincão, tendem a coletar uma quantidade considerável de água que é direcionada para o ponto da calha localizado no canto, causando uma sobrecarga e conseqüentemente um vazamento. Outras causas de perdas em calhas são: número de tubos ou diâmetro de descida insuficiente, distância inadequada entre a calha e o telhado, inclinação excessiva do telhado e entupimento por falta de limpeza das calhas (KRISHNA, 2005). Essas perdas devem ser mitigadas com um bom dimensionamento destes componentes. Se o diâmetro e a inclinação são adequados, as perdas só acontecem durante eventos de chuva de intensidade extrema, caso em que as perdas não representam uma queda na performance do sistema. A vazão do projeto pode ser calculada com a equação (3) segundo a NBR 10844 (ABNT, 1989):

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (3)$$

Onde  $Q$  ( $L/min$ ) é a vazão,  $I$  ( $mm/h$ ) é a intensidade pluviométrica e  $A$  ( $m^2$ ) representa a área da superfície de aporte. Para o cálculo da intensidade é usado uma duração de 5 minutos e um período de retorno de 5 anos segundo a NBR 10844. No caso da cidade de Belém, esta intensidade corresponde a 157 mm/h segundo a norma (ABNT, 1989).

Os elementos exatos que integram esse subsistema vão depender do local específico onde o SCAC é implementado, porém elementos básicos que são necessários em uma instalação estão ilustrados na Figura 3.



**Figura 3 – Diagrama de um subsistema básico de calhas e conexões.**

Fonte: Adaptado de [http://www.alibaba.com/product-detail/factory-building-materials-PVC-Roof-drainage\\_6027236965](http://www.alibaba.com/product-detail/factory-building-materials-PVC-Roof-drainage_6027236965).

Existem diversos tipos e materiais para estes componentes do sistema e normalmente eles são escolhidos em concordância com as práticas locais para sistemas de drenagem pluvial. Entre os materiais mais comuns estão: alumínio, PVC, aço galvanizado, fibra de vidro e aço inoxidável (ABDULLA, 2009). A NBR 10844 (ABNT, 1989) especifica os diferentes tipos de materiais para os componentes do sistema segundo a Tabela 9. Evidentemente, o material das calhas tem um efeito similar na qualidade da água que o material da superfície de captação, portanto é preciso fazer as mesmas considerações na hora de decidir que material utilizar. Na Figura 4 se observam os detalhes das diferentes peças em diversos materiais.

Tabela 9 – Materiais recomendados para condução de águas pluviais.

Componentes	Materiais
Calhas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aço galvanizado</li> <li>• Folhas-de-flandres</li> <li>• Chapas de cobre</li> <li>• Aço inoxidável</li> <li>• Alumínio</li> <li>• Fibrocimento</li> <li>• PVC rígido</li> <li>• Fibra de vidro</li> <li>• Concreto</li> <li>• Alvenaria</li> </ul>
Condutores Verticais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aço galvanizado</li> <li>• Ferro fundido</li> <li>• Fibrocimento</li> <li>• PVC rígido</li> <li>• Cobre</li> <li>• Folhas-de-flandres</li> <li>• Aço inoxidável</li> <li>• Alumínio</li> <li>• Fibra de vidro</li> </ul>
Condutores Horizontais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferro fundido</li> <li>• Fibrocimento</li> <li>• PVC rígido</li> <li>• Aço galvanizado</li> <li>• Cerâmica vidrada</li> <li>• Concreto</li> <li>• Cobre</li> <li>• Concreto</li> </ul>

Fonte: NBR 10844 (ABNT, 1989)



**Figura 4 – Peças de tubulações usadas em calhas. A) Cabeceira de PVC. B) Bocal de Alumínio para condutor. C) Esquadro Interno Galvanizado. D) Suporte para calha Moldura PVC. E) Condutor de PVC. F) Calha de Alumínio.**

Fonte: Adaptado de catalogo online Leroy-Merlin em <http://www.leroymerlin.com.br/calhas>.

A conveniência de obtenção e instalação normalmente determinam os materiais utilizados. Por exemplo, nos Estados Unidos mais de 60% dos SCAC residências possuem calhas e conexões de alumínio (THOMAS *et al.*, 2014). Já nos projetos implantados em Belém, PA-Brasil, a prática comum é o uso peças de PVC (LEAL; LOPES; MENDES, 2014).

### 3.2.3. Auto Limpeza

A autolimpeza é o efeito de limpeza que a água de um evento de chuva tem sobre a superfície de captação e as calhas. A água arrasta os materiais que ficam soltos em cima da superfície de captação e que chegaram no intervalo de seca. Esse primeiro volume de água é descartado e o seguinte é aproveitado. Este componente do sistema consegue uma melhora significativa na qualidade física, química e bacteriológica da água a ser aproveitada. (FARRENY *et al.*, 2011; GIKAS; TSIHRINTZIS, 2012; LEE *et al.*, 2010; LEE; BAK; HAN, 2012).

Na Figura 5 (A) é mostrado um detalhamento de um dispositivo típico de descarte. O dispositivo é instalado depois das calhas que coletam a água da superfície e antes do armazenamento. As primeiras águas caem no tubo, que serve de armazenamento de descarte, até encher o volume total deste; posteriormente o fluxo de água passa das calhas até o armazenamento diretamente. Após cada evento de chuva o volume de descarte deve ser esvaziado pela torneira no fundo do dispositivo. A capa de limpeza serve para a manutenção periódica e para tirar os restos de materiais arrastados pelos eventos de chuva e que se acumulam no dispositivo. Quando o volume de armazenamento é preenchido, no dispositivo (B), um sistema de bóia fecha hermeticamente a câmara, evitando o contato entre a água que vai ser aproveitada e a que vai ser descartada. Na Figura 6 é mostrado um terceiro sistema de descarte das primeiras águas com filtro autolimpante para evitar a entrada dos detritos grossos no sistema. Neste o fluxo de água passa através do filtro colocado em posição inclinada, eliminando os materiais grosseiros antes de cair no armazenamento de descarte e ao mesmo tempo lavando o filtro.

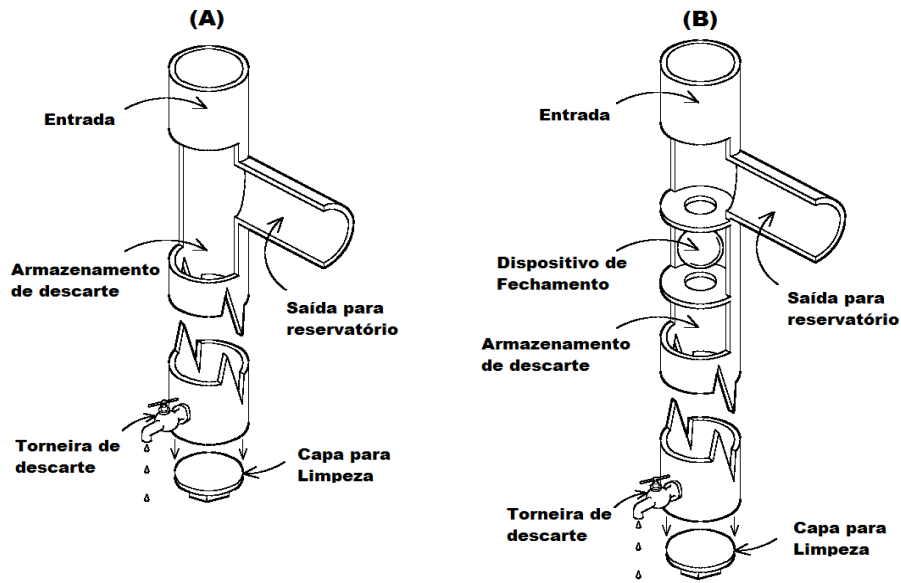


Figura 5 – (A) Detalhamento do dispositivo de descarte. (B) Detalhamento do dispositivo de descarte com válvula de fechamento de bola.

Fonte: Adaptado de (KRISHNA, 2005)

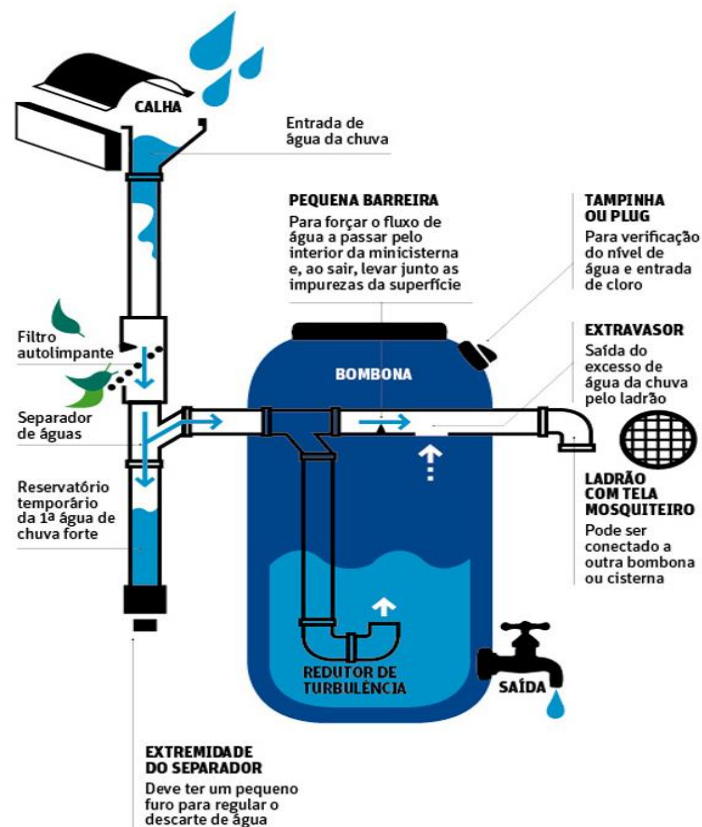


Figura 6 – Dispositivo de descarte com filtro autolimpante.

Fonte: <http://www.sempresustavel.com.br>



O volume que será descartado depende da área da superfície de captação e das condições do local onde o sistema será implementado. A OMS recomenda um descarte de pelo menos 20 litros de água antes do aproveitamento (WHO, 2006), independente da área do telhado. A NBR 15527 (ABNT, 2007) sugere um volume de 2 mm/m<sup>2</sup> de descarte quando não há dados para o projeto. Na Tabela 10 é mostrada a comparação da qualidade da água antes e depois do descarte da água em instalações com telhado de telha de barro. Percebe-se uma melhora significativa na maioria dos parâmetros medidos.

Tabela 10 – Comparação de parâmetros de qualidade da água antes e depois do descarte de autolimpeza em telhados com cobertura de telha de barro.

<b>Autor</b>	(LEE; BAK; HAN, 2012)		(GIKAS; TSIHRINTZIS, 2012)	
<b>Local</b>	Seul, Coreia do Sul		Thrace, Grécia	
<b>Volume Descartado (mm/m<sup>2</sup>)</b>	1.96		0.11	
	Pré-descarte	Pós-Descarte	Pré-descarte	Pós-Descarte
<b>Parâmetros Físico-químicos</b>				
pH	7.1	7.0	6.49	6.75
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	219.3	41.6	39.5	2.6
Carvão Orgânico Total (mg/L)	35.6	10	SM	SM
NH <sub>4</sub> (mg/L)	SM	SM	32.97	3.18
NO <sub>3</sub> (mg/L)	1.89	2.81	0.46	0.83
NO <sub>2</sub> (mg/L)	SM	SM	0.14	0.08
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	3.1	2.87	16.6	10.65
<b>Parâmetros Microbiológicos</b>				
Coliformes Totais (CFU/100 ml)	76	2	303	525
E. Coli (CFU/100 ml)	8	<1	10	SM

SM = Sem Medição

Embora este sistema provoque uma perda de água da chuva potencialmente aproveitável, é considerado por muitos autores como o tratamento mínimo recomendável em instalações de SCAC por a sua contribuição na melhora da qualidade da água aproveitada (GIKAS; TSIHRINTZIS, 2012; LEE; BAK; HAN, 2012; SÁNCHEZ; COHIM; KALID, 2015; WHO, 2011).

#### 3.2.4. Armazenamento

O armazenamento é o componente mais caro de um SCAC. Este deve ter a capacidade de abastecer os usuários durante os períodos de seca e ter o menor tamanho possível para não interferir na viabilidade econômica do projeto (FARRENY; GABARRELL; RIERADEVALL, 2011). É recomendável que o armazenamento seja colocado antes do sistema de tratamento existir. A qualidade da água tende a piorar com o passar do tempo no armazenamento, isto implica que a água deve ser renovada com a maior frequência possível para evitar degradação da água que o sistema vai aproveitar (DANTAS DA SILVA; WESSELS PARELO; SANTOS MORAES, 2014; WHO, 2011).

O material do tanque de armazenamento deve ser inerte, de modo que não interfira na qualidade da água que vai ser armazenada. Os materiais mais comuns para este componente são o polietileno, o concreto e a fibra de vidro (THOMAS *et al.*, 2014). O material também influencia no posicionamento do tanque e como consequência modifica a carga hidráulica disponível para o abastecimento. Todos estes parâmetros repercutem no custo final e no custo operacional do sistema.

O volume do armazenamento vai depender da duração dos períodos de seca e da demanda de água do projeto. Para cada caso em particular deve ser avaliado o potencial hídrico e comparado à demanda para fazer o processo de dimensionamento.

Existem numerosas metodologias para o projeto de dimensionamento do reservatório. A NBR 15527 (ABNT, 2007) cita os seguintes métodos: Método Azevedo Neto, Método Rippl, Método da Simulação, Método Prático Alemão, Método Prático Inglês e Método Prático Australiano. O método Azevedo Neto faz o dimensionamento tomando como parâmetros de entrada a precipitação anual média e os meses de

seca. Enquanto os Método Prático Alemão e Método Prático Inglês só utilizam a precipitação anual média. O método de Rippl toma como dados de entrada as séries históricas de precipitações e busca um dimensionamento que seja capaz de prover a demanda de água sempre, o que geralmente resulta em reservatórios de dimensões maiores e conseqüentemente mais caros. O Método da Simulação avalia o desempenho para um volume já escolhido em diferentes cenários. Finalmente o Método Prático Australiano baseia-se no balanço de massa e valores de confiança (CONDÉ *et al.*, 2014).

Dentro destes métodos de dimensionamento por simulação é usado para determinar o desempenho dos SCAC, e como consequência é usado para otimizar a escolha do volume de armazenamento, com numerosos algoritmos já desenvolvidos para este fim (CONDÉ *et al.*, 2014; IMTEAZ *et al.*, 2011; KHASTAGIR; JAYASURIYA, 2010; MORALES-PINZÓN *et al.*, 2015; MUN; HAN, 2012; OKOYE; SOLYALI; AKINTUĞ, 2015; ROEBUCK; OLTEAN-DUMBRAVA; TAIT, 2011; SAMPLE; LIU, 2014; SILVA; SOUSA; CARVALHO, 2015). Este método baseia-se na equação de balanço hídrico dada pela equação (4):

$$S_t = Q_t + S_{t-1} - D_t \quad (4)$$

Onde  $S_t$  é o volume do reservatório no instante atual,  $S_{t-1}$  é o volume do reservatório no instante anterior,  $D_t$  é a demanda de água de chuva no instante atual e  $Q_t$  é o volume de água de chuva captado no instante atual. Muitos dos algoritmos incluem o volume de descarte, volume extravasado, volume complementar da concessionária, entre outras variáveis, para melhorar este método.

A precisão do resultado do método depende da escala de tempo adotada, que por sua vez depende da escala de tempo dos dados de entrada disponíveis (precipitação e demanda) dados (CAMPISANO *et al.*, 2014; OKOYE; SOLYALI; AKINTUĞ, 2015). Estes dados podem ser coletados em intervalos mensais, diários, horários ou menores. Quanto menor for a escala, mais próxima da realidade será a simulação; porém quanto menor for a escala, será mais difícil e cara a coleta de dados.

### 3.2.5. Tratamento

Os SCAC podem ou não possuir tratamento para melhorar a qualidade da água da chuva. Segundo Sánchez, Cohim e Kalid (2015), a mudança da água da chuva para ser aproveitada pode ocorrer em três etapas principais:

1. Varredura de gases, aerossóis e partículas finas suspendidas na atmosfera durante a precipitação.
2. Arraste de material orgânico e inorgânico presente na superfície de captação durante o escoamento.
3. Descarte das primeiras águas, armazenamento e passagem pelas instalações prediais.

No Brasil, a NBR 15527 (ABNT,2002) estabelece alguns valores de parâmetros de qualidade requeridos para o uso da água da chuva com fins não potáveis (Tabela 11). Para garantir este nível de qualidade nos SCAC então, é necessário incluir sistemas de tratamentos no projeto, inclusive com a etapa de desinfecção.

Tabela 11 - Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis

<b>Parâmetro</b>	<b>Análise</b>	<b>Valor</b>
<b>Coliformes Totais</b>	Semestral	Ausência em 100 mL
<b>Coliformes termotolerantes</b>	Semestral	Ausência em 100 mL
<b>Cloro residual livre</b>	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
<b>Turbidez</b>	Mensal	<5,0 uT
<b>Cor</b>	Mensal	<15 uH
<b>pH</b>	Mensal	6 a 8

Como a água da chuva é captada e utilizada no local que vai ser usada, para tratar a água é necessário implementar tecnologias de ponto de uso. A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2011) lista os seguintes métodos para este tipo de tratamento:

- **Desinfecção Química:** são as substâncias utilizadas para desinfecção da água, como o hipoclorito de sódio, dióxido de cloro, ozônio, iodo, entre outros. Dentre estes, os compostos que contem cloro são os mais usados pela eficiência no tratamento e a disponibilidade no mercado.

- Filtros de Membrana ou Cerâmica Porosa: este tipo de filtro trabalha pela exclusão dos contaminantes com poros na ordem de  $\mu\text{m}$ . Os filtros de maior eficiência no tratamento, como ultrafiltração, nanofiltração e osmose inversa, geralmente não são usados em sistemas residências pelo alto custo de operação e manutenção.
- Filtros de meio granular: são filtros constituídos por partículas discretas compactadas em uma ou mais camadas, onde os espaços entre estas servem de poros para retenção de contaminantes por meio de exclusão, sedimentação e adsorção. Estes filtros podem possuir camadas biológicas que aumentam a eficácia do tratamento desativando parte do contaminantes microbiológicos.
- Desinfecção solar (SODIS): é um método alternativo para a desativação de micróbios exposição a luz solar. A água pode ser armazenada em contenedores opacos para desinfecção por calor ou em contenedores transparentes para desinfecção pôr os raios UV.
- Lâmpadas de Luz UV: Usa a radiação de luz ultravioleta para desinfecção. Podem ser instaladas para desinfecção em linha.
- Coagulação, precipitação e/ou sedimentação: esta tecnologia faz uso de coagulantes ou precipitantes naturais ou químicos para eliminar partículas suspensas, incluídos os micróbios. Existem diversas configurações dependendo da quantidade de etapas usadas no tratamento.
- Tratamento de barreiras múltiplas ou combinado: usado quando dois ou mais dos métodos de tratamento já mencionados são implementados simultaneamente ou sequencialmente.

Estes métodos de tratamento têm diferentes eficiências para diferentes potenciais contaminantes da água. Na Tabela 12 mostra-se o desempenho da eliminação microrganismos de algumas tecnologias para tratamento de uso comum. Note-se que para atingir estes resultados é preciso contar com uma implementação adequada dos sistemas, incluindo um monitoramento consistente dos parâmetros de qualidade (WHO, 2016).

Tabela 12 - Performance de tecnologias de tratamento no ponto de uso

Tecnologia	Produto	Fabricante	Alvo de performance atingido	Classificação de Performance
<b>Ultrafiltração de Membrana</b>	LifeStraw Family 1.0	LifeStraw SA	***	Proteção compreensiva: remoção muito elevada de vírus, protozoários e bactéria.
<b>Ultrafiltração de Membrana</b>	LifeStraw Community	LifeStraw SA	***	
<b>Ultrafiltração de Membrana</b>	LifeStraw Family 2.0	LifeStraw SA	**	Proteção compreensiva: remoção elevada de vírus, protozoários e bactéria.
<b>Floculação-Desinfecção</b>	P&G Purifier of Water	The Procter & Gamble Company	**	
<b>Desinfecção UV</b>	Waterlogic Hybrid / Edge Purifie	Qingdao Waterlogic Manufacturing Company	**	
<b>Desinfecção Química</b>	Aquatabs	Medentech Limited	*	Proteção almejada: remoção elevada de vírus e bactéria. Remoção nula ou limitada de protozoários.
<b>Desinfecção Química</b>	H2gO Purifie	Aqua Research LLC	*	
<b>Desinfecção Solar (SODIS)</b>	WADI	Helioz GmbH	*	Proteção almejada: remoção elevada de protozoários e bactéria. Remoção limitada de vírus.

\*\*\* : remove pelo menos 4 log<sub>10</sub> de bactérias, 5 log<sub>10</sub> de viroses e 4 log<sub>10</sub> de protozoários

\*\* : remove pelo menos 2 log<sub>10</sub> de bactérias, 3 log<sub>10</sub> de viroses e 2 log<sub>10</sub> de protozoários

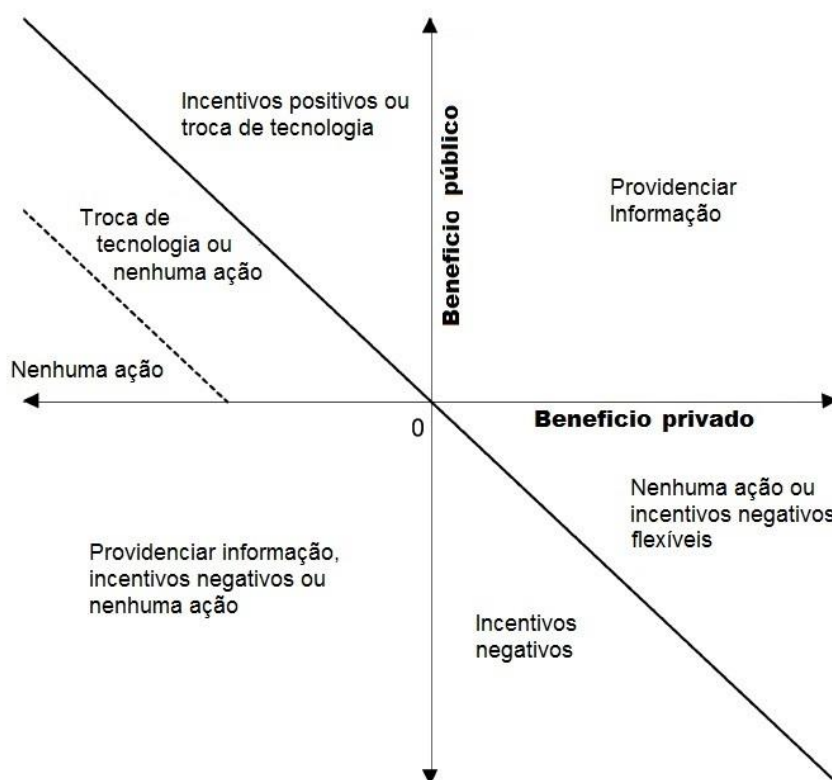
\* : atinge a performance de duas estrelas para pelo menos dois dos três tipos de patógenos

Fonte: adaptado de WHO (2016)

A água da chuva tem, em muitos casos, parâmetros físico-químicos aceitáveis, especialmente com a implementação de descarte das primeiras águas (GWENZI *et al.*, 2015). Das tecnologias já mencionadas, os filtros de meio granular, os filtros de cerâmica e membrana e os métodos de coagulação-sedimentação podem servir para melhorar a qualidade físico-química da água (BAPTISTA *et al.*, 2015; MWABI *et al.*, 2011; NITZSCHE *et al.*, 2015). Porém, só depois de analisar as características de cada caso pode-se escolher o tratamento a usar.

### 3.3. Políticas de Incentivo

Do ponto de vista público, o aproveitamento da água da chuva gera externalidades positivas que podem superar os custos de instalação individuais. Pannell (2008) propõe um método para a avaliação de políticas públicas (Figura 7). A partir do gráfico se determina qual ação o governo deve tomar dependendo da avaliação dos efeitos tanto públicos como privados. Para definir os efeitos do SCAC é necessária uma análise econômica para o empreendimento privado, que forma parte do objetivo do presente trabalho, e outra para as externalidades geradas pela iniciativa.



**Figura 7 - Estrutura de políticas econômicas**

Fonte: Adaptado de Pannell (2008)

Existem numerosos exemplos ao redor do mundo de legislações que buscam regular e incentivar o aproveitamento de água da chuva. Países como Estados Unidos, Alemanha, Espanha e Austrália tem implementado políticas de aproveitamento da

água da chuva que incluem incentivos econômicos (DOMÈNECH; SAURÍ, 2011; GOLD *et al.*, 2010; PARTZSCH, 2009; SIEMS; SAHIN, 2015).

Na Alemanha, Partzsh (2009) identificou três políticas como as principais causas do país se tornar uma referência mundial no aproveitamento de água da chuva:

- Subsídios de investimento para tecnologias descentralizadas.
- Tarifas de extração de água.
- Contas separadas de água potável e drenagem.

Estas medidas ficam dentro das “regulações inteligentes” definidas por Jänicke (2008) como aquelas que cumprem tres objetivos principais:

1. Mobilizam todos os atores principais
2. Criam relações horizontais, em vez de verticais, entre os atores e as instituições estatais.
3. São focadas nas metas e não nos métodos para alcançá-las.

Estes tipos de medidas melhoram as negociações e as coperações institucionais, ao mesmo tempo que baixam os custos administrativos. Dentro do setor da água, a combinação de subsídios com as contas separadas de água e drenagem cumprem de maneira efetiva as regulações inteligentes (PARTZSCH, 2009).

Os subsídios aos consumidores nos serviços básicos têm como objetivo assegurar a expansão de cobertura e ao mesmo tempo melhorar a distribuição de recursos entre as classes socioeconômicas. Os subsídios na infraestrutura são justificados pelo acesso universal aos serviços básicos, ainda quando estes sejam ineficientes (KOMIVES *et al.*, 2005). Segundo o SNSA (2016), no Pará em 2014 a tarifa média de água foi de R\$ 1,70 por m<sup>3</sup> enquanto a despesa total média foi de R\$ 3,48 por m<sup>3</sup>, demonstrando que aproximadamente 48,85% do custo do abastecimento está sendo subsidiado. O preço da tarifa da água tem uma correlação negativa com o consumo de água (ROMANO; SALVATI; GUERRINI, 2014, 2015). Conseqüentemente este tipo de subsídio aumenta o consumo de água ao mesmo tempo torna menos atrativas as tecnologias alternativas de abastecimento.

O redirecionamento de subsídios, como incentivos para instalação de SCAC, poderia aumentar o número de usuários destes sistemas (GUEDES; RIBEIRO; VIEIRA, 2014; ROEBUCK; OLTEAN-DUMBRAVA; TAIT, 2011; STEC; KORDANA, 2015). Rahman,



Keane e Imteaz (2012) acharam que o reembolso parcial dos custos iniciais de instalação torna economicamente viáveis certas configurações de aproveitamento de água da chuva. Domènech e Saurí (2011) acharam que os subsídios parciais além de tornar os SCAC rentáveis, também incentivam a participação do usuário no projeto, aumentando sua a consciência ambiental.

### 3.4. Análise econômica

Muitos autores têm feito análises econômicas para diferentes combinações de sistemas de aproveitamento de águas pluviais (FARRENY; GABARRELL; RIERADEVALL, 2011; GURUNG; SHARMA, 2014; LI; BOYLE; REYNOLDS, 2010; MORALES-PINZÓN *et al.*, 2015; STURM *et al.*, 2009). Além de ser parte de qualquer projeto de engenharia, a importância da viabilidade econômica resulta no seu papel como principal motivação para a implantação de um SCAC (THOMAS *et al.*, 2014). Os resultados destas análises variam dependendo das condições locais como: custo e disponibilidade dos materiais, legislação, alternativas de abastecimento, entre outros fatores.

O objetivo da análise econômica é fornecer as informações necessárias para determinar o melhor uso do capital mediante a avaliação das diferentes alternativas disponíveis para o investimento (EHLICH; DE MORAES, 2005). Os métodos de análise podem ser divididos em 3 grandes categorias (RENDEIRO *et al.*, 2008):

- Métodos Determinísticos: são modelos de causa e efeito que fornecem uma única resposta, que é sempre a mesma quando os dados de entrada são iguais.
- Métodos Não Determinísticos: é a classe de modelos que incorporam as incertezas inerentes ao empreendimento e como resultado fornecem mais de uma resposta, sendo que estas servem como indicadores ao investidor que deve tomar a decisão.
- Outros Métodos: esta categoria abrange métodos que não se enquadram nas categorias anteriores, como as combinações de métodos ou a Teoria de Opções Reais.

Este trabalho será focado nos métodos determinísticos do Valor Presente Líquido, Custo-Benefício, Taxa de Retorno e Prazo de Retorno, junto ao método não determinístico da Análise de Sensibilidade, recomendados pela NBR 14653-4 (ABNT, 2002) para avaliação econômica de empreendimentos. Estes métodos foram escolhidos pela flexibilidade de aplicação e pela variedade de informações que fornecem, resultando em numerosos estudos que tem aplicado estes métodos em empreendimentos de SCAC (BERWANGER; GHISI, 2014; CHAIB *et al.*, 2015;

CONDÉ *et al.*, 2014; DOMÈNECH; SAURÍ, 2011; GHISI; RUPP; TRISKA, 2014; KARIM; BASHAR; IMTEAZ, 2015; OKOYE; SOLYALI; AKINTUĞ, 2015; SAMPLE; LIU, 2014; SILVA; SOUSA; CARVALHO, 2015; STEC; KORDANA, 2015; WALSH; POMEROY; BURIAN, 2014).

### 3.4.1. Valor Presente Líquido (VPL)

O valor presente líquido, ou VPL, é uma medida fundamental para a avaliação de qualquer empreendimento, sendo a mais usada e consolidada na teoria de engenharia econômica. Também chamado de valor descontado, ele pretende determinar o valor presente de um fluxo de caixa formado a partir de receitas e dispêndios (HIRSCHFELD, 2007). Embora existam novos métodos para incluir mais variáveis no modelo de avaliação, o VPL segue sendo o ponto de partida para estas análises (SOUZA; CLEMENTE, 2009).

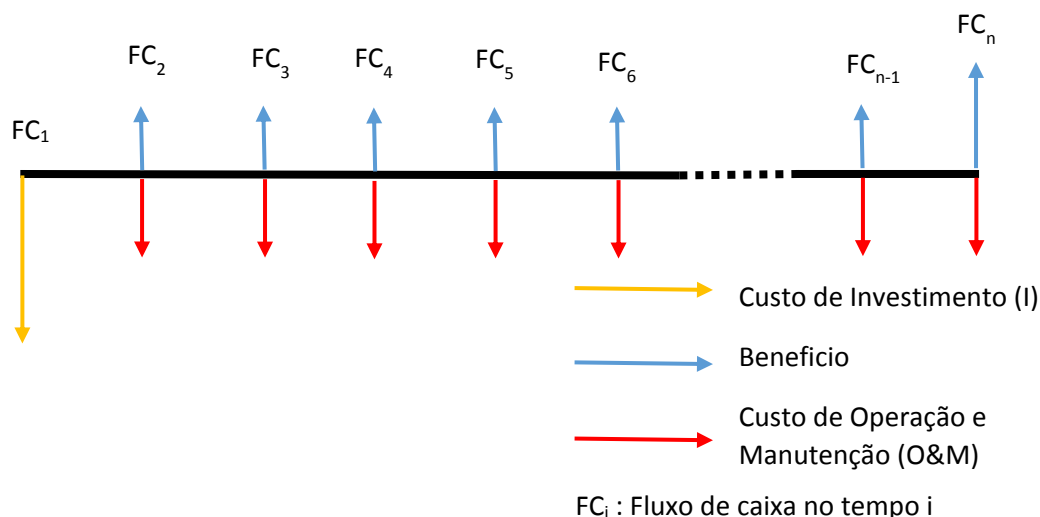
Para avaliar se um empreendimento é economicamente viável são contabilizados todos os fluxos de caixa e usando a taxa de desconto, como pode se observar na **equação 5**:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} \quad (5)$$

Sendo  $n$  o número de anos,  $FC$  o fluxo de caixa no instante  $t$  e  $r$  a taxa de desconto.

O fluxo de caixa representa o saldo dos ingressos e as despesas para um determinado período. O número de fluxos de caixa considerados depende da escala de tempo adotada e o horizonte do empreendimento, que deverão ser estabelecidos antes de começar a análise pelo avaliador segundo as características do projeto (RENDEIRO *et al.*, 2008). Em um sistema de aproveitamento de água da chuva não existem ingressos reais para o usuário, porém estes são representados pela economia resultante de aproveitar a água da chuva versus o custo da seguinte melhor alternativa de abastecimento, assim como a economia nas taxas de esgoto que seriam geradas se a água da chuva não for aproveitada. No último fluxo de caixa, considera-se como ingresso o valor de salvamento do empreendimento ao final do período de análise. A escala de tempo dos fluxos de caixa para estes tipos de projeto é usualmente anual (TOMAZ, 2007).

Uma representação gráfica típica da equação (5) para a avaliação de um SCAC apresenta-se na Figura 8. Como convenção de signos, os benefícios têm valor positivo e setas para cima, enquanto os custos têm sinal negativo e setas com direção descendente.



**Figura 8 - Diagrama de fluxos de caixa**

Fonte: adaptado de Ehrlich e De Moraes (2005)

As despesas na implantação de um SCAC são divididas em custos de investimento (I) e custos de operação e manutenção (O&M). Nos custos de investimentos estão os custos iniciais do projeto como o levantamento, o projeto, os sistemas eletromecânicos e a construção civil. Já os custos de operação e manutenção incluem revisões, reparos, limpezas, energia, substituição de equipamentos, custos de tratamento, entre outros (TOMAZ, 2007).

A taxa de desconto, também chamada taxa de equivalência ou taxa de juros, tem como finalidade fazer a equivalência entre valores futuros e presentes. Quando o seu valor é o rendimento mínimo esperado pelo investidor para determinado empreendimento, esta recebe o nome de taxa mínima de atratividade (HIRSCHFELD, 2007). A metodologia clássica para o cálculo é o capital asset pricing model (CAPM), que depende da volatilidade nos mercados financeiros, este foi desenvolvido para avaliar empresas de capital aberto que cotizam em bolsa (DA ROCHA MOTTA *et al.*,

2009). Para projetos de construção civil, a taxa de desconto pode ser construída a partir dos seguintes componentes (RENDEIRO *et al.*, 2008):

- Remuneração do capital: é o custo do capital usado no empreendimento.
- Custo de Oportunidade: representa rendimento dos empreendimentos não executados devido ao investimento no empreendimento avaliado.
- Incertezas: são as variações não esperadas que podem afetar o empreendimento. Quanto mais incerteza tiver um empreendimento, maior deve ser o retorno para este ser atrativo ao investidor.
- Inflação: é o aumento dos preços em todas as variáveis que afetam o projeto. Em uma economia estável, esta pode ser desprezada por afetar todos os preços uniformemente (tanto custo como benefícios).

A NBR 14653-4 (ABNT, 2002) estabelece que para modelos determinísticos a taxa de desconto deve ser uma composição da taxa livre de risco e o prêmio de risco. Na avaliação econômica de SCAC são usadas normalmente taxas de desconto baixas. A justificativa é que a taxa de desconto tradicional não leva em conta os benefícios ambientais do projeto e como consequência acaba subestimando o valor real do investimento (DOMÈNECH; SAURÍ, 2011; FARRENY; GABARRELL; RIERADEVALL, 2011; MARTÍNEZ-ALIER; ROCA; SÁNCHEZ, 1998). Na Tabela 13 são mostradas as taxas usadas em vários estudos sobre aproveitamento da água da chuva com análises econômicas. Em alguns casos são usadas mais de uma taxa de desconto com fins comparativos, o que faz parte da análise de sensibilidade e será apresentado adiante.

Tabela 13 - Taxas de desconto em projetos de aproveitamento da água da chuva

<b>ANO</b>	<b>AUTORES</b>	<b>PAÍS DO ESTUDO</b>	<b>TAXAS DE DESCONTO</b>
<b>2009</b>	STURM <i>et al.</i>	Namíbia	3% ; 8%
<b>2011</b>	DOMÈNECH & SAURÍ	Espanha	0% ; 4%
<b>2012</b>	WARD; MEMON & BUTLER	Reino Unido	0%
<b>2014</b>	GURUNG & SHARMA	Austrália	3% ; 7% ; 11%
<b>2014</b>	BERWANGER & GHISI	Brasil	6%
<b>2014</b>	WALSH; POMEROY & BURIAN	Estados Unidos	3%
<b>2014</b>	SAMPLE & LIU	Estados Unidos	3,75%
<b>2015</b>	STEC & KORDANA	Polônia	5%
<b>2015</b>	CHAIB <i>et al.</i>	Brasil	5%

Para a decisão da viabilidade econômica de um determinado empreendimento, deve-se interpretar o sinal do VPL. Os três possíveis resultados são (HIRSCHFELD, 2007):

- **VPL = 0** : Um resultado nulo significa que o empreendimento tem um rendimento igual à taxa de desconto, que se for a taxa mínima de atratividade, o investidor obtém o rendimento mínimo exato que espera.
- **VPL > 0** : Quando o resultado é positivo, o empreendimento representa um ganho acima do rendimento exigido pelo investidor.
- **VPL < 0** : Um VPL indica que o empreendimento é economicamente inviável para as condições estabelecidas.

Existem casos onde todas as alternativas avaliadas têm custos maiores aos benefícios ao longo de todo o período avaliado e como consequência sempre terão um VPL negativo, sendo chamado de Custo Presente Líquido (CPL). Em todos os casos, para alternativas com risco e horizonte similar, a melhor opção é aquela com o VPL de maior valor algébrico.

### 3.4.2. Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR é o valor da taxa de desconto, que ao ser aplicado no desconto dos fluxos de caixa futuros, faz o valor presente ser igual a 0. Ela é obtida a partir da equação (6) por métodos iterativos (HIRSCHFELD, 2007; TOMAZ, 2007):

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i_r)^t} \quad (6)$$

Onde  $i_r$  representa a TIR.

A TIR representa o retorno médio obtido pelo investimento no empreendimento, depende unicamente dos fatores internos ao planejamento. Para conferir se uma alternativa é economicamente viável de maneira isolada a partir do ponto de vista do investidor, a TIR deve ser comparada com a taxa mínima de atratividade ( $i_e$ ) (HIRSCHFELD, 2007):

- $i_r - i_e \geq 0$  : O investimento tem um rendimento igual ou maior ao esperado e como consequência é economicamente viável.
- $i_r - i_e < 0$  : O investimento é inviável para o investidor.

Outros autores interpretam esta diferença como o risco do empreendimento (SOUZA; CLEMENTE, 2009). Para a seleção da melhor alternativa dentre as várias possíveis, deve-se calcular o valor do VPL com a taxa mínima de atratividade. A melhor opção será aquela com o maior VPL.

### 3.4.3. Método do Prazo de Retorno

Este método de avaliação, também chamado de payback time, estima o tempo no qual a inversão inicial é recuperada. Este valor tenta dar uma resposta simples para a pergunta: em quanto tempo o empreendimento se paga? Outros dos principais usos deste método é determinar se o prazo de recuperação do valor de um bem é menor que a vida útil do bem (HIRSCHFELD, 2007). Os SCAC têm componentes com diferentes tempos de vida, que dependem das características e dos materiais destes.

Para o seu cálculo, deve-se achar o período em que a somatória de benefícios descontados iguala a somatória de custos descontados. Ou seja, deve-se achar o primeiro período  $t$  para a qual a equação (6) é igual a zero (HIRSCHFELD, 2007). Na Tabela 14 observam-se alguns resultados de análises econômicas usando este método. Percebe-se a heterogeneidade dos resultados e a necessidade de avaliar cada localidade em particular.

Tabela 14 - Payback para avaliações de SCAC em casas e prédios residenciais

<b>ANO</b>	<b>AUTORES</b>	<b>PAÍS</b>	<b>PAYBACK (ANOS)</b>
<b>2012</b>	WARD; MEMON & BUTLER	Inglaterra	6 - 11
<b>2014</b>	BERWANGER & GHISI	Brasil	8 - 20
<b>2014</b>	GHISI; RUPP & TRISKA	Brasil	2
<b>2015</b>	MATOS SILVA; SOUSA & CARVALHO	Portugal	14 - 27
<b>2015</b>	CHAIB; RODRIGUES & MAIA	Brasil	16,5 – 19,5

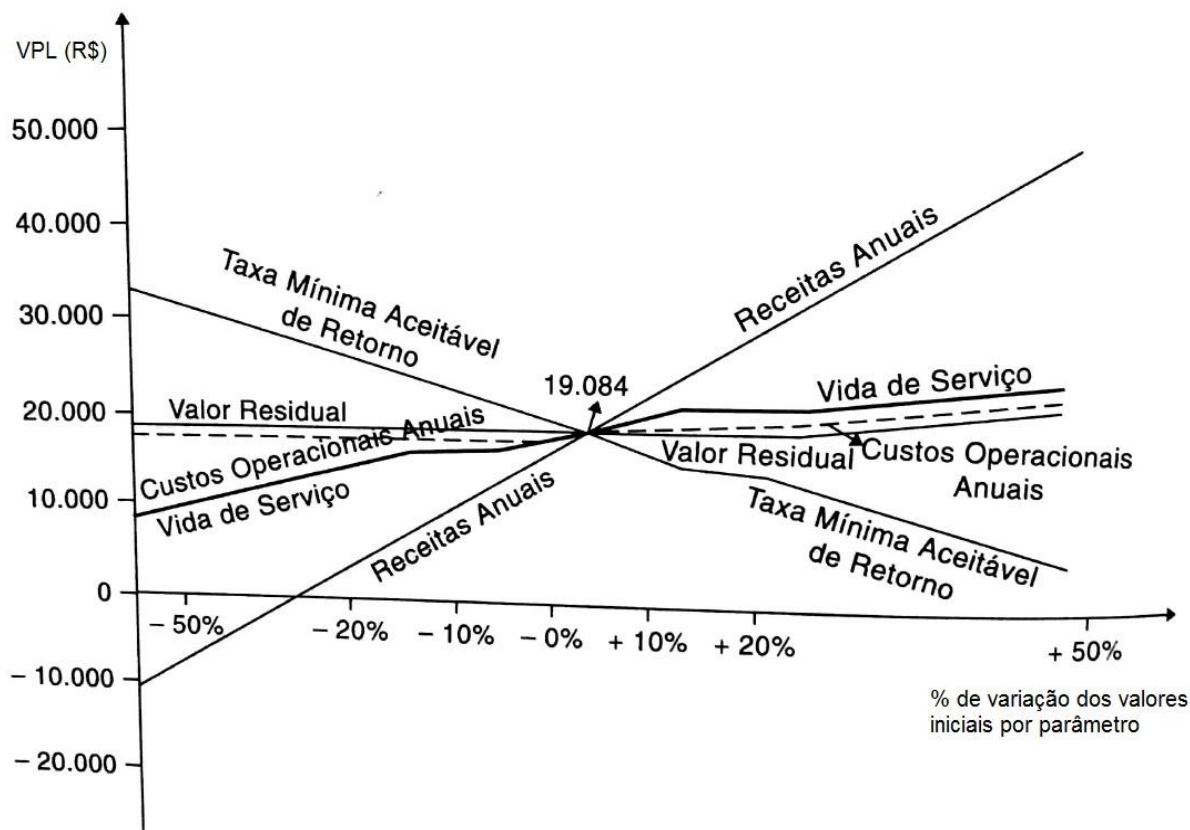
Para a seleção da melhor opção, este método deve ser utilizado em combinação com outros métodos de análise econômica, pois a alternativa com menor prazo de retorno não é necessariamente a de maior benefício econômico (HIRSCHFELD, 2007). Porém o método fornece informação útil para a tomada de decisões do investidor.

#### 3.4.4. Análise de Sensibilidade e Cenarização

Devido ao fato de que os empreendimentos estão submetidos a incertezas nas variáveis que os afetam, a análise econômica é propensa a imprecisões nos seus resultados. Uma forma de lidar com estas incertezas é avaliar a magnitude do seu impacto no resultado final. A análise de sensibilidade serve para avaliar as tomadas de decisões respondendo à pergunta: como é afetada a viabilidade econômica de uma alternativa se determinado parâmetro varia (HIRSCHFELD, 2007) ? Com esta ferramenta podem ser identificadas as variáveis chave que afetam a alternativa sendo avaliada e o seu efeito sobre o empreendimento.

Para realizar a análise, o VPL é calculado mudando o valor da variável de interesse dentro de uma faixa de valores plausíveis, deixando os valores de todas as outras variáveis iguais. Esse processo é repetido para todas as variáveis que se quer analisar. O resultado pode ser apresentado em um gráfico como na Figura 9. Cada linha representa a variação do VPL do empreendimento em função da variação percentual de cada variável. Quanto maior o coeficiente angular, mais sensível é o empreendimento a variável representada. No exemplo da figura, o valor das receitas anuais é a variável que mais influencia o VPL, enquanto o Valor Residual é a variável de menor incidência.





**Figura 9- Efeitos da variação dos parâmetros de entrada sobre o VPL**

Fonte: Adaptado de Hirschfeld (2007)

Este tipo de análise também pode ser executada criando possíveis cenários a partir de hipóteses que afetam o desempenho econômico do empreendimento. De acordo com Godet (2000), estes cenários podem ser divididos em exploratórios e antecipatórios. Para os cenários exploratórios são usadas tendências passadas e presentes para prever um futuro provável, enquanto nos antecipatórios são construídas visões alternativas do futuro, tanto favoráveis quanto desfavoráveis. Três passos são recomendados para a concepção de cenários de empreendimentos (GODET, 1990): (1) identificar as variáveis chave, (2) analisar os atores e a suas futuras posições, (3) usar cenários plausíveis para reduzir a incerteza.

As variáveis chave podem ser divididas em internas ou externas ao empreendimento (GODET, 2006). As internas são aquelas sobre controle do próprio empreendimento, em contraste com as externas que dependem do entorno político, econômico e ambiental. Para o aproveitamento da água da chuva, algumas das variáveis mais influentes são a demanda da água, a taxa da água e de drenagem, taxa da energia

elétrica, tamanho do reservatório, volume e distribuição da precipitação e a taxa de desconto (GURUNG; SHARMA, 2014; HAJANI; RAHMAN, 2014; KARIM; BASHAR; IMTEAZ, 2015; SILVA; SOUSA; CARVALHO, 2015; STEC; KORDANA, 2015; WALSH; POMEROY; BURIAN, 2014). Com análise conjunto dos métodos apresentados, pode-se determinar quais são os ganhos previstos e identificar quais são os fatores aos quais o empreendimento é mais vulnerável.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Área de estudo

O local de estudo foi a zona urbana no município de Belém, capital do estado do Pará, Brasil. Este município tem uma área aproximada de 506,50 km<sup>2</sup>, sendo que 34,86% corresponde à área continental e os 65,14% restantes à área insular. A área urbana representa 242,83 km<sup>2</sup> (SEGEP, 2012). Em 2014, a população total estimada para o município de Belém foi de 1.432.844 habitantes, dos quais 1.420.582 moram na área urbana e 12.262 na área rural (IBGE, 2014). A concessionária pública encarregada do abastecimento de água potável é a Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), que abasteceu um total de 1.302.345 habitantes através de 219.653 ligações ativas durante o ano 2014 (SNIS, 2016). Isto significa que 130.499 pessoas precisaram de fontes alternativas de abastecimento de água.

O clima de Belém pode ser caracterizado como Af (chuvoso) segundo a classificação de Köppen e 4a (úmido) segundo a de Thornthwaite, ambos dentro da classe de clima tropical (BASTOS *et al.*, 2002). A cidade tem uma precipitação média de 2.921,7 mm, com temperaturas que variam entre mínimas de 22,1 e máximas 31,5 °C (INMET, 2009). Existem dois períodos marcados de precipitação sendo outubro o mês com a menor precipitação média acumulada (119,3 mm) e março o mês com a maior (441,2 mm) (BASTOS *et al.*, 2002).

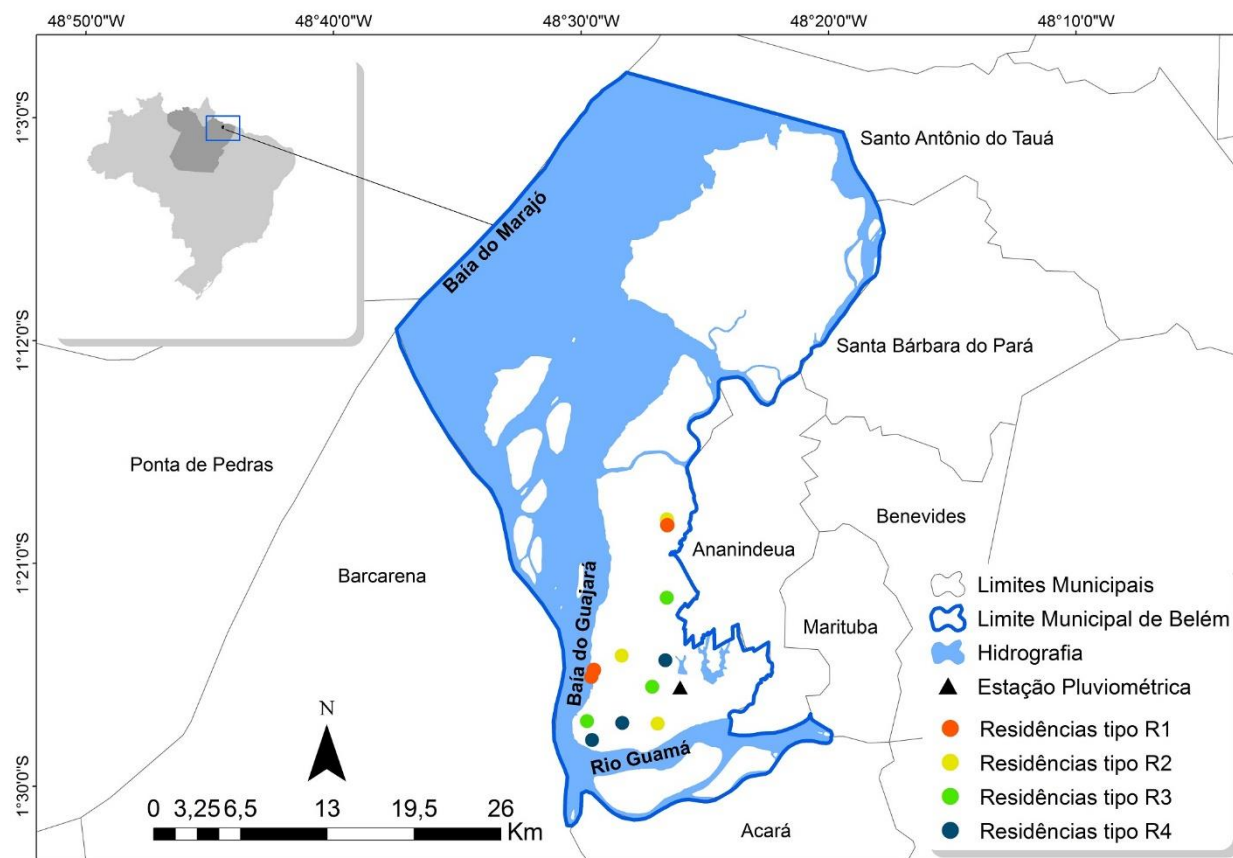
Para as simulações de desempenho dos sistemas será usada a série diária de dados históricos da estação pluviométrica do INMET (Tabela 15), por ser a mais completa disponível. Embora as medições nesta estação tenham iniciado em 1921, o período selecionado para as simulações foi desde 1º de janeiro de 1991 até 30 de dezembro de 2015, para um total de 25 anos. Este período foi escolhido por ser atual e por conter uma quantidade reduzida de dias sem medição, 2 dos 9132 possíveis, resultando em uma série completa 99,98%. Os dias sem medição foram considerados sem precipitação. Ghisi, Cardoso e Rupp (2012) determinaram que séries acima de 13 anos são adequadas para o método de simulação selecionado.

Tabela 15 - Dados da estação pluviométrica do INMET em Belém-Pa

<b>Nome</b>	Belém – PA
<b>Código</b>	82191
<b>Latitude</b>	-1.433333
<b>Longitude</b>	-48.433333
<b>Altitude</b>	10 m
<b>Início de Operação</b>	01/11/1921

Fonte: Adaptado de <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>

Foram selecionadas 12 residências unifamiliares como casos de estudo, 3 unidades para cada padrão residencial da Tabela 4. A espacialização das edificações e da estação pluviométrica podem ser verificadas na Figura 10. Todas as residências estão situadas a uma distância de entre 2,1 e 12,6 km da estação pluviométrica do INMET.



**Figura 10 - Espacialização dos estudos de caso e a estação pluviométrica no município de Belém**

## 4.2. Software de simulação de aproveitamento de água

Para o desenvolvimento deste estudo foi utilizado o software para simulação de sistemas de aproveitamento de água da chuva *NETUNO*, desenvolvido inicialmente por Ghisi e Três (2004). Esta ferramenta tem sido usada em vários estudos para determinar as potenciais economias produzidas pela implantação de SCAC em diversos tipos de edificações (BERWANGER; GHISI, 2014; CHAIB *et al.*, 2015; FASOLA; MARINOSKI, 2011; GHISI; SCHONDERMARK, 2013; SALLA *et al.*, 2013). O programa tem sido validado e comparado com outros métodos de dimensionamento estabelecidos pela NBR 15527 (ABNT, 2007) em diferentes regimes pluviométricos do Brasil, obtendo resultados satisfatórios e mais adequados que estes outros métodos (ROCHA, 2009; RUPP; MUNARIM; GHISI, 2011). O *NETUNO* está atualmente em a sua versão 4.0 e tem como objetivo determinar o potencial de economia no consumo do abastecimento de água usando água de chuva captada no lugar de aproveitamento.

O programa tem duas opções de uso diferentes e complementares, com as suas respectivas variáveis de entrada e saída:

- Testar o desempenho do atendimento da demanda para diferentes volumes de reservatórios. Para fins deste trabalho, esta etapa foi chamada de Avaliação de Desempenho Hídrico (ADH).
- Determinar o VPL, a TIR e o Payback para um sistema de aproveitamento com um volume de armazenamento já definido. Para fins deste trabalho, esta etapa foi nomeada de Análise Econômica (AE).

### 4.2.1. Avaliação de Desempenho Hídrico (ADH)

Para esta etapa foi feita a simulação de balanço hídrico para a toda a série histórica de precipitação considerada. Na Tabela 16 são mostradas as variáveis necessárias para realizar a simulação do desempenho hídrico do programa. Algumas destas variáveis tem mais de uma forma de entrada permitindo flexibilidade dos cenários simulados. Na Figura 11 é mostrada a tela inicial do software, onde são preenchidos os campos para realizar a ADH.

Tabela 16 - Variáveis de entrada do programa Netuno para avaliação do desempenho hídrico em SCAC's

Variável	Unidade	Descrição
Precipitação	mm/dia	Esta variável utiliza os dados da série histórica de precipitação diária que será usada pelo programa para determinar o volume de água captado.
Área de captação	m <sup>2</sup>	Representa a área da projeção horizontal da cobertura que será usada como superfície de captação definida pela NBR 15527 (ABNT, 2007).
Demanda total de água	L/hab.dia	Quantidade total de água consumida pelos usuários do SCAC. Pode ser estabelecida como fixa, ou variável (diária ou mensalmente) para simular sazonalidade no consumo.
Número de moradores	Hab.	Número de habitantes na edificação para determinar a demanda total diária.
Percentagem de água pluvial	%	Representa a percentagem da demanda total de água que se quer substituir com a água de chuva captada
Coefficiente de escoamento superficial	Adimensional	Representa a proporção do volume de água precipitado que pode ser aproveitado após as perdas originadas no sistema de captação
Reservatório inferior	Litros	Pode-se escolher o volume do armazenamento onde será captada a água de chuva aproveitada. Também existe a opção de escolher um intervalo de volumes para o armazenamento, no caso em que as simulações sejam realizadas para cada volume dentro deste intervalo.
Reservatório superior	Litros ou % da demanda média diária	Tem-se a opção de simular o uso de um reservatório elevado com água recalcada a partir do reservatório inferior.

Fonte: Adaptado de Ghisi e Cordova (2014)

**Figura 11 - Tela para dados de entrada da simulação hidrológica em Netuno**

Uma vez feita a simulação, as variáveis de saída da ADH são:

- Potencial de economia de água potável (%): percentagem da demanda total que que foi abastecida com água potável.
- Volume consumido de água pluvial (litros/dia): média diária de água de chuva consumida.
- Volume consumido de água potável (litros/dia): média diária de consumo de água potável suprido pela concessionária para completar a demanda diária.
- Volume extravasado (litros/dia): média diária do volume extravasado e não aproveitado.
- Níveis de atendimento (%):
  - Proporção de dias em que a demanda de água pluvial foi atendida totalmente.

- Proporção de dias em que a demanda de água pluvial foi atendida parcialmente.
- Proporção de dias em que a demanda de água pluvial não foi atendida.
- Número médio de recalques diário (caso exista reservatório superior): Quando não existe reservatório superior, considera-se que a água é consumida diretamente do reservatório inferior e como consequência não existe recalque.

Estas variáveis são apresentadas para o total do período de simulação e para as médias de cada mês. Se a simulação for feita para um intervalo de volumes no reservatório inferior, a saída do programa inclui adicionalmente os seguintes gráficos, em função do intervalo de volumes analisados:

- Potencial de economia de água (%)
- Volume consumido de água pluvial (litros/dia)
- Atendimento da demanda de água pluvial (%)
- Volume extravasado (litros/dia)

#### 4.2.2. Análise econômica (AE)

Esta etapa serve para avaliar economicamente os resultados da ADH. Para isto é necessário ingressar no programa os valores dos custos de implantação, que são: reservatório inferior, tubulações, acessórios, mão de obra, reservatório superior, moto-bomba Estes custos de investimento são considerados no final do primeiro mês, ou seja no instante que começa o empreendimento. Os custos de operação e manutenção podem ser definidos pelo usuário. As variáveis consideradas são:

- Nome do gasto
- Periodicidade (em meses)
- Tipo: fixo a variável com o consumo de água pluvial
- Valor: fixo ou fixo mais componente variável.

Caso exista o reservatório superior, existe o custo de operação da motobomba. Para estimar o consumo elétrico deste equipamento, são necessárias as seguintes variáveis:

- Potência unitária (CV ou W): potência da motobomba fornecida pelo fabricante.



- Rendimento (%): rendimento do conjunto motor-bomba em regime constante.
- Vazão (litros/hora): vazão em regime constante.
- Tempo de partida (segundos): tempo que a motobomba em funcionamento de regime constante demora em consumir a mesma quantidade de energia no arranque.
- Tarifa de energia elétrica (R\$/kWh): valor da energia cobrada.

Para a quantificação das economias, é necessário ingressar o valor da tarifa de água, que pode ser especificada por faixas de consumo. A tarifa de esgoto pode ser especificada como fixa ou como uma porcentagem da tarifa de água.

Finalmente, para realizar os cálculos de análise econômica são necessárias as seguintes informações:

- Período de análise (anos): horizonte de análise do empreendimento
- Taxa mínima de atratividade: taxa que foi usada para os fluxos de caixa mensalmente.
- Inflação (% ao mês): reajuste aplicado aos preços de água e energia elétrica.
- Periodicidade do reajuste: frequência com que são reajustados os valores da água e a energia elétrica.

Na Figura 12 é apresentada a tela inicial para ingresso de dados de entrada para realizar a análise econômica no netuno.

Figura 12 - Tela para dados de entrada da análise econômica em Netuno

Com estas informações o programa estima a economia gerada para todos os meses da série histórica a partir da equação (7):

$$E_{\text{água}}^i = C_{\text{total}}^{\text{sem pluv}} - C_{\text{total}}^{\text{com pluv}} \quad (7)$$

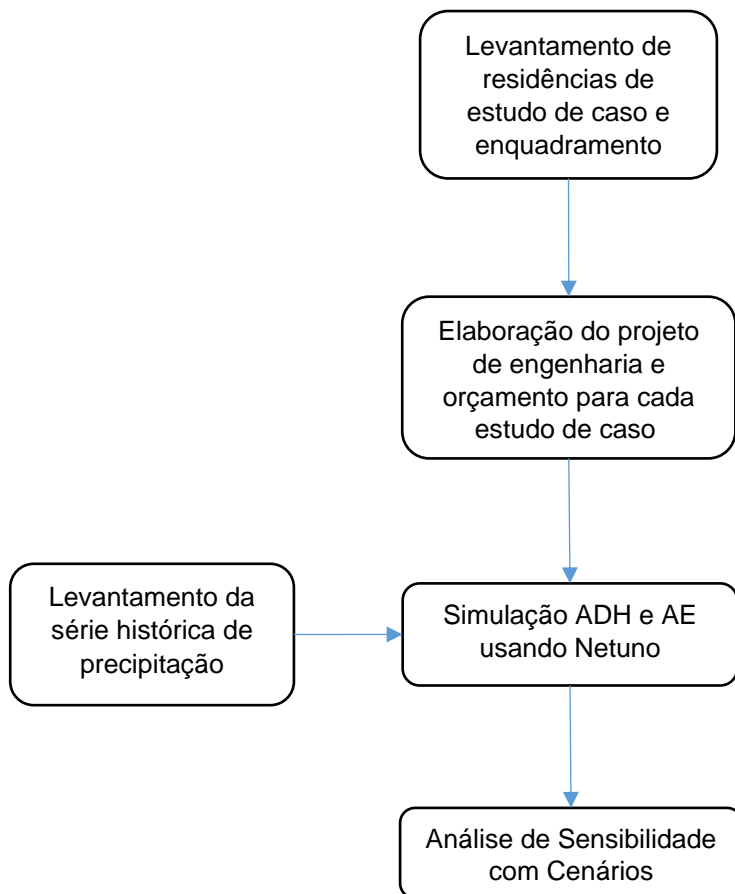
Onde  $E_{\text{água}}^i$  é a economia na conta de água no mês  $i$ ,  $C^{\text{sem pluv}}$  é o valor da conta de água sem SCAC e  $C^{\text{com pluv}}$ . Esta economia é considerada benefício do empreendimento no fluxo de caixa. Os custos considerados são: custo de implantação, conta de energia elétrica por acionamento do conjunto motor-bomba, custos de manutenção e substituição periódica de equipamentos.

As variáveis de saída desta análise são:

- Custos mensais: custo médio de cada mês do ano para o período analisado.
- Economia mensal com SCAC: Representa o benefício do empreendimento.
- VPL
- TIR
- Payback

### 4.3. Procedimento metodológico

Na Figura 13 é mostrado o fluxograma de trabalho para o desenvolvimento do presente estudo.



**Figura 13 - Fluxograma do procedimento metodológico da pesquisa**

#### 4.3.1. Levantamento e enquadramento das residências

Com a finalidade de levar em conta a variabilidade nos custos de instalação e nas potenciais economias de água dos SCAC foram simulados em diferentes padrões construtivos. Para isto, foram avaliados 3 casos para cada subcategoria residencial (R1, R2, R3 e R4), de acordo com a classificação estabelecida pela COSANPA (segundo a Tabela 4, Capítulo 3), totalizando 12 estudos de caso.

#### 4.3.2. Elaboração do projeto de engenharia e orçamento

O uso de modelagem de informações da construção, ou BIM pelas siglas em inglês, segundo o definido pelo Instituto Nacional de Ciências da Construção dos Estados Unidos (NIBS, 2015) é “Uma representação digital das características físicas e funcionais da edificação [...] com acesso a toda informação gráfica e não gráfica pertinente”. A partir dos dados de dimensões, materiais e pontos de água levantados durante as visitas, foi criado um modelo 3D da planta física para cada residência, usando o software BIM REVIT STUDENT VERSION 2016 da companhia Autodesk. Sobre estes modelos foram realizados os projetos de engenharia do SCAC atendendo as seguintes normas brasileiras da ABNT:

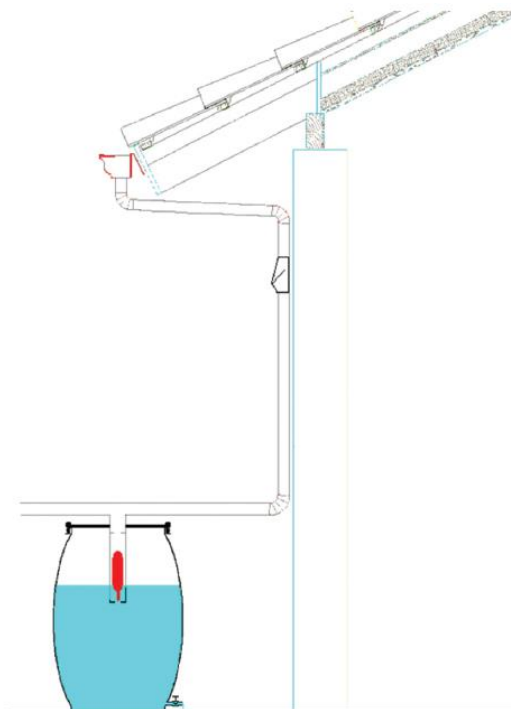
- NBR 15527 (ABNT, 2007) – Água da chuva, aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.
- NBR 10844 (ABNT, 1989) – Instalações prediais de águas pluviais.
- NBR 5626 (ABNT, 1998) – Instalação predial de água fria.

Os SCACs foram projetados com um separador de folhas para eliminação de detritos grosseiros (Figura 14) e um reservatório de descarte (Figura 15) antes da entrada ao reservatório de aproveitamento. O volume de descarte foi dimensionado usando o critério de um litro por cada m<sup>2</sup> na área de captação (1mm da lâmina d'água), conforme determinado por Menezes (2016) em pesquisa para a cidade de Belém.



**Figura 14 - Separador de folhas de água da chuva**

Fonte: <http://www.fortlev.com.br/produto/separador-de-folhas/>



**Figura 15 - Esquema de reservatório de descarte com fechamento hídrico**

Fonte: Lamberts *et al.* (2010)

Considerando os parâmetros estabelecidos pela NBR 15527 (ABNT, 2007) para a qualidade para usos não potáveis, foi projetado um sistema com bombeamento e tratamento para cada caso. O tratamento projetado está composto por um filtro (Tabela 17) e um dosador de cloro comercial instalados em linha na saída do equipamento de bombeamento, segundo o esquema da Figura 16. Embora cada caso precise de análise para determinar a dosagem adequada, foi estabelecida uma dosagem de 1,0 mg/L segundo as recomendações da FUNASA (2014) para sistemas de cloração em linha no ponto de uso.

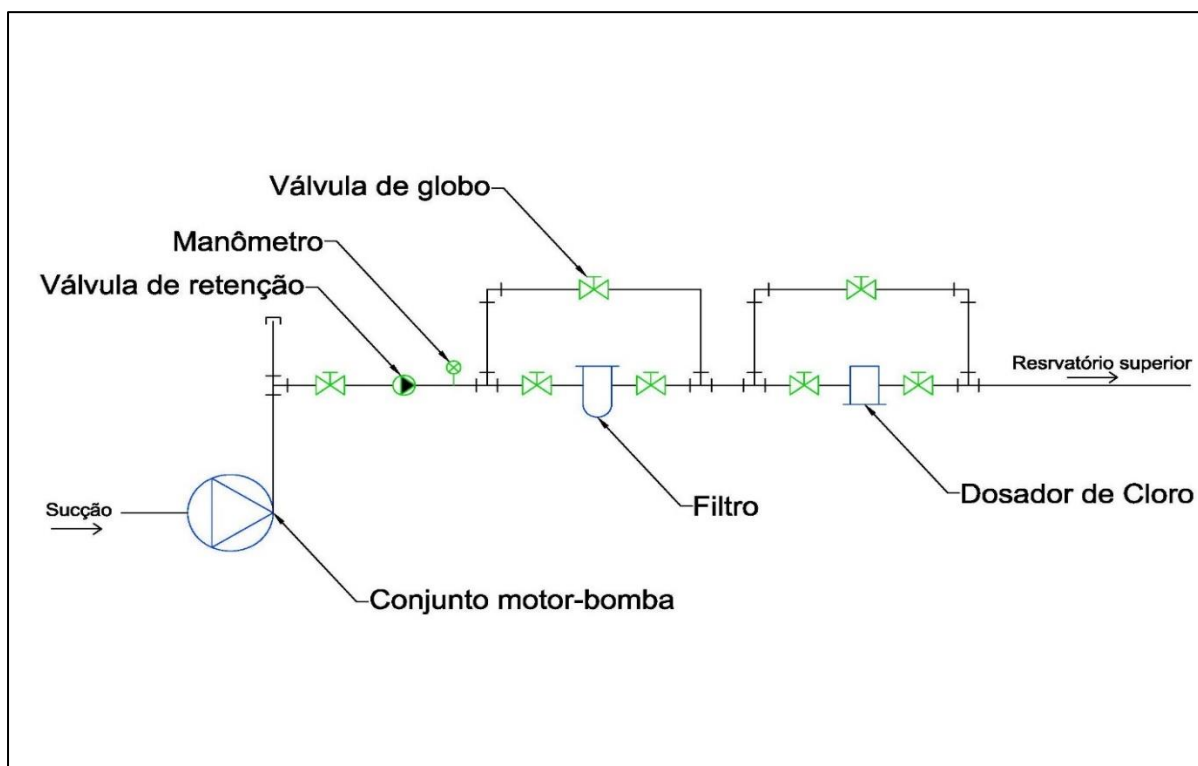


Figura 16- Esquema de conjunto motor-bomba e sistema de tratamento

Tabela 17 - Características do filtro instalado em linha antes da caixa d'água

<b>Vazão</b>	1200 (L/h)
<b>Pressão mínima de operação</b>	2 m.c.a.
<b>Pressão máxima de operação</b>	60 m.c.a.
<b>Perda de carga</b>	1 m.c.a.
<b>Retenção de partículas</b>	15 – 30 micras
<b>Classificação do filtro</b>	Classe IV

O projeto inclui dois reservatórios de polietileno para cada SCAC. O reservatório inferior recebe água de chuva captada a ser armazenada e foi dimensionado na etapa de simulação. Esta condição de reservatório apoiado foi selecionada para evitar o custo de escavação e proteção, além de facilitar a instalação e limpeza. O reservatório superior recebe a água tratada recalçada pelo sistema de bombeamento e possui uma altura suficiente para fornecer o abastecimento de água pluvial por gravidade. Este reservatório elevado foi dimensionado com um tamanho igual ao volume comercial disponível imediatamente superior à demanda diária total em cada caso. Com isto evita-se o acionamento do conjunto motor-bomba mais de uma vez por dia, e conseqüentemente custos excessivos na tarifa elétrica associados a pulsos energéticos do arranque.

Todas as tubulações foram projetadas em PVC por ser o material com maior disponibilidade na região. Os custos foram determinados usando os preços do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2016). Os custos não presentes nesta fonte foram determinados por cotação no mercado. Os custos de operação e manutenção adotados são detalhados na Tabela 18 e especificados no Anexo I.

Tabela 18 - Custos de operação e manutenção do SCAC

<b>Parâmetro</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Frequência</b>
Tabletes de Cloro (por m <sup>3</sup> tratado)	0,30	Mensal
Refil filtro em linha	28,00	Semestral
Limpeza de reservatórios	50	Anual
Substituição conjunto motor-bomba	Por projeto	10 anos

Foram orçadas tabletes de cloro estabilizado com 90% de cloro ativo a razão de 1,11 mg/L, consideradas adequadas para tratamento de água de consumo humano (EPA, 2001). O custo do cloro foi calculado baseado na quantidade de água tratada por mês e entra na conta nos custos mensais do sistema. Todos custos foram inclusos nos fluxos de caixa na etapa de AE como custos de operação e manutenção.

#### 4.3.3. Simulação da ADH e AE no Netuno

Para a simulação de ADH foram usados os seguintes dados de entrada iniciais de entrada:

- Precipitação: Série histórica diária de Belém para 25 anos de dados (1991-2015).
- Área de captação: determinada no levantamento de cada casa.
- Demanda per capita: média per capita de 129,9 L.hab/dia para consumo residencial determinada pelo SNSA (2016) para o município de Belém-Pa.
- Número de moradores: determinada no levantamento.
- Percentagem de água pluvial: para os usos em fins não potáveis, foi usado um valor médio de 50%, baseado nos valores apresentados na Tabela 7 (capítulo 3). Esta variável multiplicada pela demanda total da casa define a demanda de água da chuva ( $D_{ac}$ ).
- Coeficiente de escoamento: o material do telhado foi determinado no levantamento. Foram usados os seguintes valores, a partir da Tabela 8 do capítulo 3: Telha de barro – 0,85; Fibrocimento – 0,85; Metal – 0,90; Cimento plano – 0,80.
- Volume de reservatório: foram testados reservatórios com capacidade entre 0 e 5000 litros, em intervalos ascendentes de 250 litros.

Ghisi e Schondermark (2013) e Berwanger e Ghisi (2014) usaram como critério para a seleção do volume ideal o primeiro volume que atinge uma melhoria inferior a 2% na economia de água potável. Neste trabalho foi utilizado como critério um valor de corte de 5%, similar ao trabalho de Chaib *et al.* (2015), o que resulta em reservatórios menores e como consequência de menor custo de implantação.

Para a simulação de AE foram usados os seguintes dados de entrada:

- Custos Iniciais: Determinados na etapa de projeto e orçamento realizado para cada casa.
- Tarifas de água e energia elétrica: A tarifa de água foi a apresentada na Tabela 19 (COSANPA, 2016). Para custo da energia considerada a tarifa residencial B1 de 0,56554 kW/h cobrada pela concessionária responsável pelo fornecimento de energia elétrica no estado do Pará (CELPA, 2016).



- Custos de operação e manutenção: os custos de manutenção foram os detalhados na Tabela 18.
- Dados do conjunto motor-bomba: determinados na etapa de projeto de cada casa.
- Período de análise (anos): 25 anos.
- Taxa de desconto: 7% anual, igual a 0,58% mensal.
- Inflação (% ao mês): Não foi considerada inflação, por considerar esta inclusa na taxa de desconto esta afetar tanto os custos como as economias. Este critério foi utilizado em estudos similares sobre viabilidade de aproveitamento de água da chuva (MATOS SILVA; SOUSA; CARVALHO, 2015; RAHMAN; KEANE; IMTEAZ, 2012).

Tabela 19 – Tarifas de água e esgoto da COSANPA referência 23/01/2016

<b>Faixa de consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor da Água (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valor do Esgoto (R\$/m<sup>3</sup>)</b>
<b>0-10</b>	1,68	1,01
<b>11-20</b>	2,40	1,44
<b>21-30</b>	3,22	1,93
<b>31-40</b>	3,62	2,17
<b>41-50</b>	5,02	3,01
<b>&gt;50</b>	6,52	3,91

Fonte: Adaptado de <http://www.cosanpa.pa.gov.br/index.php/aceso-a-informacao/2013-06-20-08-52-12>

Para o cálculo da taxa de desconto a NBR 14653-4 (ABNT, 2002) recomenda o uso da taxa de juros dos títulos do tesouro estadunidense mais um prêmio de risco. Esta taxa teve um valor médio de 2,84% anual para os últimos 10 anos (OECD, 2017). No entanto, considerando que o alvo do estudo foi o usuário brasileiro, foi adotada a taxa da poupança com taxa mínima de atratividade, por ser este o custo de oportunidade do dinheiro para qualquer pessoa física. O valor médio anual desta taxa nos últimos 10 anos, entre os anos 2007 e 2016, foi de 7,08% (BCB, 2017). Conseqüentemente foi adotada uma taxa de desconto de 7% anual.

#### 4.3.4. Análise de Sensibilidade com Cenários

Para este estudo, a demanda de água per capita é um valor obtido a partir de uma fonte secundária (SNIS, 2016) e a percentagem da demanda a ser substituída por água pluvial foi escolhida a partir da literatura apresentada na Tabela 7 (capítulo 3). Mesmo sendo medidas, estas variáveis estão sujeitas a variações pelas alterações nos hábitos de consumo de água dos usuários, assim como os fins de utilização de água pluvial. Isto as coloca como variáveis endógenas ao empreendimento, pois os usuários têm o controle sobre as mesmas. Logo, estas variáveis foram escolhidas como alvo da análise de sensibilidade na etapa de ADH com a construção dos seis cenários (Tabela 20).

Tabela 20 - Cenários para análise de sensibilidade etapa ADH

<b>Cenários</b>	<b>Demanda de água per capita (L.hab/dia)</b>	<b>Percentagem da demanda a ser substituída por água pluvial (%)</b>
<b>ADH-1</b>	129,9	50%
<b>ADH-2</b>	90,9	50%
<b>ADH-3</b>	168,9	50%
<b>ADH-4</b>	129,9	30%
<b>ADH-5</b>	129,9	70%
<b>ADH-6</b>	129,9	100%

O cenário ADH-1 contém as condições originais estabelecidas. ADH-2 e ADH-3 contém uma variação de -30% e +30% na demanda de água per capita respetivamente. Com isto procurou-se simular o desempenho hídrico dos SCAC, prevendo o consumo dos usuários que se afastam da média. ADH-4, ADH-5 e ADH-6 são cenários que representam variações na parcela de água potável a ser substituída por água da chuva. Estes foram formulados considerando que os usuários têm diferentes níveis de conforto para fins de uso de água da chuva, incluído o caso em que o usuário a considere suficientemente tratada e a use para todos os fins (ADH-6).

Para avaliação de políticas públicas foram escolhidas as duas principais variáveis sob controle governamental: subsídios no custo de implantação do SCAC e variação no preço d'água. Estas variáveis são exógenas ao empreendimento, pois os usuários

não têm controle sobre estas, mas podem induzir ao não o aproveitamento de água. A análise de sensibilidade foi feita considerando os cenários criados a partir das alterações nas variáveis descritas na Tabela 21.

Tabela 21 - Cenários para análise de sensibilidade etapa AE

<b>Cenários</b>	<b>Variável alterada</b>	<b>Valor da alteração</b>
<b>AE-1</b>	N/A	N/A
<b>AE-2</b>	Estrutura tarifária da água	- 30 %
<b>AE-3</b>	Estrutura tarifária da água	+ 30%
<b>AE-4</b>	Estrutura tarifária da água	+ 100%
<b>AE-5</b>	Subsídio custo de implantação	20%
<b>AE-6</b>	Subsídio custo de implantação	50%
<b>AE-7</b>	Subsídio custo de implantação	80%

O cenário AE- 1 não tem alteração em nenhuma das variáveis e é o ponto de partida para as comparações, igual ao cenário ADH-1. AE-2 e AE-3 são cenários onde todas as faixas da estrutura tarifária são diminuídas ou aumentadas em 30% do valor atual. A redução tarifa d'água é um cenário desfavorável para o empreendimento, pois diminui as economias pelo aproveitamento de água pluvial, caso que aconteceria se o governo aumentasse os subsídios na tarifa de água. O cenário AE-4 representa um aumento de 100% da tarifa, com o fim de equiparar a tarifa média d'água com a despesa total média da concessionária de água (COSANPA), igual a R\$ 1,70 e R\$ 3,48 por m<sup>3</sup> respectivamente segundo o SNIS (2016). Os cenários AE-5, AE-6 e AE-7 são hipóteses de auxílio governamental com subsídio percentual no custo de implantação do SCAC. Estes poderiam ser implementados pelas autoridades públicas com o fim de tornar mais atrativo o aproveitamento de água da chuva do ponto de vista do usuário.

Os intervalos para esta análise de sensibilidade foram estabelecidos com o fim de determinar a resposta dos indicadores econômicos com uma variação plausível dos parâmetros de entrada. Com os resultados desta análise por cenários foram feitas as comparações dos resultados de VPL, TIR e Payback de cada caso para fins de discussões.

## 5. Resultados e Discussões

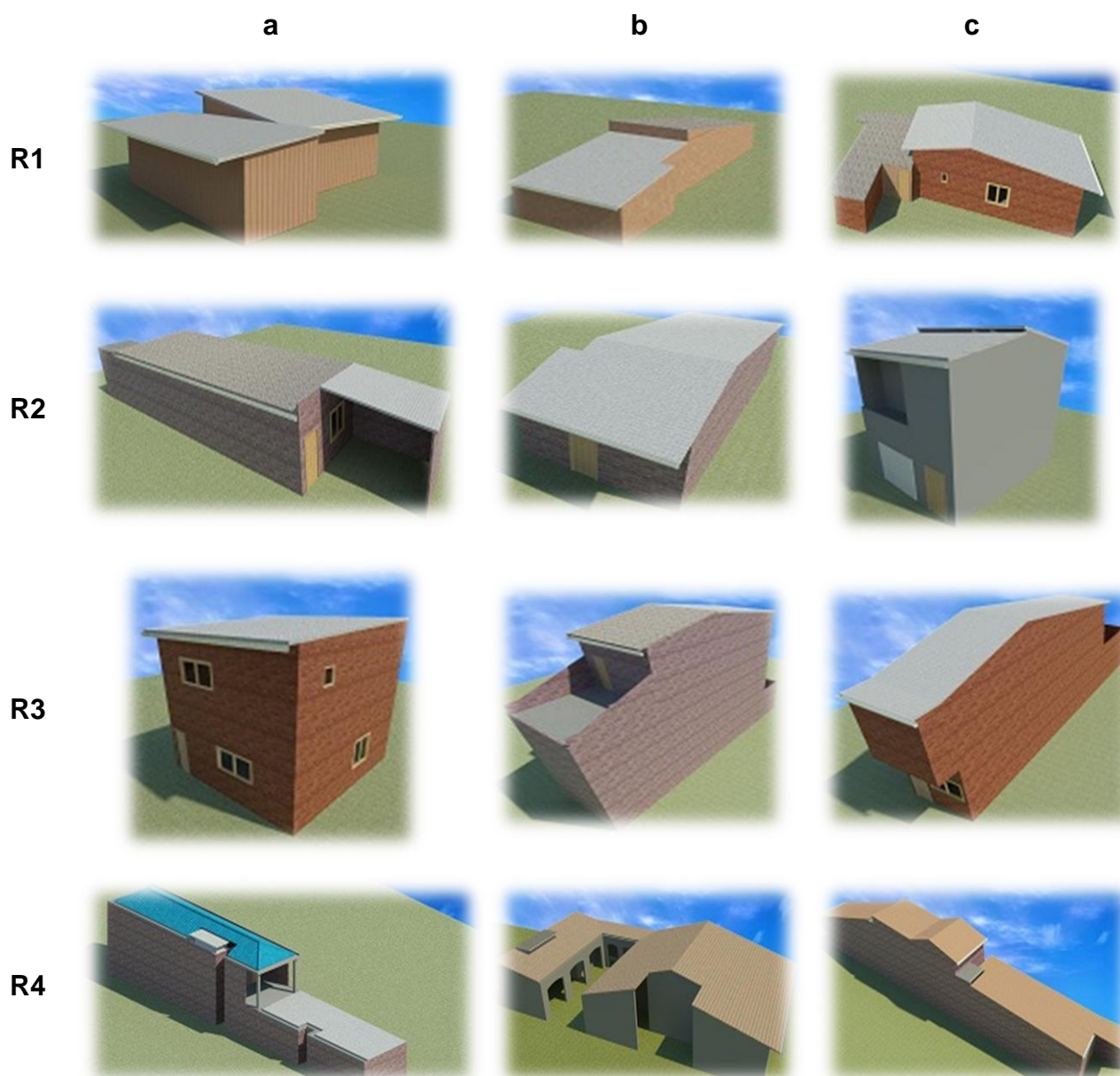
### 5.1. Levantamento de residências e enquadramento

O resultado do levantamento feito nas residências está resumido na Tabela 22 e na Figura 17. Em todos os casos o material da cobertura foi de telha de fibrocimento ou de barro, com algumas tendo uma combinação de ambos materiais. Apesar de ser um material cada vez menos recomendado para usos com água, dez das doze casas levantadas tem cobertura de fibrocimento. As residências R4 tiveram uma maior área de cobertura, sendo estas as de maior padrão.

Tabela 22 - Resumo do levantamento de estudos de caso

<b>Código</b>	<b>Banheiros</b>	<b>Pontos de Água</b>	<b>Material da Cobertura (Telha)</b>	<b>Área Telhado (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área Construída (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Número de habitantes</b>
<b>R1a</b>	1	4	Fibrocimento	54,61	54,61	5
<b>R1b</b>	1	3	Barro/Fibrocimento	109,63	109,63	2
<b>R1c</b>	1	3	Barro/Fibrocimento	81,96	81,96	4
<b>R2a</b>	1	5	Barro/Fibrocimento	105,32	105,32	2
<b>R2b</b>	1	4	Fibrocimento	76,48	76,48	5
<b>R2c</b>	1	4	Fibrocimento	37,09	74,18	1
<b>R3a</b>	2	8	Fibrocimento	58,65	117,29	7
<b>R3b</b>	1	6	Barro/Fibrocimento	57,75	173,25	5
<b>R3c</b>	2	8	Fibrocimento	57,17	114,35	3
<b>R4a</b>	3	13	Barro/Fibrocimento	133,01	266,03	5
<b>R4b</b>	3,5	16	Barro	292,81	292,81	5
<b>R4c</b>	4	15	Barro	147,16	191,31	6

Na Figura 17 são apresentados os modelos 3D produto do levantamento de cada casa. Estes foram elaborados no software REVIT STUDENT VERSION 2016 e com o renderizador NVIDIA Mental Ray.



**Figura 17 - Renderização de modelos 3D das casas levantadas elaboradas com o programa REVIT STUDENT VERSION 2016**

O número de habitantes oscilou entre 1 a 7 habitantes por casa, o que afeta diretamente a demanda d'água. Unicamente três das residências levantadas utilizam água da concessionária através de uma ligação com hidrômetro como única fonte de água. O resto das residências utilizam água de poços subterrâneos, combinação de poços subterrâneo e ligação da concessionária ou tem uma ligação com cobrança de tarifa mínima social. Pela impossibilidade de determinar o consumo de água através da conta de água, a demanda em cada caso foi estimada usando consumo médio per capita do município e o número de habitantes em cada casa.

## 5.2. Elaboração de projeto de engenharia e orçamento

O consumo médio por mês das residências foi de 16,2 m<sup>3</sup>, com uma variação típica de 43% ao redor deste valor (Tabela 23). Porém notou-se uma diferença de consumo entre as categorias pela diferença no número de moradores. As residências R2 tiveram média mensal de consumo de 10,4 m<sup>3</sup>, a menor de todas as categorias. Este resultado se deve a R2c possuir um único habitante, fazendo a média diminuir para esta categoria. R1, R3, e R4 mostram um consumo crescente com o padrão, com médias mensais de 14,3, 19,5 e 20,8 m<sup>3</sup>, respectivamente.

Tabela 23 - Estimativas de consumo e dimensionamento do reservatório

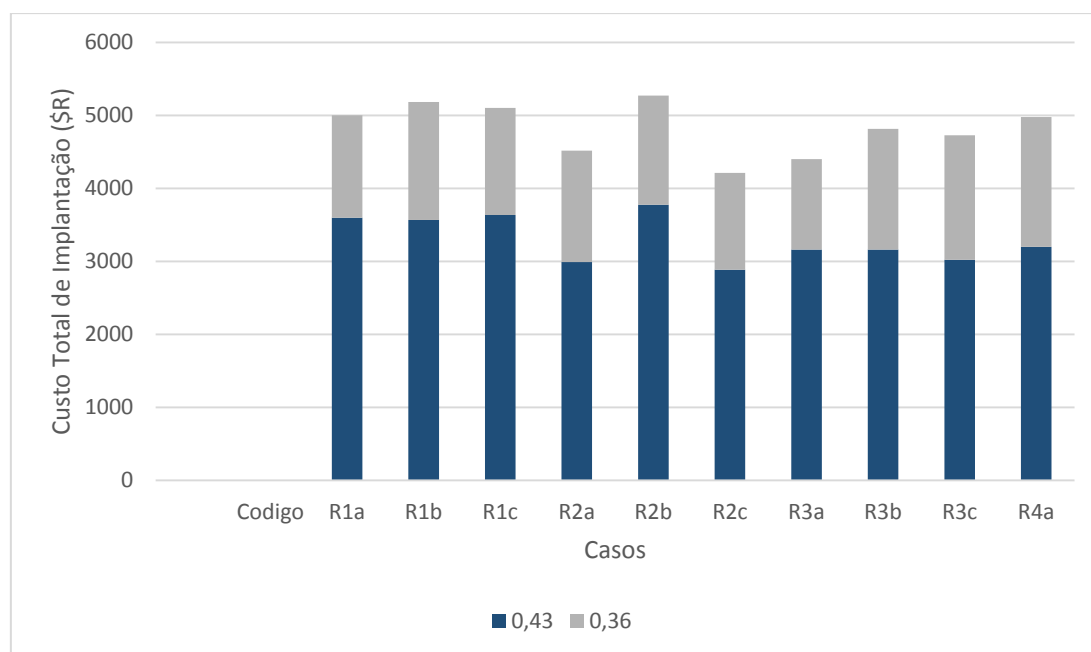
<b>Código</b>	<b>Consumo Mensal (m<sup>3</sup>/mês)</b>	<b>Área de cobertura aproveitável</b>	<b>Reservatório Inferior (L)</b>	<b>Reservatório Superior (L)</b>
<b>R1a</b>	19,5	54,6	2.000	1.000
<b>R1b</b>	7,8	109,6	1.500	250
<b>R1c</b>	15,6	81,9	2.000	500
<b>R2a</b>	7,8	86,7	1.500	250
<b>R2b</b>	19,5	76,5	2.000	1.000
<b>R2c</b>	3,9	37,1	1.000	250
<b>R3a</b>	27,3	58,7	2.000	1.000
<b>R3b</b>	19,5	57,7	2.000	1.000
<b>R3c</b>	11,7	57,2	2.000	500
<b>R4a</b>	19,5	134,6	2.000	1.000
<b>R4b</b>	19,5	116,4	2.000	1.000
<b>R4c</b>	23,4	95,8	2.000	750
<b>Média</b>	16,2	80,6	1.833	708
<b>Amplitude</b>	23,4	97,6	1000,0	750,0
<b>Desvio padrão</b>	7,0	29,3	325,7	334,3
<b>Coefficiente de variação</b>	0,43	0,43	0,36	0,18

Em todos os projetos foi usado o critério de máximo aproveitamento da cobertura como superfície de captação. Porém, a área de cobertura aproveitável foi menor do que a área de cobertura total nas casas R2a, R4b e R4c. Nestes casos houve impedimentos na disposição de certas partes da cobertura em relação à localização do reservatório para captação da água pluvial (Apêndice A). As casas de maior

padrão tiveram a maior área de cobertura aproveitável, com uma média 115,6 m<sup>2</sup> nas casas R4. Observa-se também que 7 das 9 casas nas categorias R2, R3 e R4 tem mais de um pavimento, o que resulta em uma área de cobertura menor em relação à área construída.

O dimensionamento do reservatório inferior do cenário ADH-1 para todas as casas resultou em volumes de entre 1000 e 2000 litros (Tabela 23). No entanto, a maioria dos reservatórios foram de 2000 litros. O tamanho do reservatório é diretamente relacionado com o consumo de água, sendo que em todos os casos onde a demanda mensal ultrapassou os 10 m<sup>3</sup> o reservatório resultou no máximo volume.

O custo de implantação dos sistemas variou entre R\$ 4213,52 e R\$ 5184,21, com os equipamentos de tratamento e os reservatórios sendo a maior parte do custo (Figura 18). Este último conjunto representou em média 68% do custo total de implantação (Tabela 24). As casas das categorias R3 e R4 possuem quantidade maior de pontos de água e tiveram um custo percentual maior em tubos, conexões e válvulas, acima de 10% em todos os casos. Os outros componentes incluem tubulações, calhas, conexões e válvulas e estão detalhados no Apêndice B.



**Figura 18 - Custo de implantação total em relação a equipamentos e reservatórios para sistemas de SCAC por caso**

Tabela 24 - Proporção de custo por componentes do custo total de implantação

<b>Código</b>	<b>Custo de tubos e conexões na captação</b>	<b>Custo de tubos, conexões e válvulas no abastecimento</b>	<b>Custo de equipamentos e reservatórios</b>	<b>Custo Total (R\$)</b>
<b>R1a</b>	19%	9%	72%	\$ 5.002,51
<b>R1b</b>	23%	9%	69%	\$ 5.184,21
<b>R1c</b>	21%	8%	71%	\$ 5.102,69
<b>R2a</b>	25%	9%	66%	\$ 4.518,04
<b>R2b</b>	21%	8%	72%	\$ 5.271,30
<b>R2c</b>	22%	9%	68%	\$ 4.213,52
<b>R3a</b>	16%	12%	72%	\$ 4.400,85
<b>R3b</b>	21%	14%	66%	\$ 4.815,91
<b>R3c</b>	26%	10%	64%	\$ 4.727,19
<b>R4a</b>	18%	18%	64%	\$ 4.978,41
<b>R4b</b>	17%	21%	61%	\$ 5.213,20
<b>R4c</b>	16%	17%	66%	\$ 4.820,91

As casas na categoria R3, R4 e a casa R2a tiveram um custo menor na instalação de reservatórios. Nestes projetos apresentou-se a possibilidade de prescindir de estrutura independente para o reservatório elevado, pois há a possibilidade de instalar o reservatório na própria estrutura da edificação.

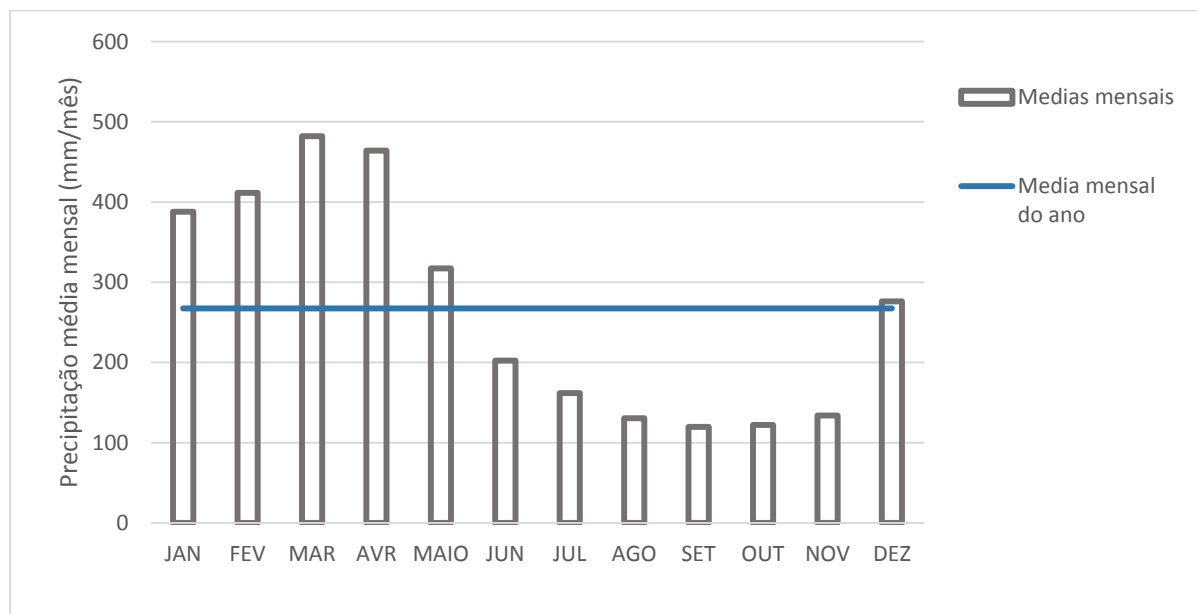
O custo de implantação dos SCAC foi similar em todos os casos. O valor mínimo foi 13% menor e o valor máximo 9% maior do que a média de R\$ 4854,06. Isto aconteceu porque os componentes de maior valor, reservatórios e equipamento de tratamento, estavam presentes em todos os projetos. Nas casas de menor padrão o custo de estruturas de apoio para o reservatório superior acabou compensando o custo adicional em tubulações e conexões das casas maiores.

### 5.3. Resultados da simulação de cenários ADH

O potencial de economia de água potável médio para o cenário ADH-1 resultou entre 34,60% e 49,27% para todos os casos, com uma média geral de 44,14% (Tabela 25). No entanto, a economia não se manteve uniforme ao longo do ano. Como é de se esperar, houve uma diferença no desempenho dos SCAC entre as épocas mais chuvosa e a menos chuvosa. Os meses de maior economia foram Fevereiro e Março, que têm média de precipitação mensal acima de 400mm para a série levantada (Figura 19). Os meses com desempenho mais baixo correspondem a época de menor



pluviosidade, sendo setembro, outubro e novembro os mais críticos com média de precipitação mensal abaixo de 140 mm.



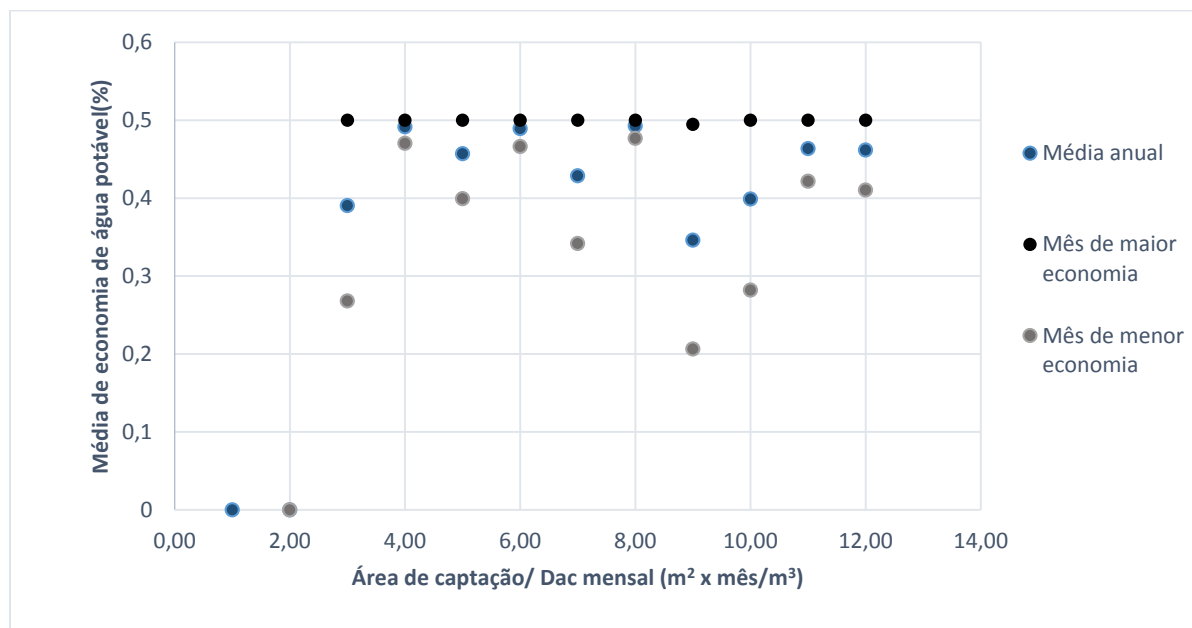
**Figura 19- Médias mensais de precipitação da série levantada**

**Tabela 25 - Desempenho hídrico de SCAC no cenário ADH-1**

Código	Potencial de economia anual de água potável	Mês de maior economia	Média do mês	Mês de menor economia	Média do mês	Área de captação unitária (m <sup>2</sup> .mês/m <sup>3</sup> )
R1a	39,03%	Fevereiro	50,00%	Setembro	26,79%	1,40
R1b	49,14%	Março	50,00%	Novembro	47,02%	7,03
R1c	45,69%	Março	50,00%	Setembro	39,92%	2,63
R2a	48,91%	Março	50,00%	Novembro	46,61%	5,56
R2b	42,86%	Março	50,00%	Setembro	34,16%	1,96
R2c	49,27%	Março	50,00%	Outubro	47,66%	4,76
R3a	34,60%	Fevereiro	49,45%	Setembro	20,64%	1,08
R3b	39,87%	Fevereiro	50,00%	Setembro	28,19%	1,48
R3c	46,34%	Março	50,00%	Novembro	42,16%	2,45
R4a	46,16%	Março	50,00%	Setembro	41,02%	3,45
R4b	45,54%	Março	50,00%	Setembro	39,54%	2,99
R4c	42,31%	Fevereiro	50,00%	Setembro	33,00%	2,05

Nem todos os sistemas foram afetados na mesma proporção pela sazonalidade da precipitação. Foi identificada uma relação entre área de captação e demanda de água da chuva como variável chave, o que seria uma área captação unitária ( $A_{cu}$ ). Esta

afeta os níveis de atendimento da demanda de água pluvial e consequentemente a economia de água potável. As residências de menor  $A_{cu}$ , R1a, R3a e R3b, resultaram também em um menor potencial de economia de água potável, abaixo de 40%. Na Figura 20 observa-se que as casas com maior área unitária de captação tiveram um potencial de economia de água potável maior e uma maior estabilidade ao longo do ano.

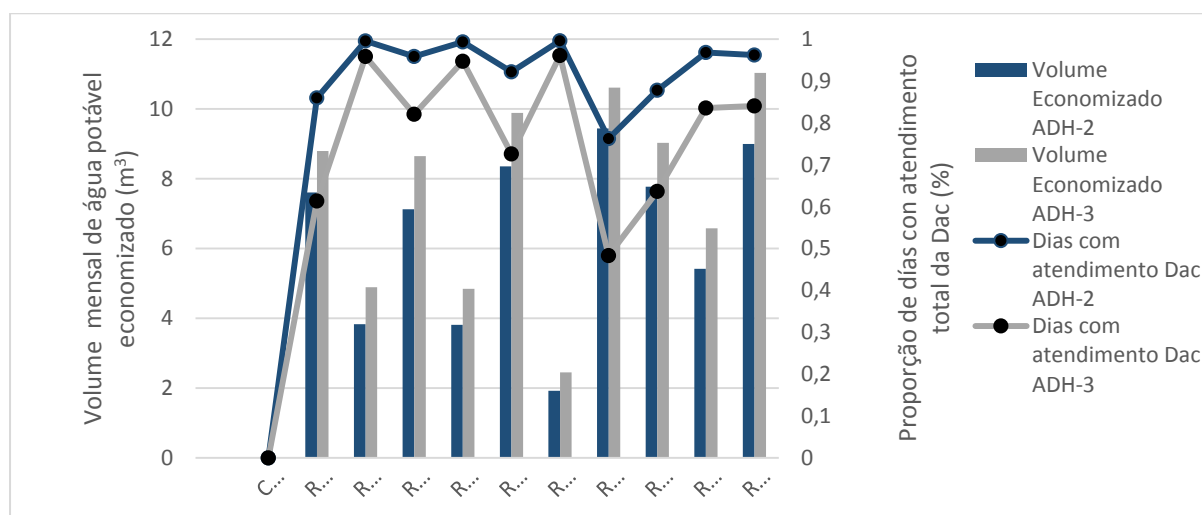


**Figura 20 – Potencial de economia de água potável em relação a área unitária de captação**

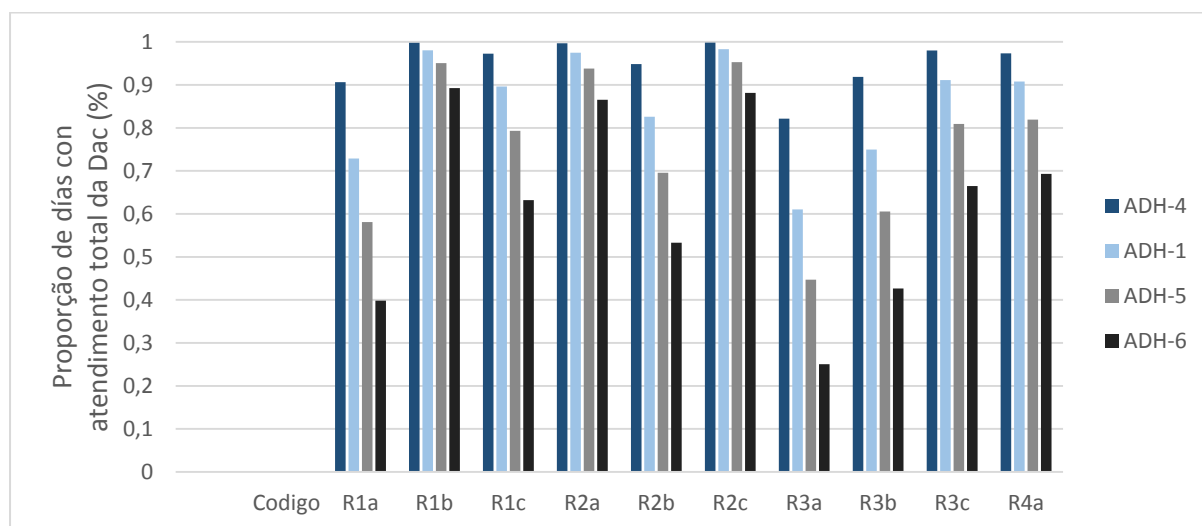
As casas de maior área unitária, R1b, R2a e R2c, tiveram também uma maior resiliência no atendimento frente a variação da demanda per capita total dos cenários ADH-2 e ADH-3. Para estas residências, o potencial de economia se manteve acima de 46% durante o ano todo (Figura 20). Consequentemente, os dias com atendimento total da  $D_{ac}$  tiveram pouca variação entres cenários para estes três casos, ficando acima de 95% (Figura 21). Porém, estas mesmas casas foram as de menor volume mensal de água potável economizado. Em todos os casos, o nível de atendimento de  $D_{ac}$  foi reduzido com o aumento da demanda total do cenário ADH-2 para o cenário ADH-3, ao contrário dos resultados de volume de água economizado.

Foram observados resultados similares com a variação da parcela de água potável a ser substituída por água da chuva nos cenários ADH-4, ADH-5 e ADH-6. Quanto maior é a utilização de água pluvial, menos dias garantidos de atendimento da

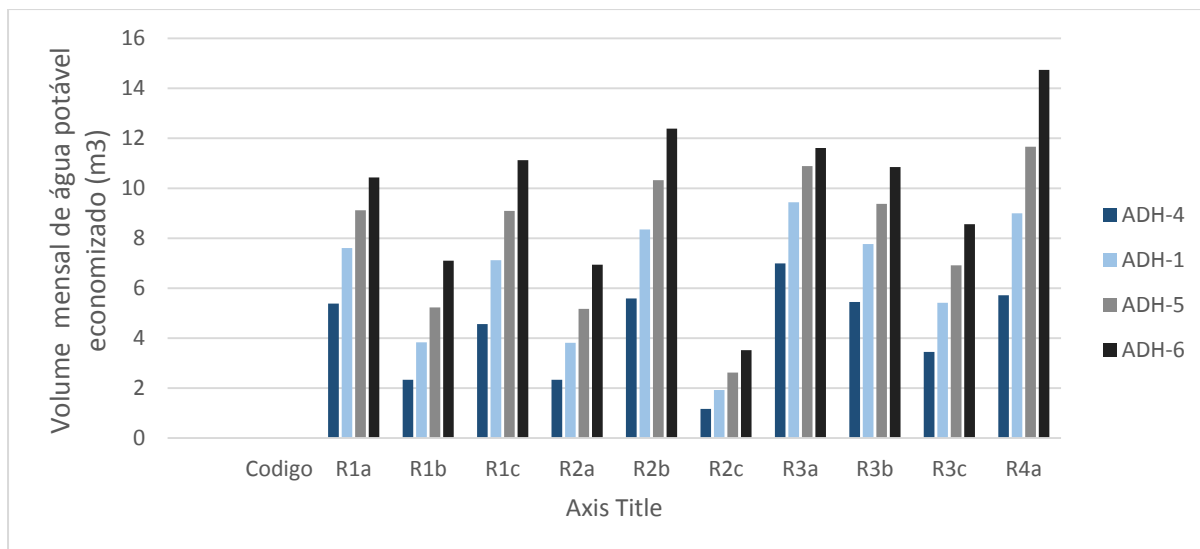
demanda (Figura 22). O caso mais extremo foi a residência R3a, que caiu de um 82% de atendimento no cenário ADH-4 até 25% no cenário ADH-6. O volume mensal de água potável economizado aumentou com a ampliação dos usos de água da chuva (Figura 23). Novamente as casas de menor volume economizado e maior  $A_{cu}$  (R1b, R2a e R2c), tiveram a menor variação no desempenho de atendimento para estes cenários, mantendo um atendimento acima de 85% nos 4 cenários.



**Figura 21 – Volume de água potável economizada mensalmente e proporção de dias com atendimento total de  $D_{ac}$  nos cenários ADH-2 e ADH-3**



**Figura 22 - Proporção de dias com atendimento total de  $D_{ac}$  nos cenários ADH-1, ADH-5, ADH-5 e ADH-6**



**Figura 23 - Volume de água potável economizada mensalmente nos cenários ADH-1, ADH-4, ADH-5 e ADH-6**

As residências de padrão R4 tiveram o maior volume de água potável economizado para os cenários com mais uso de água da chuva. Este resultado parece estar explicado por dois fatores: as casas têm uma área maior de superfície aproveitável, junto com uma maior quantidade de habitantes comparadas as outras categorias. Esta combinação de maior oferta de água na captação junto a uma maior demanda total da residência resulta em uma economia de água potável mais elevada que a das outras residências em termos absolutos.

A área de captação unitária ( $A_{cu}$ ) mostrou-se relevante tanto para o potencial geral de economia de água potável quanto para a variação do desempenho do SCAC com a sazonalidade. Os casos com mais área de captação unitária possuem uma oferta de água maior para qualquer evento de chuva. No entanto estas casas foram as de menor demanda e as de menor volume de água potável economizado.

Nos cenários ADH-2 e ADH-4, onde a  $D_{ac}$  é menor, o SCAC conseguiu atender a demanda na maior parte do tempo como se observa na Figura 21 e na Figura 22. Porém no caso do aumento da demanda do cenário ADH-3 e nos cenários de maior uso de água pluvial, ADH-1, ADH-5 e ADH-6, a demanda de água pluvial não é atendida na maioria das edificações. Em todos os casos é necessária uma fonte de água alternativa para suprir o déficit de produção do SCAC, especialmente na época de seca.

## 5.4. Resultados da simulação de cenários AE

Os resultados da etapa de análise econômica para o cenário base (ADH-1) estão apresentados na Tabela 26. Para as condições estabelecidas no cenário ADH-1, apenas um dos empreendimentos apresentou benefício econômico do ponto de vista do usuário. A casa R3a teve um VPL positivo (R\$ 282,04) que representa aproximadamente um 6% do custo de implantação. A TIR (7,7%) resultou acima da taxa mínima de atratividade e o payback de 21,6 anos. Isto aponta a uma viabilidade positiva ao longo prazo para este empreendimento, 86% horizonte de projeto de 25 anos.

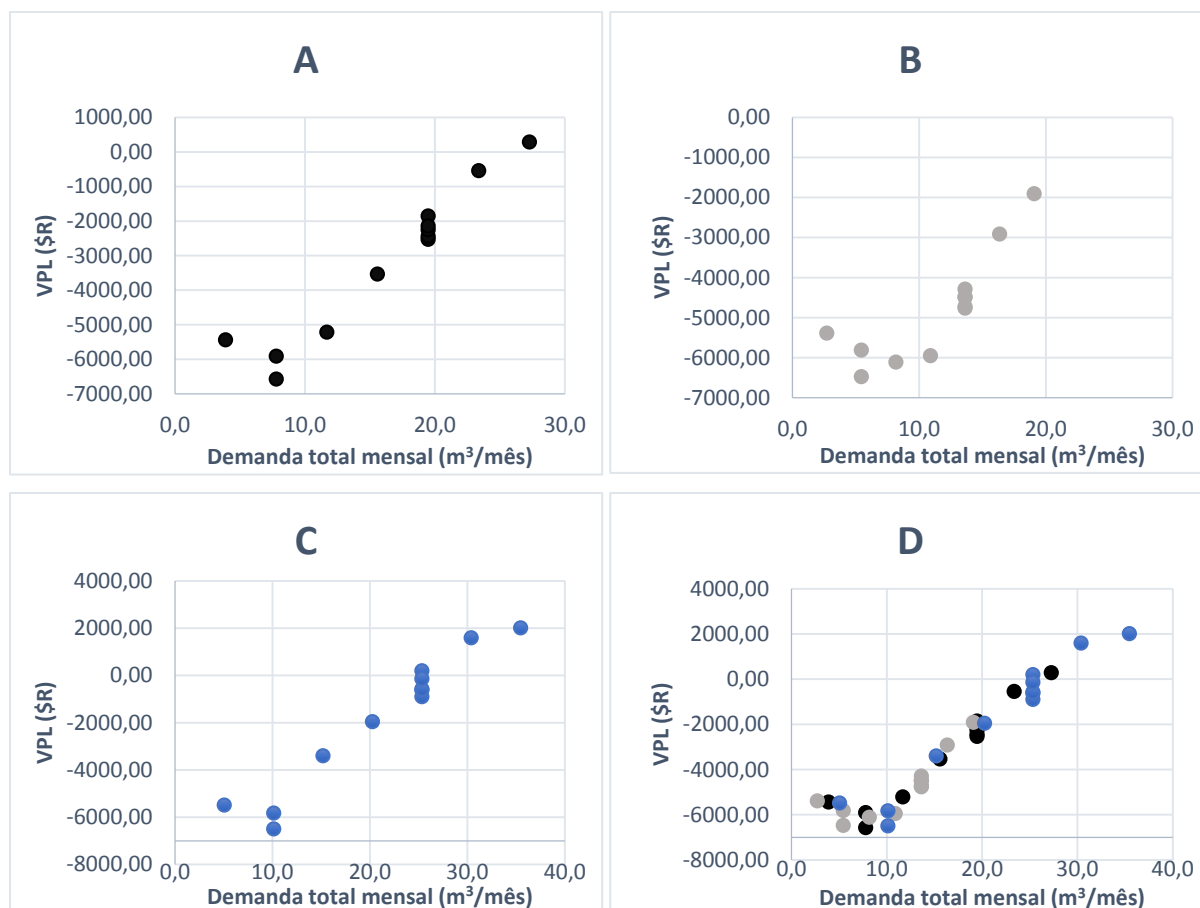
Tabela 26 - Resultados de VPL, TIR e Payback no cenário ADH-1

Código	Custo de implantação (CI) SCAC (R\$)	VPL (R\$)	VPL/CI	TIR (%)	Payback (anos)	% Payback
R1a	\$ 5.002,51	\$(2.533,29)	-51%	N/A	N/A	N/A
R1b	\$ 5.184,21	\$(6.575,52)	-127%	N/A	N/A	N/A
R1c	\$ 5.102,69	\$(3.536,88)	-69%	N/A	N/A	N/A
R2a	\$ 4.518,04	\$(5.911,31)	-131%	N/A	N/A	N/A
R2b	\$ 5.271,30	\$(2.443,32)	-46%	0,7%	N/A	N/A
R2c	\$ 4.213,52	\$(5.440,91)	-129%	N/A	N/A	N/A
R3a	\$ 4.400,85	\$ 282,04	6%	7,7%	21,6	86%
R3b	\$ 4.815,91	\$(2.255,92)	-47%	0,6%	N/A	N/A
R3c	\$ 4.727,19	\$(5.216,95)	-110%	N/A	N/A	N/A
R4a	\$ 4.978,41	\$(1.856,27)	-37%	2,1%	N/A	N/A
R4b	\$ 5.213,20	\$(2.145,68)	-41%	1,5%	N/A	N/A
R4c	\$ 4.820,91	\$(546,32)	-11%	5,6%	N/A	N/A

Pela definição da TIR, aqueles empreendimentos em que esta foi positiva poderiam ter um VPL positivo se a taxa mínima de atratividade fosse menor que esta. Nestes casos o empreendimento gerou fluxos de caixa positivos mas não foram suficientes para compensar o custo de oportunidade do dinheiro. As residências R2b (0,7%), R3b (0,6%), R4a (2,1%), R4b (1,5%), R4c (5,6%) se encontraram nesta situação.

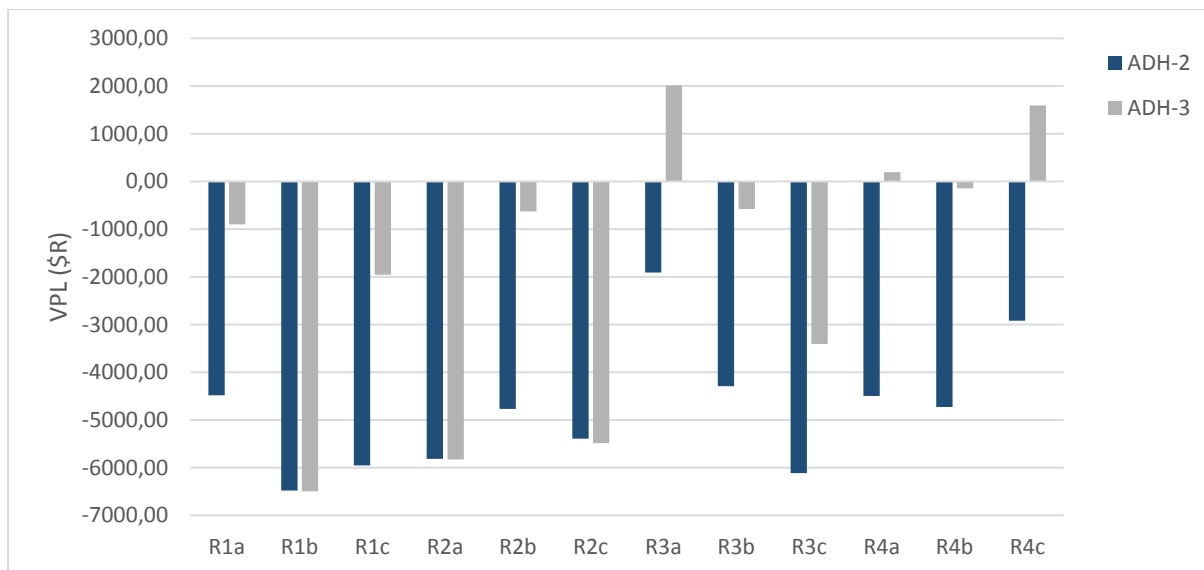
Com relação ao VPL, verificou-se que a demanda total da casa é uma variável chave para a viabilidade do empreendimento. Na Figura 24 observa-se um aumento no valor do VPL com o aumento da demanda. Para cada cenário, ADH-1 (A), ADH-2 (B) e ADH-3 (C), o VPL aumenta com a demanda a partir de uma demanda total mensal de

10 m<sup>3</sup>. Na Figura 24(D) pode ser observado que para todas as casas foi encontrado este efeito com aumento da demanda per capita. Esta relação foi independente do padrão da casa, contudo relacionado ao número de moradores na residência.



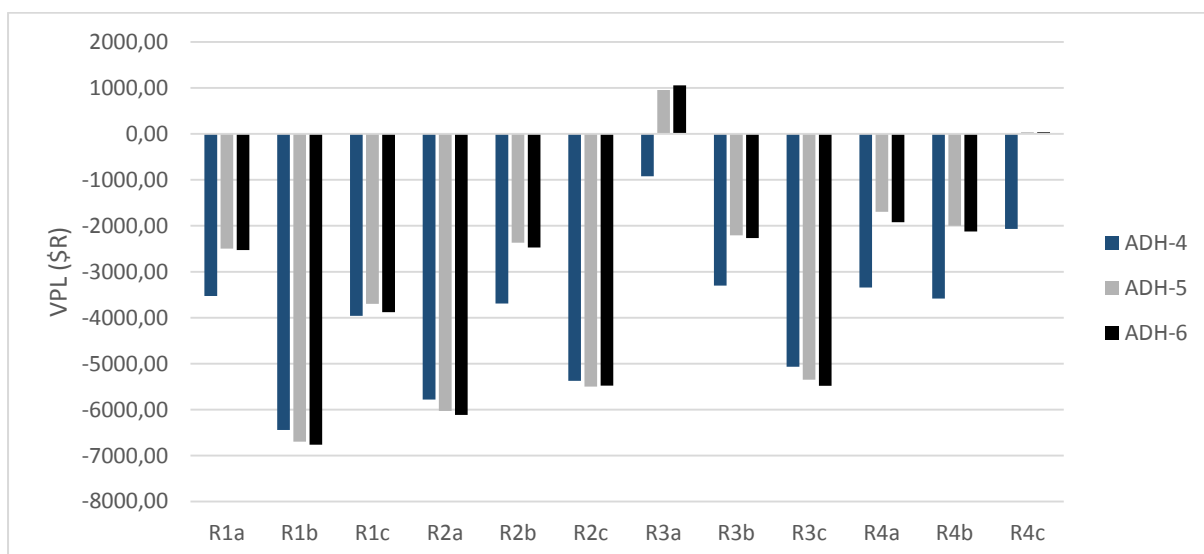
**Figura 24- Relação entre VPL e demanda total mensal nos cenários: (A) ADH-1, (B) ADH-2, (C) ADH-3, (D) ADH-1, ADH-2 e ADH-3.**

Esta hipótese foi reforçada pelos resultados dos cenários ADH-2 e ADH-3 (Figura 25). No cenário ADH-2 onde a demanda per capita foi reduzida 30%, o VPL foi negativo em todos os casos. Com o aumento de 30% da demanda do cenário ADH-3, o VPL aumentou na maioria dos casos. Com este aumento, as residências R3a, R4a e R4c tiveram um VPL positivo, sinalizando a viabilidade dos SCAC. Nestes casos, o Payback foi de 11,9, 22,8 e 13,8 anos, respectivamente. Também as casas R1a, R1c, R2b, R3b e R4b tiveram uma TIR positiva.



**Figura 25 - Diferença no VPL nos cenários ADH-2 e ADH-3**

A variação da parcela de água pluvial sobre a demanda total teve um efeito similar, porém menor, sobre o VPL. O aumento do uso de água da chuva resultou em um aumento do VPL quando comparado o cenário ADH-4 aos cenários ADH-5 e ADH-6 na maioria dos casos (Figura 26). Nestes últimos cenários as casas R3a e R4c tiveram um VPL positivo. A casa R3a teve um período de retorno de 15,9 e 15,25 anos; R4c teve um *payback* de 24,4 anos em ambos cenários.



**Figura 26 - VPL para os cenários ADH-4, ADH-5 e ADH-6**

A relação entre o VPL e a demanda está ligada à estrutura tarifária da cobrança d'água. No cenário de aumento de demanda total, ADH-3, verificou-se que casas com

uma demanda acima de 30 m<sup>3</sup> mensais tiveram um VPL positivo. A estrutura de preços estratificada resulta em uma maior economia por cada m<sup>3</sup> de água economizado para os consumidores nas faixas mais altas.

O caso inverso acontece para as casas com menor demanda. Nas residências R1b, R2a e R2c a demanda de água total mensal é menor que o consumo mínimo de 10 m<sup>3</sup> da tarifa social. Nestes casos o aproveitamento de água da chuva não gerou uma economia na conta de água, pois o consumidor continua pagando preço fixo pelo resto de água potável consumida. A implementação do SCAC gerou unicamente fluxos de caixa negativos, pelo custo de implantação e pelo custo de operação e manutenção. O resultado foi um VPL com um prejuízo maior do que o custo de implantação.

Algo similar aconteceu em alguns casos quando foi aumentada a parcela de água potável a ser substituída por água pluvial. Nos casos R1b, R1c, R2c e R3c o VPL diminuiu do cenário ADH-1 para ADH-5, quando a percentagem de água potável a ser substituída por água da chuva passou de 50% para 70% (Tabela 27). Isto aconteceu quando consumo médio de água potável em ADH-1 estava abaixo dos 10 m<sup>3</sup> da tarifa social. Consequentemente o aumento de uso de água pluvial em ADH-5 e ADH-6 não resultou em uma maior economia na conta da água e sim em um aumento dos custos de tratamento e energia pelo volume de água pluvial adicional. Esta situação foi repetida nos casos R2b, R3b, R4a e R4b com o passo do cenário ADH-5 para ADH-6.



Tabela 27- Consumo médio mensal de água potável nos cenários ADH-1, ADH-5 e ADH-6

Código	ADH-1		ADH-5		ADH-6	
	Consumo mensal (m <sup>3</sup> /mês)	VPL (R\$)	Consumo mensal (m <sup>3</sup> /mês)	VPL (R\$)	Consumo mensal (m <sup>3</sup> /mês)	VPL
R1a	11,9	-2533,29	10,4	-2494,85	9,1	-2527,84
R1b	4,0	-6575,52	2,6	-6698,19	0,7	-6763,51
R1c	8,5	-3536,88	6,5	-3697,18	4,5	-3878,51
R2a	4,0	-5911,31	2,6	-6030,20	0,9	-6118,13
R2b	11,1	-2443,32	9,2	-2368,61	7,1	-2472,46
R2c	2,0	-5440,91	1,3	-5500,95	0,4	-5478,87
R3a	17,8	282,04	16,4	957,90	15,7	1057,31
R3b	11,7	-2255,92	10,1	-2208,09	8,6	-2266,44
R3c	6,3	-5216,95	4,8	-5349,03	3,1	-5481,05
R4a	10,5	-1856,27	7,8	-1695,66	4,7	-1920,67
R4b	10,6	-2145,68	8,1	-1997,25	5,2	-2122,27
R4c	13,5	-546,32	11,1	36,48	8,8	36,20

A maioria dos empreendimentos foi afetada pela variação na tarifa d'água. O cenário AE-2 com a diminuição de 30% na estrutura tarifária inviabilizou o empreendimento em todos os casos. Para AE-3, as casas R3a e R4c tiveram um VPL positivo (Figura 27). Nestes casos a TIR foi de 12,4% e 9,9%, enquanto o payback foi de 11,3 anos e 14,8 anos, respectivamente. No cenário AE-4, com o aumento de 100% na estrutura tarifária, a metade das casas apresentaram viabilidade econômica, com VPL acima de R\$ 2000 nesses casos. Este resultado mostra um aumento importante do VPL para as casas com consumo total de água acima de 19 m<sup>3</sup>/mês.

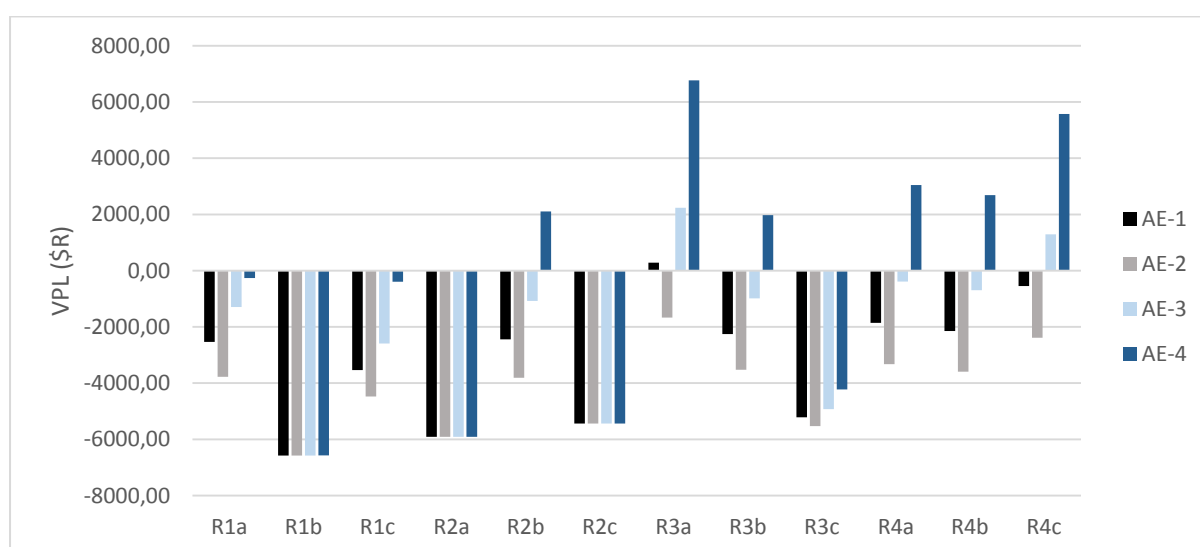
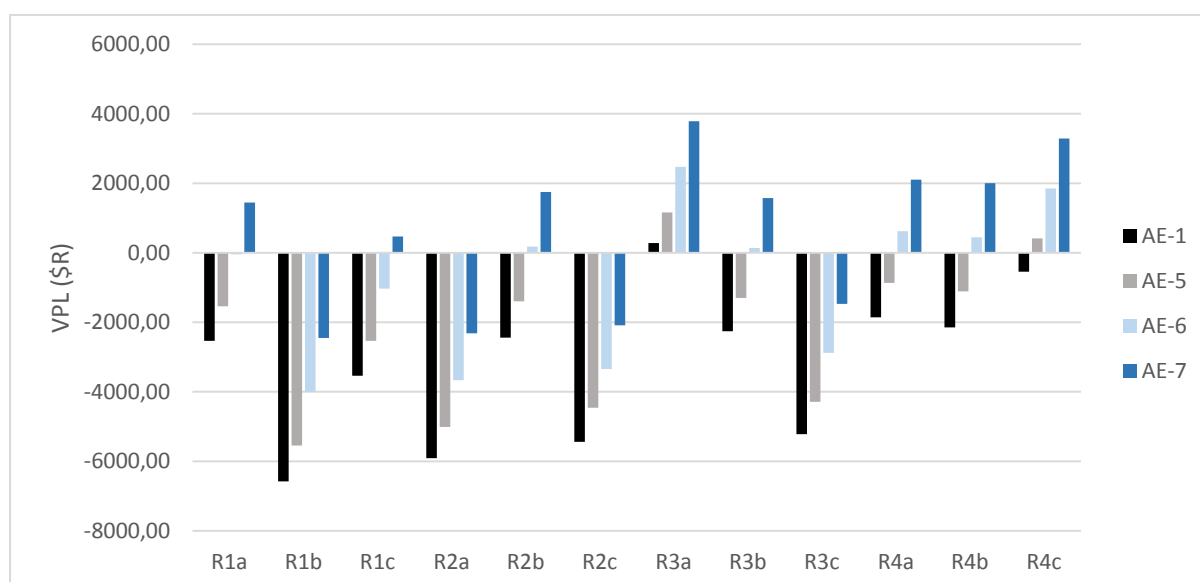


Figura 27 - VPL para os cenários AE-1, AE-2, AE-3 e AE-4

Berwanger e Ghisi (2014) chegaram na mesma conclusão de que o consumo de água é uma variável que afeta a viabilidade econômica do aproveitamento de água da chuva residencial. Na cidade Itapariga, as casas com consumo acima de 18 m<sup>3</sup> por mês se mostraram viáveis. Chaib et al. (2015) acharam viável este tipo de empreendimento na cidade de Belo Horizonte, porém sugeriram um subsídio de instalação pelo elevado tempo de retorno do investimento.

Observa-se na Figura 28 como o VPL aumentou em todos os casos com a redução no custo de implantação dos cenários AE-5, AE-6 e AE-7. Este resultado é previsível porque o valor de implantação é o maior fluxo de caixa durante a vida do empreendimento. Ao mesmo tempo este valor é o menos descontado por se encontrar no início do projeto.



**Figura 28 - VPL nos cenários AE-1, AE-5, AE-6 e AE-7**

Finalmente, as políticas de aumento do preço da água e a diminuição do custo de implantação melhoraram a viabilidade econômica na maioria dos casos. Uma diminuição de 50% no custo de implantação é necessária para viabilizar o aproveitamento de água da chuva na maioria dos casos. Os maiores benefícios foram para as residências R3a e R4b. No caso das casas R1b, R2a e R2c o empreendimento foi inviável em todas as condições. Nas casas em que a demanda é menor à tarifa social, nenhuma política econômica viabilizou a implementação de um SCAC.

## 6. Conclusões e Recomendações

As principais conclusões deste trabalho sobre os sistemas de captação e aproveitamento de água da chuva, considerando as premissas utilizadas nesse estudo, são:

- O custo de implantação de sistemas de água da chuva tem pouca variação com o padrão da residência familiar onde é instalado, no intervalo de R\$ 4213,52 e R\$ 5184,21 para todas as casas avaliadas.
- Na maioria dos casos é possível uma economia de água potável acima de 40% da demanda total das casas. Vários fatores influenciam o potencial de economia como: área de captação unitária, tamanho do reservatório, fins para uso de água da chuva.
- As casas com maior área de captação unitária têm uma maior estabilidade sazonal no potencial de economia de água potável. Nestes casos o nível de atendimento permanece alto ainda nos meses menos chuvosos, pois a capacidade de oferta de água por evento de chuva é maior em relação à demanda.
- Os sistemas de captação de água pluvial não atendem totalmente a demanda de água das casas unifamiliares no regime pluviométrico de Belém-Pa. Nos meses de seca os níveis de atendimento diminuem, o que acontece em uma proporção maior quanto mais água é substituída por água da chuva. Como consequência, os SCAC com reservatórios entre 2000 e 3000 litros instalados em residências unifamiliares devem ser acompanhados de fontes alternativas para abastecimento de água.
- O aproveitamento de água da chuva para residências unifamiliares no município de Belém é viável para aquelas casas com consumo de água acima de aproximadamente 30 m<sup>3</sup>.
- Os sistemas de água da chuva são mais viáveis economicamente nas residências com maior demanda, independentemente do tamanho da área de captação.
- A estrutura tarifária torna economicamente inviável aproveitamento de água da chuva sob qualquer cenário nas casas que tem um consumo abaixo da tarifa social ou de cobrança fixa.

- Uma diminuição de 50% no custo de implantação viabiliza o aproveitamento de água da chuva na maioria dos casos, toda vez que o consumo de água da residência seja maior que o consumo mínimo da tarifa social.
- Uma combinação de aumento de preço da água e diminuição no custo de implantação melhoraram a viabilidade econômica do aproveitamento de água da chuva.

Da experiência obtida neste trabalho surgem as seguintes recomendações para futuras pesquisas:

- Analisar SCAC instalados na cidade para obter dados medidos da economia real possível na cidade de Belém
- Avaliar projetos de SCAC sem tratamento e com reservatórios menores para diminuir o custo de implantação.
- Avaliar o uso implantação de SCAC em prédios com alto consumo de água, como estabelecimentos comerciais, industriais e grandes condomínios.
- Incluir a análise com cobrança de taxa de drenagem como incentivo para implantação de SCAC.
- Incluir a análise com variação na tarifa de energia elétrica.

## 7. REFERÊNCIAS

ABDULLA, F. A. Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan. **Desalination**, v. 243, p. 195–207, 2009.

ABNT. Instalações prediais de águas pluviais NBR 10844. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, p. 13, 1989.

ABNT. NBR 14653-4 Avaliação de bens Parte 4 : Empreendimentos. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, p. 16, 2002.

ABNT. NBR 15527 Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, p. 12, 2007.

ALCOLEA, A. *et al.* An assessment of the influence of sulfidic mine wastes on rainwater quality in a semiarid climate (SE Spain). **Atmospheric Environment**, v. 107, p. 85–94, 2015.

ANA. **Atlas Brasil : abastecimento urbano de água : panorama nacional**. Brasília: ANA, 2010.

ANA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - Informe 2014 - Encarte Especial sobre a Crise Hídrica. p. 30, 2014.

ASA. **Ações - Programa Um Milhão de Cisternas**. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc>>. Acesso em: 31 mar. 2016.

BAPTISTA, A. T. A. *et al.* Coagulation-flocculation process with ultrafiltered saline extract of moringa oleifera for the treatment of surface water. **Chemical Engineering Journal**, v. 276, p. 166–173, 2015.

BASTOS, T. X. *et al.* **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. v. 128

BCB. **Interest rate - Reference Rate**. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

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.

BEYSENS, D. *et al.* Chemical and biological characteristics of dew and rain water in an urban coastal area (Bordeaux, France). **Atmospheric Environment**, v. 40, n. 20, p. 3710–3723, 2006.

BSI. Rainwater harvesting systems – Code of practice BS 8515:2009. **British Standards**, v. 44, n. 0, 2009.

CAMPISANO, A. *et al.* Potential for Peak Flow Reduction by Rainwater Harvesting Tanks. **Procedia Engineering**, v. 89, p. 1507–1514, 2014.

CELPA. **Tarifas Residenciais**. Disponível em: <<http://www.celpe.com.br/display/de2518a7-d264-4e62-87dd-5031b74f5d9e>>. Acesso em: 10 dez. 2016.

CHAIB, E. B. *et al.* Avaliação do potencial de redução do consumo de água potável por meio da implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva em edificações unifamiliares. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 3, p. 605–614, 2015.

CONDÉ, M. *et al.* Metodologia de Otimização para o Dimensionamento de Reservatórios de

Águas Pluviais. v. 19, p. 29–40, 2014.

COSANPA. **CLASSIFICAÇÃO DA CATEGORIA E SUB-CATEGORIA DE ECONOMIA EM FUNÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO IMÓVEL**. Disponível em: <<http://www.cosanpa.pa.gov.br/index.php/2-geral/36-taxas>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

DA COSTA PACHECO, P. R. *et al.* A view of the legislative scenario for rainwater harvesting in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p. 290–294, 2017.

DA ROCHA MOTTA, R. *et al.* **Engenharia econômica e finanças**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2009.

DANILENKO, A. *et al.* **The IBNET Water Supply and Sanitation Blue Book 2014**. Washington D.C.: World Bank, 2014.

DANTAS DA SILVA, N.; WESSELS PARELO, L.; SANTOS MORAES, L. R. QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE CHUVA ARMAZENADA EM CISTERNAS NA ÁREA RURAL DE INHAMBUPE, NO SEMIÁRIDO BAIANO, E SEUS FATORES INTERVENIENTES. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 2, n. 1, p. 172–187, 2014.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Guidance on use of rainwater tanks**. [s.l.] Department of Health: Government of Australia, 2011.

DO CARMO, R. L.; DAGNINO, R.; JOHANSEN, I. Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 31, n. 1, p. 169–190, 2014.

DOMÈNECH, L.; SAURÍ, D. A comparative appraisal of the use of rainwater harvesting in single and multi-family buildings of the Metropolitan Area of Barcelona (Spain): Social experience, drinking water savings and economic costs. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 6–7, p. 598–608, 2011.

EHRlich, P. J.; DE MORAES, E. A. **Engenharia Econômica: avaliação e seleção de projetos de investimento**. 6 ed. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

ENVIRONMENT AGENCY. **Harvesting rainwater for domestic uses: an information guide**. Bristol: Environment Agency, 2010.

EPA. **ACL 90B EUP Chlorinating Tablets**. Disponível em: <[https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/ppls/000935-00040-20010705.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/ppls/000935-00040-20010705.pdf)>. Acesso em: 13 jan. 2017.

FAO. **The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011.

FARRENY, R. *et al.* Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain. **Water Research**, v. 45, n. 10, p. 3245–3254, 2011.

FARRENY, R.; GABARRELL, X.; RIERADEVALL, J. Cost-efficiency of rainwater harvesting strategies in dense Mediterranean neighbourhoods. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 7, p. 686–694, 2011.

FASOLA, G. B.; MARINOSKI, A. K. Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. **Ambiente construído**, v. 11, n. 4, p. 65–78, 2011.

FLORES, R. *et al.* Potencial de captação de água de chuva para abastecimento: o caso da cidade de Belém (PA, Brasil). **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 2, p. 69–80, 2012.

- FUNASA. **Manual De Cloração De Água Em Pequenas Comunidades Utilizando O Clorador Simplificado Desenvolvido Pela Funasa**. Brasília: Ministério da Saude, 2014.
- GATO-TRINIDAD, S.; JAYASURIYA, N.; ROBERTS, P. Understanding urban residential end uses of water. **Water Science and Technology**, v. 64, n. 1, p. 36–42, 2011.
- GHISI, E.; CARDOSO, K. A.; RUPP, R. F. Short-term versus long-term rainfall time series in the assessment of potable water savings by using rainwater in houses. **Journal of Environmental Management**, v. 100, p. 109–119, 2012.
- GHISI, E.; CORDOVA, M. M. **Netuno 4 Manual do Usuário** Florianópolis Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, UFSC, , 2014.
- GHISI, E.; RUPP, R. F.; TRISKA, Y. Comparing indicators to rank strategies to save potable water in buildings. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 87, p. 137–144, 2014.
- GHISI, E.; SCHONDERMARK, P. N. Investment Feasibility Analysis of Rainwater Use in Residences. **Water Resources Management**, v. 27, n. 7, p. 2555–2576, 2013.
- GIKAS, G. D.; TSIHRINTZIS, V. A. Assessment of water quality of first-flush roof runoff and harvested rainwater. **Journal of Hydrology**, v. 466–467, p. 115–126, 2012.
- GÖBEL, P.; DIERKES, C.; COLDEWEY, W. G. Storm water runoff concentration matrix for urban areas. **Journal of Contaminant Hydrology**, v. 91, n. 1–2, p. 26–42, 2007.
- GODET, M. Integration of scenarios and strategic management: Using relevant, consistent and likely scenarios. **Futures**, v. 22, n. 7, p. 730–739, 1990.
- GODET, M. The Art of Scenarios and Strategic Planning : **Technological Forecasting and Social Change**, v. 22, p. 3–22, 2000.
- GODET, M. **Creating Futures: Scenario Planning as a Strategic Management Tool**. 2da. ed. Paris: Economica Ltd, 2006.
- GOLD, A. *et al.* Low Impact Development 2010: Redefining Water in the City. **Proceedings of the 2010 International Low Impact Development Conference**, p. 4, 2010.
- GUEDES, M. J. F.; RIBEIRO, M. M. R.; VIEIRA, Z. M. DE C. L. Alternativas de Gerenciamento da Demanda de Água na Escala de uma Cidade. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 2, p. 123–134, 2014.
- GURUNG, T. R.; SHARMA, A. Communal rainwater tank systems design and economies of scale. **Journal of Cleaner Production**, v. 67, p. 26–36, 2014.
- GWENZI, W. *et al.* Water quality and public health risks associated with roof rainwater harvesting systems for potable supply: Review and perspectives. **Sustainability of Water Quality and Ecology**, v. 6, p. 107–118, 2015.
- HAJANI, E.; RAHMAN, A. Rainwater utilization from roof catchments in arid regions: A case study for Australia. **Journal of Arid Environments**, v. 111, p. 35–41, 2014.
- HAQUE, M. M. *et al.* Assessing the significance of climate and community factors on urban water demand. **International Journal of Sustainable Built Environment**, p. 1–9, 2015.
- HIRSCHFELD, H. **Engenharia Econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores**. 7ma. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2008.
- IBGE. **MUNICÍPIOS BRASILEIROS COM DATA DE REFERÊNCIA EM 1º DE JULHO DE**

2014 Brasília Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, , 2014.

IMTEAZ, M. A. *et al.* Reliability analysis of rainwater tanks in Melbourne using daily water balance model. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 56, n. 1, p. 80–86, 2011.

INMET. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

JACOBI, P. R.; CIBIM, J.; LEÃO, R. DE S. Crise hídrica na Macrometrópole Paulista e respostas da sociedade civil. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 27–42, 2015.

JÄNICKE, M. Ecological modernisation: new perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 5, p. 557–565, 2008.

KARIM, M. R.; BASHAR, M. Z. I.; IMTEAZ, M. A. Reliability and economic analysis of urban rainwater harvesting in a megacity in Bangladesh. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 104, p. 61–67, 2015.

KHASTAGIR, A.; JAYASURIYA, N. Optimal sizing of rain water tanks for domestic water conservation. **Journal of Hydrology**, v. 381, n. 3–4, p. 181–188, 2010.

KLOSS, C. **Green Infrastructure Municipal Handbook Rainwater Harvesting Policies Managing Wet Weather with Green Infrastructure**. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2008.

KOMIVES, K. *et al.* **Water, Electricity, and the Poor: Who Benefits from Utility Subsidies?** Washington D.C.: World Bank Publications, 2005.

KONTOKOSTA, C. E.; JAIN, R. K. Modeling the determinants of large-scale building water use : Implications for data-driven urban sustainability policy. **Sustainable Cities and Society**, v. 18, p. 44–55, 2015.

KRISHNA, J. The Texas Manual on Rainwater Harvesting. **Texas Water Development Board**, v. 1, n. 3<sup>a</sup>, p. 88, 2005.

LAMBERTS, R. *et al.* **Casa eficiente : uso racional da água**. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2010. v. 3

LANCASTER, B. **Rainwater Harvesting for Drylands and Beyond, Volume 1: Guiding Principles to Welcome Rain Into Your Life and Landscape** Tucson, Arizona Rainsource Press, , 2009.

LEAL, S.; LOPES, R.; MENDES, R. Aproveitamento da Água da Chuva na Amazônia : Experiências nas Ilhas de Belém / PA. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 1, p. 229–242, 2014.

LEE, J. Y. *et al.* Comparison of the microbiological and chemical characterization of harvested rainwater and reservoir water as alternative water resources. **Science of the Total Environment**, v. 408, n. 4, p. 896–905, 2010.

LEE, J. Y.; BAK, G.; HAN, M. Quality of roof-harvested rainwater - Comparison of different roofing materials. **Environmental Pollution**, v. 162, p. 422–429, 2012.

LEONARD, R.; MANKAD, A.; ALEXANDER, K. Predicting support and likelihood of protest in relation to the use of treated stormwater with managed aquifer recharge for potable and non-potable purposes. **Journal of Cleaner Production**, v. 92, p. 248–256, 2015.

LI, Z.; BOYLE, F.; REYNOLDS, A. Rainwater harvesting and greywater treatment systems for domestic application in Ireland. **Desalination**, v. 260, n. 1–3, p. 1–8, 2010.



LIAW, C.; TSAI, Y. Optimum Storage Volume of Rooftop Rain Water Harvesting Systems for Domestic Use. **Journal of the American Water Resources Association**, n. 3014, p. 901–912, 2004.

LOH, M.; COGHLAN, P. **Domestic Water Use Study. In Perth, Western Australia 1998-2001**. Perth: Water Corporation of Western Australia, 2003. Disponível em: <<http://search.informit.com.au/documentSummary;dn=254857076293546;res=IELENG>>.

MARINOSKI, A. K. *et al.* Water end-uses in low-income houses in Southern Brazil. **Water (Switzerland)**, v. 6, n. 7, p. 1985–1999, 2014.

MARTÍNEZ-ALIER, J.; ROCA, J.; SÁNCHEZ, J. **Curso de economía ecológica**. México D.F.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1998.

MATOS, C. *et al.* Domestic water uses: Characterization of daily cycles in the north region of Portugal. **Science of the Total Environment**, v. 1, p. 444–450, 2013.

MATOS SILVA, C.; SOUSA, V.; CARVALHO, N. V. Evaluation of rainwater harvesting in Portugal: Application to single-family residences. **“Resources, Conservation & Recycling”**, v. 94, p. 21–34, 2015.

MAYER, P. W. *et al.* **Residential End Uses of Water**. [s.l.] AWWA Research Foundation, 1999.

MENDEZ, C. B. *et al.* The effect of roofing material on the quality of harvested rainwater. **Water Research**, v. 45, n. 5, p. 2049–2059, 2011.

MONTERO DIAS, D.; BARREIRA MARTINEZ, C.; LIBÂNIA, M. Modelo para estimativa do consumo domiciliar de água e de energia elétrica em centros urbanos a partir de variáveis socioeconômicas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 4, p. 7–20, 2014.

MORALES-PINZÓN, T. *et al.* Modelling for economic cost and environmental analysis of rainwater harvesting systems. v. 87, p. 613–626, 2015.

MUN, J. S.; HAN, M. Y. Design and operational parameters of a rooftop rainwater harvesting system: Definition, sensitivity and verification. **Journal of Environmental Management**, v. 93, n. 1, p. 147–153, 2012.

MWABI, J. K. *et al.* Household water treatment systems: A solution to the production of safe drinking water by the low-income communities of Southern Africa. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 36, n. 14–15, p. 1120–1128, 2011.

NIBS. **National BIM Standard-United States**. Disponível em: <<http://www.wbdg.org/building-information-modeling-bim>>. Acesso em: 19 jan. 2017.

NITZSCHE, K. S. *et al.* Arsenic removal from drinking water by a household sand filter in Vietnam - Effect of filter usage practices on arsenic removal efficiency and microbiological water quality. **Science of the Total Environment**, v. 502, p. 526–536, 2015.

OECD. **Long-term interest rates (indicator)**. Disponível em: <<https://data.oecd.org/interest/long-term-interest-rates.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

OKOYE, C. O.; SOLYALI, O.; AKINTUĞ, B. Optimal sizing of storage tanks in domestic rainwater harvesting systems: A linear programming approach. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 104, p. 131–140, 2015.

ONU. **United Nations Millennium Declaration**. United Nations Millennium Declaration. **Anais...**United Nations General Assembly, 2000

ONU. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**United Nations, , 2015.

PAMPLONA MENEZES, E. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA CHUVA EM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA IMPLANTADO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**. [s.l.] UFPA, 2016.

PANNELL, D. J. Public Benefits , Private Benefits , and Policy Mechanism Choice for Land-Use Change for Environmental Benefits. **Land Economics**, v. 84, n. 2, p. 225–240, 2008.

PARTZSCH, L. Smart regulation for water innovation - the case of decentralized rainwater technology. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 11, p. 985–991, 2009.

RAHMAN, A.; KEANE, J.; IMTEAZ, M. A. Rainwater harvesting in Greater Sydney: Water savings, reliability and economic benefits. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 61, p. 16–21, 2012.

RENDEIRO, G. *et al.* **Combustão e gaseificação de biomassa sólida: soluções energéticas para a Amazônia**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008.

ROCHA, V. L. **VALIDAÇÃO DO ALGORITMO DO PROGRAMA NETUNO PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL E DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÕES** Dissertação. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

ROEBUCK, R. M.; OLTEAN-DUMBRAVA, C.; TAIT, S. Whole life cost performance of domestic rainwater harvesting systems in the United Kingdom. **Water and Environment Journal**, v. 25, n. 3, p. 355–365, 2011.

ROMANO, G.; SALVATI, N.; GUERRINI, A. Estimating the determinants of residential water demand in Italy. **Electronic Journal of Theoretical Physics**, v. 11, n. 31, p. 43–64, 2014.

ROMANO, G.; SALVATI, N.; GUERRINI, A. An empirical analysis of the determinants of water demand. **Journal of Cleaner Production**, p. 1–29, 2015.

RUPP, R. F.; MUNARIM, U.; GHISI, E. Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 4, p. 47–64, 2011.

SALLA, M. R. *et al.* Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 2, p. 167–181, 2013.

SAMPLE, D. J.; LIU, J. Optimizing rainwater harvesting systems for the dual purposes of water supply and runoff capture. **Journal of Cleaner Production**, v. 75, p. 174–194, 2014.

SÁNCHEZ, A. S.; COHIM, E.; KALID, R. A. Sustainability of Water Quality and Ecology A review on physicochemical and microbiological contamination of roof-harvested rainwater in urban areas. **Sustainability of Water Quality and Ecology**, 2015.

SEGEP. **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO MUNICÍPIO DE BELÉM**. Belém: Secretaria Municipal de Coordenação Geral do Planejamento e Gestão, 2012.

SIEMS, R.; SAHIN, O. Energy intensity of residential rainwater tank systems: Exploring the economic and environmental impacts. **Journal of Cleaner Production**, v. 113, p. 251–262, 2015.

SILVA, C. M.; SOUSA, V.; CARVALHO, N. V. Evaluation of rainwater harvesting in Portugal: Application to single-family residences. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 94, p. 21–34, 2015.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014**. Brasília: MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2016.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 6 ed. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

STEC, A.; KORDANA, S. Analysis of profitability of rainwater harvesting, gray water recycling and drain water heat recovery systems. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 105, p. 84–94, 2015.

STURM, M. *et al.* Rainwater harvesting as an alternative water resource in rural sites in central northern Namibia. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 34, n. 13–16, p. 776–785, 2009.

TEXAS WATER DEVELOPMENT BOARD. Rainwater Harvesting Potential and Guidelines for Texas. . 2006, p. 45.

THOMAS, R. B. *et al.* Rainwater harvesting in the United States: A survey of common system practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 75, p. 166–173, 2014.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis**. São Paulo: NAVEGAR EDITORA, 2007.

WALSH, T. C.; POMEROY, C. A.; BURIAN, S. J. Hydrologic modeling analysis of a passive, residential rainwater harvesting program in an urbanized, semi-arid watershed. **Journal of Hydrology**, v. 508, p. 240–253, 2014.

WARD, S.; MEMON, F. A.; BUTLER, D. Performance of a large building rainwater harvesting system. **Water Research**, v. 46, n. 16, p. 5127–5134, 2012.

WHO. **Guidelines for Drinking Water Quality**. 4th. ed. Geneva: World Health Organization, 2011.

WHO. **Results of Round I of the WHO International Scheme to Evaluate Household Water Treatment Technologies**. Geneva: World Health Organization, 2016.

WHO/UNICEF. **Progress on Sanitation and Drinking Water – 2015 update and MDG assessment**. United States of America: UNICEF and World Health Organization, 2015.

WWAP. **The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World**. Paris: United Nations World Water Assessment Programme, 2015.

YURI, L.; NAKADA, K.; MORUZZI, R. B. Variabilidade qualitativa de águas pluviais coletadas em telhado e sua importância na concepção do sistema de tratamento. p. 1–9, 2014.

ZHANG, Q. *et al.* Quality and seasonal variation of rainwater harvested from concrete, asphalt, ceramic tile and green roofs in Chongqing, China. **Journal of Environmental Management**, v. 132, p. 178–187, 2014.

## Anexo I – Material de operação e manutenção

<b>Produto</b>	<b>Provedor</b>	<b>Valor (R\$)</b>
<b>Tablete de cloro estabilizado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GENCLOR Cloro Estabilizado 90% GENCO T-200 (200g)</li> </ul>	5,50
<b>Refil de filtro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refil Filtro Caixa d'Água Cavalete 9. ¾ " Pentair</li> </ul>	28,00
<b>Limpeza de reservatório até 5000L*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luvas limpeza pesada (R\$ 14,28)</li> <li>• Água sanitária 2L (R\$ 6,20)</li> <li>• Vassoura com fio de plástico macio (R\$ 18,30)</li> <li>• Panos de tela 3 unidades (R\$ 12,00)</li> </ul>	50,00

\*Recomendações para limpeza de caixa d'água SABESP:

<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=142>. Acessado em: 20/12/16

## Apêndice A - Orçamentos de SCAC para cada residência

**PLANILHA DE ORÇAMENTO CASA R1a**

**Captação Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>01</b>		<b>Tubo PVC Série R</b>					<b>\$ 740,81</b>
1.01	89576	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	7,02	\$ 12,79	\$ 89,79	
1.02	94230	CALHA DE BEIRAL, SEMICIRCULAR DE PVC, DIAMETRO 100 MM, INCLUINDO CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUTORES, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	13,17	\$ 49,43	\$ 651,02	
<b>02</b>		<b>Conexões em PVC Série R</b>					<b>\$ 205,38</b>
2.01	89522	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	5	\$ 17,00	\$ 85,00	
2.02	89550	TÊ DE INSPEÇÃO, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	2	\$ 25,69	\$ 51,38	
2.03	Cotação	Separador de folhas	un	1	\$ 69,00	\$ 69,00	
<b>TOTAL Captação Água Pluvial</b>							<b>\$ 946,19</b>

**Abastecimento Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)			
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL	
<b>03</b>		<b>Tubo PVC hidráulico</b>					<b>\$ 157,77</b>	
3.01	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	9,39	\$ 4,85	\$ 45,54		
3.02	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	18,83	\$ 5,96	\$ 112,23		
<b>04</b>		<b>Conexões em PVC hidráulico</b>					<b>\$ 127,76</b>	
4.01	89358	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	3	\$ 4,84	\$ 14,52		
4.02	89371	LUVA, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	\$ 3,65	\$ 3,65		
4.03	89373	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	\$ 4,01	\$ 4,01		
4.04	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	10	\$ 5,77	\$ 57,70		
4.05	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	6	\$ 7,98	\$ 47,88		
<b>05</b>		<b>Válvulas</b>					<b>\$ 172,98</b>	
5.02	73795/002	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1	\$ 46,82	\$ 46,82		

5.03	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	8	\$ 15,77	\$ 126,16		
<b>06</b>		<b>Equipamentos e Reservatórios</b>					<b>\$ 3.597,82</b>	
6.01	Cotação	FILTRO EM LINHA 905-0001 - 25 FILTER FLUX POE 9.3/4"	un	1	\$ 139,00	\$ 139,00		
6.02	Cotação	DOSADOR DE CLORO SODRAMAR	un	1	\$ 300,00	\$ 300,00		
6.03	836481	BOMBA RECALQUE D'AGUA 0,33 CV COM INSTALAÇÃO	un	1	\$ 484,55	\$ 484,55		
5.01	85120	MANOMETRO 0 A 200 PSI (0 A 14 KGF/CM2), D = 50MM - FORNECIMENTO E COLOCACAO	un	1	\$ 74,60	\$ 74,60		
6.04	885032	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 1.412,36	\$ 1.412,36		
6.05	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 500 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 538,06	\$ 538,06		
6.06	74144/002	SUPORTE APOIO CAIXA D AGUA BARROTES MADEIRA DE 1	m	25	23,05	\$ 576,25		
6.07	Cotação	TAMBOR RESERVATÓRIO DE DESCARTE 50 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 73,00	\$ 73,00		

**TOTAL Abastecimento Água Pluvial**

**\$ 4.056,33**

**TOTAL GERAL**

**\$5.002,51**



**PLANILHA DE ORÇAMENTO CASA R1b**

**Captação Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>01</b>		<b>Tubo PVC Série R</b>					<b>\$ 933,93</b>
1.01	89576	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	22,12	\$ 12,79	\$ 282,91	
1.02	94230	CALHA DE BEIRAL, SEMICIRCULAR DE PVC, DIAMETRO 100 MM, INCLUINDO CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUTORES, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	13,17	\$ 49,43	\$ 651,02	
<b>02</b>		<b>Conexões em PVC Série R</b>					<b>\$ 240,04</b>
2.01	89522	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	7	\$ 17,00	\$ 119,00	
2.02	89566	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	2	\$ 26,02	\$ 52,04	
2.03	Cotação	Separador de folhas	un	1	\$ 69,00	\$ 69,00	
<b>TOTAL Captação Água Pluvial</b>							<b>\$ 1.173,97</b>

**Abastecimento Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)			
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL	
<b>03</b>		<b>Tubo PVC hidráulico</b>					<b>\$ 160,16</b>	
3.01	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	1,06	\$ 4,85	\$ 5,14		
3.02	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	26,01	\$ 5,96	\$ 155,02		
<b>04</b>		<b>Conexões em PVC hidráulico</b>					<b>\$ 110,10</b>	
4.01	89358	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	\$ 4,84	\$ 4,84		
4.02	89371	CAP, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	\$ 3,65	\$ 3,65		
4.03	89373	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	\$ 4,01	\$ 4,01		
4.04	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	10	\$ 5,77	\$ 57,70		
4.05	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	5	\$ 7,98	\$ 39,90		
<b>05</b>		<b>Válvulas</b>					<b>\$ 172,98</b>	
5.02	73795/002	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1	\$ 46,82	\$ 46,82		

5.03	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	8	\$ 15,77	\$ 126,16		
<b>06</b>		<b>Equipamentos e Reservatórios</b>						
6.01	Cotação	Filtro em linha 905-0001 - 25 Filter Flux POE 9.3/4"	un	1	\$ 139,00	\$ 139,00	<b>\$ 3.567,00</b>	
6.02	Cotação	Dosador de cloro Sodramar	un	1	\$ 300,00	\$ 300,00		
6.03	836481	BOMBA RECALQUE D'AGUA 0,33 CV COM INSTALAÇÃO	un	1	\$ 484,55	\$ 484,55		
6.04	85120	MANOMETRO 0 A 200 PSI (0 A 14 KGF/CM2), D = 50MM - FORNECIMENTO E COLOCACAO	un	1	\$ 74,60	\$ 74,60		
6.05	885032	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 1.412,36	\$ 1.412,36		
6.06	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 250 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 468,24	\$ 468,24		
6.07	74144/002	SUPORTE APOIO CAIXA D AGUA BARROTES MADEIRA DE 1	m	25	23,05	\$ 576,25		
6.08	Cotação	TAMBOR RESERVATÓRIO DE DESCARTE 100 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 112,00	\$ 112,00		

**TOTAL Abastecimento Água Pluvial**

**\$ 4.010,24**

**TOTAL GERAL**

**\$5.184,21**

**PLANILHA DE ORÇAMENTO CASA R1c**

**Captação Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>01</b>		<b>Tubo PVC Série R</b>					<b>\$ 858,44</b>
1.01	89576	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	18,42	\$ 12,79	\$ 235,59	
1.02	94230	CALHA DE BEIRAL, SEMICIRCULAR DE PVC, DIAMETRO 100 MM, INCLUINDO CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUTORES, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	12,6	\$ 49,43	\$ 622,84	
<b>02</b>		<b>Conexões em PVC Série R</b>					<b>\$ 223,04</b>
2.01	89522	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	6	\$ 17,00	\$ 102,00	
2.02	89566	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	2	\$ 26,02	\$ 52,04	
2.03	Cotação	Separador de folhas	un	1	\$ 69,00	\$ 69,00	
<b>TOTAL Captação Água Pluvial</b>							<b>\$ 1.081,48</b>

**Abastecimento Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>03</b>		<b>Tubo PVC hidráulico</b>					<b>\$ 91,53</b>
3.01	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	1,3	\$ 4,85	\$ 6,31	
3.02	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	14,3	\$ 5,96	\$ 85,23	
<b>04</b>		<b>Conexões em PVC hidráulico</b>					<b>\$ 119,88</b>
4.01	89358	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	\$ 4,84	\$ 4,84	
4.02	89371	CAP, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	\$ 3,65	\$ 3,65	
4.03	89373	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	2	\$ 4,01	\$ 8,02	
4.04	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	11	\$ 5,77	\$ 63,47	
4.05	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	5	\$ 7,98	\$ 39,90	
<b>05</b>		<b>Válvulas</b>					<b>\$ 172,98</b>
5.02	73795/002	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1	\$ 46,82	\$ 46,82	

5.03	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	8	\$ 15,77	\$ 126,16		
<b>06</b>		<b>Equipamentos e Reservatórios</b>					<b>\$ 3.636,82</b>	
6.01	Cotação	FILTRO EM LINHA 905-0001 - 25 FILTER FLUX POE 9.3/4"	un	1	\$ 139,00	\$ 139,00		
6.02	Cotação	DOSADOR DE CLORO SODRAMAR	un	1	\$ 300,00	\$ 300,00		
6.03	836481	BOMBA RECALQUE D'AGUA 0,33 CV COM INSTALAÇÃO	un	1	\$ 484,55	\$ 484,55		
5.01	85120	MANOMETRO 0 A 200 PSI (0 A 14 KGF/CM2), D = 50MM - FORNECIMENTO E COLOCACAO	un	1	\$ 74,60	\$ 74,60		
6.04	885032	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 1.412,36	\$ 1.412,36		
6.05	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 500 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 538,06	\$ 538,06		
6.06	74144/002	SUPORTE APOIO CAIXA D AGUA BARROTES MADEIRA DE 1	m	25	23,05	\$ 576,25		
6.07	Cotação	TAMBOR RESERVATÓRIO DE DESCARTE 100 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 112,00	\$ 112,00		

**TOTAL Abastecimento Água Pluvial**

**\$ 4.021,21**

**TOTAL GERAL**

**\$ 5.102,69**

**PLANILHA DE ORÇAMENTO CASAR2a**

**Captação Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>01</b>		<b>Tubo PVC Série R</b>					<b>\$ 943,07</b>
1.01	89578	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	7,27	\$ 13,79	\$ 100,25	
1.02	94230	CALHA DE BEIRAL, SEMICIRCULAR DE PVC, DIAMETRO 100 MM, INCLUINDO CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUTORES, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	17,05	\$ 49,43	\$ 842,82	
<b>02</b>		<b>Conexões em PVC Série R</b>					<b>\$ 189,29</b>
2.01	89529	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	3	\$ 26,30	\$ 78,90	
2.02	89571	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	1	\$ 41,39	\$ 41,39	
2.03	Cotação	SEPARADOR DE FOLHAS AUTOLIMPANTE	un	1	\$ 69,00	\$ 69,00	
<b>TOTAL Captação Água Pluvial</b>							<b>\$ 1.132,36</b>

**Abastecimento Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)			
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL	
<b>03</b>		<b>Tubo PVC hidráulico</b>					<b>\$ 89,24</b>	
3.01	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	1,65	\$ 4,85	\$ 8,00		
3.02	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	13,63	\$ 5,96	\$ 81,23		
<b>04</b>		<b>Conexões em PVC hidráulico</b>					<b>\$ 132,70</b>	
4.01	89358	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	2	\$ 4,84	\$ 9,68		
4.02	89371	LUVA, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	\$ 3,65	\$ 3,65		
4.03	89373	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	2	\$ 4,01	\$ 8,02		
4.04	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	11	\$ 5,77	\$ 63,47		
4.05	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	6	\$ 7,98	\$ 47,88		
<b>05</b>		<b>Válvulas</b>					<b>\$ 172,98</b>	
5.01	73795/002	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1	\$ 46,82	\$ 46,82		



5.02	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	8	\$ 15,77	\$ 126,16		
<b>06</b>		<b>Equipamentos e Reservatórios</b>					<b>\$ 2.990,76</b>	
6.01	Cotação	FILTRO EM LINHA 905-0001 - 25 FILTER FLUX POE 9.3/4"	un	1	\$ 139,00	\$ 139,00		
6.02	Cotação	DOSADOR DE CLORO SODRAMAR	un	1	\$ 300,00	\$ 300,00		
6.03	836481	BOMBA RECALQUE D'AGUA 0,33 CV COM INSTALAÇÃO	un	1	\$ 484,55	\$ 484,55		
6.04	85120	MANOMETRO 0 A 200 PSI (0 A 14 KGF/CM2), D = 50MM - FORNECIMENTO E COLOCACAO	un	1	\$ 74,60	\$ 74,60		
6.05	885032	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 1.412,36	\$ 1.412,36		
6.06	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 250 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 468,25	\$ 468,25		
6.07	Cotação	TAMBOR RESERVATÓRIO DE DESCARTE 100 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 112,00	\$ 112,00		

**TOTAL Abastecimento Água Pluvial**

**\$ 3.385,68**

**TOTAL GERAL**

**\$4.518,04**

**PLANILHA DE ORÇAMENTO CASA R2b**

**Captação Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>01</b>		<b>Tubo PVC Série R</b>					<b>\$ 809,44</b>
1.01	89578	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	18,98	\$ 13,79	\$ 261,73	
1.02	94230	CALHA DE BEIRAL, SEMICIRCULAR DE PVC, DIAMETRO 100 MM, INCLUINDO CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUTORES, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	11,08	\$ 49,43	\$ 547,71	
<b>02</b>		<b>Conexões em PVC Série R</b>					<b>\$ 272,07</b>
2.01	89529	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	3	\$ 26,30	\$ 78,90	
2.02	89571	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	3	\$ 41,39	\$ 124,17	
2.03	Cotação	SEPARADOR DE FOLHAS AUTOLIMPANTE	un	1	\$ 69,00	\$ 69,00	
<b>TOTAL Captação Água Pluvial</b>							<b>\$ 1.081,51</b>

**Abastecimento Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)			
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL	
<b>03</b>		<b>Tubo PVC hidráulico</b>					<b>\$ 109,87</b>	
3.01	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	1,64	\$ 4,85	\$ 7,95		
3.02	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	17,1	\$ 5,96	\$ 101,92		
<b>04</b>		<b>Conexões em PVC hidráulico</b>					<b>\$ 130,49</b>	
4.01	89358	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	2	\$ 4,84	\$ 9,68		
4.02	89371	CAP, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	\$ 3,65	\$ 3,65		
4.03	89373	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	2	\$ 4,01	\$ 8,02		
4.04	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	12	\$ 5,77	\$ 69,24		
4.05	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	5	\$ 7,98	\$ 39,90		
<b>05</b>		<b>Válvulas</b>					<b>\$ 172,98</b>	
5.02	73795/002	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1	\$ 46,82	\$ 46,82		

5.03	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	8	\$ 15,77	\$ 126,16		
<b>06</b>		<b>Equipamentos e Reservatórios</b>					<b>\$ 3.776,45</b>	
6.01	Cotação	FILTRO EM LINHA 905-0001 - 25 FILTER FLUX POE 9.3/4"	un	1	\$ 139,00	\$ 139,00		
6.02	Cotação	DOSADOR DE CLORO SODRAMAR	un	1	\$ 300,00	\$ 300,00		
6.03	836481	BOMBA RECALQUE D'AGUA 0,33 CV COM INSTALAÇÃO	un	1	\$ 484,55	\$ 484,55		
6.04	85120	MANOMETRO 0 A 200 PSI (0 A 14 KGF/CM2), D = 50MM - FORNECIMENTO E COLOCACAO	un	1	\$ 74,60	\$ 74,60		
6.05	885032	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 1.412,36	\$ 1.412,36		
6.06	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 677,69	\$ 677,69		
6.07	74144/002	SUPORTE APOIO CAIXA D AGUA BARROTES MADEIRA DE 1	m	25	23,05	\$ 576,25		
6.08	Cotação	TAMBOR RESERVATÓRIO DE DESCARTE 100 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 112,00	\$ 112,00		

**TOTAL Abastecimento Água Pluvial**

**\$ 4.189,79**

**TOTAL GERAL**

**\$5.271,30**

**PLANILHA DE ORÇAMENTO CASA R2c**

**Captação Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>01</b>		<b>Tubo PVC Série R</b>					<b>\$ 749,96</b>
1.01	89576	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	14,19	\$ 12,79	\$ 181,49	
1.02	94230	CALHA DE BEIRAL, SEMICIRCULAR DE PVC, DIAMETRO 100 MM, INCLUINDO CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUTORES, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	11,5	\$ 49,43	\$ 568,47	
<b>02</b>		<b>Conexões em PVC Série R</b>					<b>\$ 189,04</b>
2.01	89522	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	4	\$ 17,00	\$ 68,00	
2.02	89566	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	2	\$ 26,02	\$ 52,04	
2.03	Cotação	Separador de folhas	un	1	\$ 69,00	\$ 69,00	
<b>TOTAL Captação Água Pluvial</b>							<b>\$ 939,00</b>

**Abastecimento Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>03</b>		<b>Tubo PVC hidráulico</b>					<b>\$ 91,53</b>
3.01	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	1,3	\$ 4,85	\$ 6,31	
3.02	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	14,3	\$ 5,96	\$ 85,23	
<b>04</b>		<b>Conexões em PVC hidráulico</b>					<b>\$ 124,72</b>
4.01	89358	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	2	\$ 4,84	\$ 9,68	
4.02	89371	CAP, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	\$ 3,65	\$ 3,65	
4.03	89373	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	2	\$ 4,01	\$ 8,02	
4.04	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	11	\$ 5,77	\$ 63,47	
4.05	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	5	\$ 7,98	\$ 39,90	
<b>05</b>		<b>Válvulas</b>					<b>\$ 172,98</b>
5.01	73795/002	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1	\$ 46,82	\$ 46,82	

5.02	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	8	\$ 15,77	\$ 126,16		
<b>06</b>		<b>Equipamentos e Reservatórios</b>					<b>\$ 2.885,29</b>	
6.01	Cotação	FILTRO EM LINHA 905-0001 - 25 FILTER FLUX POE 9.3/4"	un	1	\$ 139,00	\$ 139,00		
6.02	Cotação	DOSADOR DE CLORO SODRAMAR	un	1	\$ 300,00	\$ 300,00		
6.03	836481	BOMBA RECALQUE D'AGUA 0,33 CV COM INSTALAÇÃO	un	1	\$ 484,55	\$ 484,55		
6.04	85120	MANOMETRO 0 A 200 PSI (0 A 14 KGF/CM2), D = 50MM - FORNECIMENTO E COLOCACAO	un	1	\$ 74,60	\$ 74,60		
6.05	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 677,69	\$ 677,69		
6.06	885031	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 250 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 468,00	\$ 468,00		
6.07	74144/002	SUPORTE APOIO CAIXA D AGUA BARROTES MADEIRA DE 1	m	29	23,05	\$ 668,45		
6.08	Cotação	TAMBOR RESERVATÓRIO DE DESCARTE 50 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 73,00	\$ 73,00		

**TOTAL Abastecimento Água Pluvial**

**\$ 3.274,52**

**TOTAL GERAL**

**\$4.213,52**

**PLANILHA DE ORÇAMENTO CASA R3a**

**Captação Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>01</b>		<b>Tubo PVC Série R</b>					<b>\$ 546,31</b>
1.01	89576	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	12,93	14,19	\$ 183,48	
1.02	94230	CALHA DE BEIRAL, SEMICIRCULAR DE PVC, DIAMETRO 100 MM, INCLUINDO CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUTORES, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	7,34	\$ 49,43	\$ 362,83	
<b>02</b>		<b>Conexões em PVC Série R</b>					<b>\$ 146,02</b>
2.01	89522	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	3	\$ 17,00	\$ 51,00	
2.02	89566	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	1	\$ 26,02	\$ 26,02	
2.03	Cotação	SEPARADOR DE FOLHAS AUTOLIMPANTE	un	1	\$ 69,00	\$ 69,00	
<b>TOTAL Captação Água Pluvial</b>							<b>\$ 692,33</b>



**Abastecimento Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>03</b>		<b>Tubo PVC hidráulico</b>					<b>\$ 203,95</b>
3.01	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	11,49	\$ 4,85	\$ 55,73	
3.02	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	24,87	\$ 5,96	\$ 148,23	
<b>04</b>		<b>Conexões em PVC hidráulico</b>					<b>\$ 170,39</b>
4.01	89358	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	4	\$ 4,84	\$ 19,36	
4.02	89371	CAP, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	\$ 3,65	\$ 3,65	
4.03	89373	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	3	\$ 4,01	\$ 12,03	
4.04	89393	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	6,69	\$ 6,69	
4.05	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	14	\$ 5,77	\$ 80,78	
4.06	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	6	\$ 7,98	\$ 47,88	

<b>05</b>		<b>Válvulas</b>					<b>\$ 172,98</b>
5.01	73795/002	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1	\$ 46,82	\$ 46,82	
5.02	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	8	\$ 15,77	\$ 126,16	
<b>06</b>		<b>Equipamentos e Reservatórios</b>					<b>\$ 3.161,20</b>
6.01	Cotação	FILTRO EM LINHA 905-0001 - 25 FILTER FLUX POE 9.3/4"	un	1	\$ 139,00	\$ 139,00	
6.02	Cotação	DOSADOR DE CLORO SODRAMAR	un	1	\$ 300,00	\$ 300,00	
6.03	836481	BOMBA RECALQUE D'AGUA 0,33 CV COM INSTALAÇÃO	un	1	\$ 484,55	\$ 484,55	
6.04	85120	MANOMETRO 0 A 200 PSI (0 A 14 KGF/CM2), D = 50MM - FORNECIMENTO E COLOCACAO	un	1	\$ 74,60	\$ 74,60	
6.05	885032	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 1.412,36	\$ 1.412,36	
6.06	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 677,69	\$ 677,69	
6.07	Cotação	TAMBOR RESERVATÓRIO DE DESCARTE 50 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 73,00	\$ 73,00	
<b>TOTAL Abastecimento Água Pluvial</b>							<b>\$ 3.708,52</b>
<b>TOTAL GERAL</b>							<b>\$4.400,85</b>

**PLANILHA DE ORÇAMENTO CASA R3b**

**Captação Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>01</b>		<b>Tubo PVC Série R</b>					<b>\$ 816,31</b>
1.01	89576	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	23,04	14,19	\$ 326,94	
1.02	94230	CALHA DE BEIRAL, SEMICIRCULAR DE PVC, DIAMETRO 100 MM, INCLUINDO CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUTORES, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	9,9	\$ 49,43	\$ 489,38	
<b>02</b>		<b>Conexões em PVC Série R</b>					<b>\$ 172,04</b>
2.01	89522	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	3	\$ 17,00	\$ 51,00	
2.02	89566	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	2	\$ 26,02	\$ 52,04	
2.03	Cotação	SEPARADOR DE FOLHAS AUTOLIMPANTE	un	1	\$ 69,00	\$ 69,00	
<b>TOTAL Captação Água Pluvial</b>							<b>\$ 988,35</b>

**Abastecimento Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)			
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL	
<b>03</b>		<b>Tubo PVC hidráulico</b>					<b>\$ 321,75</b>	
3.01	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	13,34	\$ 4,85	\$ 64,70		
3.02	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	43,13	\$ 5,96	\$ 257,05		
<b>04</b>		<b>Conexões em PVC hidráulico</b>					<b>\$ 171,62</b>	
4.01	89358	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	6	\$ 4,84	\$ 29,04		
4.02	89371	CAP, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	\$ 3,65	\$ 3,65		
4.03	89373	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	4	\$ 4,01	\$ 16,04		
4.05	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	13	\$ 5,77	\$ 75,01		
4.06	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	6	\$ 7,98	\$ 47,88		
<b>05</b>		<b>Válvulas</b>					<b>\$ 172,98</b>	
5.01	73795/002	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1	\$ 46,82	\$ 46,82		

5.02	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	8	\$ 15,77	\$ 126,16		
<b>06</b>		<b>Equipamentos e Reservatórios</b>					<b>\$ 3.161,20</b>	
6.01	Cotação	FILTRO EM LINHA 905-0001 - 25 FILTER FLUX POE 9.3/4"	un	1	\$ 139,00	\$ 139,00		
6.02	Cotação	DOSADOR DE CLORO SODRAMAR	un	1	\$ 300,00	\$ 300,00		
6.03	836481	BOMBA RECALQUE D'AGUA 0,33 CV COM INSTALAÇÃO	un	1	\$ 484,55	\$ 484,55		
6.04	85120	MANOMETRO 0 A 200 PSI (0 A 14 KGF/CM2), D = 50MM - FORNECIMENTO E COLOCACAO	un	1	\$ 74,60	\$ 74,60		
6.05	885032	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 1.412,36	\$ 1.412,36		
6.06	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 677,69	\$ 677,69		
6.07	Cotação	TAMBOR RESERVATÓRIO DE DESCARTE 50 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 73,00	\$ 73,00		

**TOTAL Abastecimento Água Pluvial**

**\$ 3.827,55**

**TOTAL GERAL**

**\$4.815,91**

**PLANILHA DE ORÇAMENTO CASA R3c**

**Captação Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>01</b>		<b>Tubo PVC Série R</b>					<b>\$ 981,93</b>
1.01	89576	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	23,32	14,19	\$ 330,91	
1.02	94230	CALHA DE BEIRAL, SEMICIRCULAR DE PVC, DIAMETRO 100 MM, INCLUINDO CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUTORES, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	13,17	\$ 49,43	\$ 651,02	
<b>02</b>		<b>Conexões em PVC Série R</b>					<b>\$ 240,04</b>
2.01	89522	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	7	\$ 17,00	\$ 119,00	
2.02	89566	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	2	\$ 26,02	\$ 52,04	
2.03	Cotação	SEPARADOR DE FOLHAS AUTOLIMPANTE	un	1	\$ 69,00	\$ 69,00	
<b>TOTAL Captação Água Pluvial</b>							<b>\$ 1.221,97</b>

**Abastecimento Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)			
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL	
<b>03</b>		<b>Tubo PVC hidráulico</b>					<b>\$ 137,67</b>	
3.01	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	5,05	\$ 4,85	\$ 24,49		
3.02	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	18,99	\$ 5,96	\$ 113,18		
<b>04</b>		<b>Conexões em PVC hidráulico</b>					<b>\$ 173,00</b>	
4.01	89358	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	5	\$ 4,84	\$ 24,20		
4.02	89371	CAP, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	\$ 3,65	\$ 3,65		
4.03	89373	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	5	\$ 4,01	\$ 20,05		
4.05	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	12	\$ 5,77	\$ 69,24		
4.06	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	7	\$ 7,98	\$ 55,86		
<b>05</b>		<b>Válvulas</b>					<b>\$ 172,98</b>	
5.01	73795/002	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1	\$ 46,82	\$ 46,82		

5.02	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	8	\$ 15,77	\$ 126,16		
<b>06</b>		<b>Equipamentos e Reservatórios</b>					<b>\$ 3.021,57</b>	
6.01	Cotação	FILTRO EM LINHA 905-0001 - 25 FILTER FLUX POE 9.3/4"	un	1	\$ 139,00	\$ 139,00		
6.02	Cotação	DOSADOR DE CLORO SODRAMAR	un	1	\$ 300,00	\$ 300,00		
6.03	836481	BOMBA RECALQUE D'AGUA 0,33 CV COM INSTALAÇÃO	un	1	\$ 484,55	\$ 484,55		
6.04	85120	MANOMETRO 0 A 200 PSI (0 A 14 KGF/CM2), D = 50MM - FORNECIMENTO E COLOCACAO	un	1	\$ 74,60	\$ 74,60		
6.05	885032	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 1.412,36	\$ 1.412,36		
6.06	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 500 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 538,06	\$ 538,06		
6.07	Cotação	TAMBOR RESERVATÓRIO DE DESCARTE 50 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 73,00	\$ 73,00		

**TOTAL Abastecimento Água Pluvial**

**\$ 3.505,22**

**TOTAL GERAL**

**\$4.727,19**



**PLANILHA DE ORÇAMENTO CASA R4a**

**Captação Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>01</b>		<b>Tubo PVC Série R</b>					<b>\$ 431,12</b>
1.01	89576	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	11,47	\$ 12,79	\$ 146,68	
1.02	89578	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	20,68	\$ 13,79	\$ 284,45	
<b>02</b>		<b>Conexões em PVC Série R</b>					<b>\$ 456,68</b>
2.01	89522	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	6	\$ 17,00	\$ 102,00	
2.02	89529	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	3	\$ 26,30	\$ 78,90	
2.03	89566	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	1	26,02	\$ 26,02	
2.04	89573	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 X 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	2	32,87	\$ 65,74	
2.05	89571	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	2	\$ 41,39	\$ 82,78	

2.06	89557	REDUÇÃO EXCÊNTRICA, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 X 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	2	16,12	\$ 32,24	
2.07	Cotação	SEPARADOR DE FOLHAS AUTOLIMPANTE	un	1	\$ 69,00	\$ 69,00	
<b>TOTAL Captação Água Pluvial</b>							<b>\$ 887,80</b>

#### Abastecimento Água Pluvial

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>03</b>		<b>Tubo PVC hidráulico</b>					<b>\$ 425,49</b>
3.01	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	9,01	\$ 4,85	\$ 43,69	
3.02	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	51,479	\$ 5,96	\$ 306,81	
	89448	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 40MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	9,045	\$ 8,29	\$ 74,98	
<b>04</b>		<b>Conexões em PVC hidráulico</b>					<b>\$ 281,11</b>
4.01	89358	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	11	\$ 4,84	\$ 53,24	
4.02	89373	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	4	\$ 4,01	\$ 16,04	
4.03	89378	CAP, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	4,26	\$ 4,26	

4.04	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	16	\$ 5,77	\$ 92,32	
4.05	89393	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	6,69	\$ 6,69	
4.06	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	6	\$ 7,98	\$ 47,88	
4.07	89380	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM X 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	5	5,74	\$ 28,70	
4.08	89398	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	3	\$ 10,66	\$ 31,98	
<b>05</b>		<b>Válvulas</b>					<b>\$ 183,81</b>
5.01	73795/002	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1	\$ 46,82	\$ 46,82	
5.02	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	7	\$ 15,77	\$ 110,39	
5.03	94490	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	1	26,6	\$ 26,60	
<b>06</b>		<b>Equipamentos e Caixas</b>					<b>\$ 3.200,20</b>
6.01	Cotação	FILTRO EM LINHA 905-0001 - 25 FILTER FLUX POE 9.3/4"	un	1	\$ 139,00	\$ 139,00	
6.02	Cotação	DOSADOR DE CLORO SODRAMAR	un	1	\$ 300,00	\$ 300,00	
6.03	836481	BOMBA RECALQUE D'AGUA 0,33 CV COM INSTALAÇÃO	un	1	\$ 484,55	\$ 484,55	

6.04	85120	MANOMETRO 0 A 200 PSI (0 A 14 KGF/CM2), D = 50MM - FORNECIMENTO E COLOCACAO	un	1	\$ 74,60	\$ 74,60	
6.05	885032	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 1.412,36	\$ 1.412,36	
6.06	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 677,69	\$ 677,69	
6.07	Cotação	TAMBOR RESERVATÓRIO DE DESCARTE 100 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 112,00	\$ 112,00	

**TOTAL Abastecimento Água Pluvial**

**\$ 4.090,61**

**TOTAL GERAL**

**\$4.978,41**

**PLANILHA DE ORÇAMENTO CASA R4b**

**Captação Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>01</b>		<b>Tubo PVC Série R</b>					<b>\$ 684,77</b>
1.01	94230	CALHA DE BEIRAL, SEMICIRCULAR DE PVC, DIAMETRO 100 MM, INCLUINDO CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUTORES, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	m	12,55	\$ 49,43	\$ 620,37	
1.02	89578	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	4,67	\$ 13,79	\$ 64,40	
<b>02</b>		<b>Conexões em PVC Série R</b>					<b>\$ 215,59</b>
2.01	89529	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	4	\$ 26,30	\$ 105,20	
2.02	89571	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	1	\$ 41,39	\$ 41,39	
2.03	Cotação	SEPARADOR DE FOLHAS AUTOLIMPANTE	un	1	\$ 69,00	\$ 69,00	
<b>TOTAL Captação Água Pluvial</b>							<b>\$ 900,36</b>

**Abastecimento Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>03</b>		<b>Tubo PVC hidráulico</b>					<b>\$ 612,04</b>
3.01	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	14,76	\$ 4,85	\$ 71,59	
3.02	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	90,18	\$ 5,96	\$ 537,47	
3.03	89357	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	0,36	\$ 8,29	\$ 2,98	
<b>04</b>		<b>Conexões em PVC hidráulico</b>					<b>\$ 316,79</b>
4.01	89358	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	8	\$ 4,84	\$ 38,72	
4.03	89373	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	6	\$ 4,01	\$ 24,06	
	89378	CAP, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	4,26	\$ 4,26	
4.04	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	27	\$ 5,77	\$ 155,79	
4.05	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	9	\$ 7,98	\$ 71,82	

	89380	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM X 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	2	5,74	\$ 11,48	
	89398	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	10,66	\$ 10,66	
<b>05</b>	<b>Válvulas</b>						<b>\$ 183,81</b>
5.01	73795/002	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1	\$ 46,82	\$ 46,82	
5.02	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	7	\$ 15,77	\$ 110,39	
5.03	94490	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	1	26,6	\$ 26,60	

**06****Equipamentos e Reservatórios****\$ 3.200,20**

6.01	Cotação	FILTRO EM LINHA 905-0001 - 25 FILTER FLUX POE 9.3/4"	un	1	\$ 139,00	\$ 139,00	
6.02	Cotação	DOSADOR DE CLORO SODRAMAR	un	1	\$ 300,00	\$ 300,00	
6.03	836481	BOMBA RECALQUE D'AGUA 0,33 CV COM INSTALAÇÃO	un	1	\$ 484,55	\$ 484,55	
6.04	85120	MANOMETRO 0 A 200 PSI (0 A 14 KGF/CM2), D = 50MM - FORNECIMENTO E COLOCACAO	un	1	\$ 74,60	\$ 74,60	
6.05	885032	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 1.412,36	\$ 1.412,36	
6.06	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 677,69	\$ 677,69	
6.07	Cotação	TAMBOR RESERVATÓRIO DE DESCARTE 100 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 112,00	\$ 112,00	

**TOTAL Abastecimento Água Pluvial****\$ 4.312,84****TOTAL GERAL****\$5.213,20**



**PLANILHA DE ORÇAMENTO CASA R4c**

**Captação Água Pluvial**

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>01</b>		<b>Tubo PVC Série R</b>					<b>\$ 435,14</b>
1.01	89576	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	27,24	\$ 12,79	\$ 348,40	
1.02	89578	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014_P	m	6,29	\$ 13,79	\$ 86,74	
<b>02</b>		<b>Conexões em PVC Série R</b>					<b>\$ 349,23</b>
2.01	89522	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	4	\$ 17,00	\$ 68,00	
2.02	89529	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	2	\$ 26,30	\$ 52,60	
2.03	89566	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	1	26,02	\$ 26,02	
2.04	89557	REDUÇÃO EXCÊNTRICA, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 X 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	2	16,12	\$ 32,24	
2.05	89574	JUNÇÃO DUPLA, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 X 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	1	59,98	\$ 59,98	

2.06	89571	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	un	1	\$ 41,39	\$ 41,39	
2.07	Cotação	SEPARADOR DE FOLHAS AUTOLIMPANTE	un	1	\$ 69,00	\$ 69,00	
<b>TOTAL Captação Água Pluvial</b>							<b>\$ 784,37</b>

#### Abastecimento Água Pluvial

ITEM	Cod. Sinapi	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT.	CUSTO (R\$)		
					UNIT.	PARCIAL	TOTAL
<b>03</b>		<b>Tubo PVC hidráulico</b>					<b>\$ 388,99</b>
3.01	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	13,54	\$ 4,85	\$ 65,67	
3.02	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	49,84	\$ 5,96	\$ 297,05	
3.03	89448	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 40MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	m	3,17	\$ 8,29	\$ 26,28	
<b>04</b>		<b>Conexões em PVC hidráulico</b>					<b>\$ 263,54</b>
4.01	89358	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	10	\$ 4,84	\$ 48,40	
4.02	89373	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	5	\$ 4,01	\$ 20,05	
4.03	89378	CAP, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	4,26	\$ 4,26	

4.04	89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	15	\$ 5,77	\$ 86,55	
4.05	89393	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	2	6,69	\$ 13,38	
4.06	89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA -FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	8	\$ 7,98	\$ 63,84	
4.07	89380	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM X 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	1	5,74	\$ 5,74	
4.08	89367	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014_P	un	2	\$ 10,66	\$ 21,32	
<b>05</b>		<b>Válvulas</b>					<b>\$ 183,81</b>
5.01	73795/002	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL Ø 25MM (1") - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	un	1	\$ 46,82	\$ 46,82	
5.02	94489	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	7	\$ 15,77	\$ 110,39	
5.03	94490	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO DE ÁGUA DE EDIFICAÇÃO QUE POSSUA RESERVATÓRIO DE FIBRA/FIBROCIMENTO FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2016_P	un	1	26,6	\$ 26,60	
<b>06</b>		<b>Equipamentos e Reservatórios</b>					<b>\$ 3.200,20</b>
6.01	Cotação	FILTRO EM LINHA 905-0001 - 25 FILTER FLUX POE 9.3/4"	un	1	\$ 139,00	\$ 139,00	
6.02	Cotação	DOSADOR DE CLORO SODRAMAR	un	1	\$ 300,00	\$ 300,00	
6.03	836481	BOMBA RECALQUE D'AGUA 0,33 CV COM INSTALAÇÃO	un	1	\$ 484,55	\$ 484,55	

6.04	85120	MANOMETRO 0 A 200 PSI (0 A 14 KGF/CM2), D = 50MM - FORNECIMENTO E COLOCACAO	un	1	\$ 74,60	\$ 74,60	
6.05	885032	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 1.412,36	\$ 1.412,36	
6.06	88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 677,69	\$ 677,69	
6.07	Cotação	TAMBOR RESERVATÓRIO DE DESCARTE 100 LITROS, COM ACESSÓRIOS	un	1	\$ 112,00	\$ 112,00	

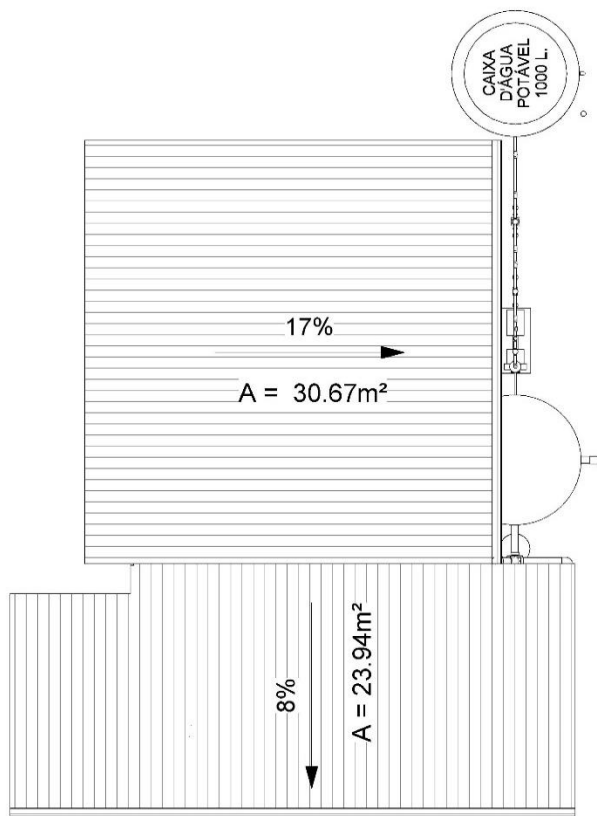
**TOTAL Abastecimento Água Pluvial**

**\$ 4.036,54**

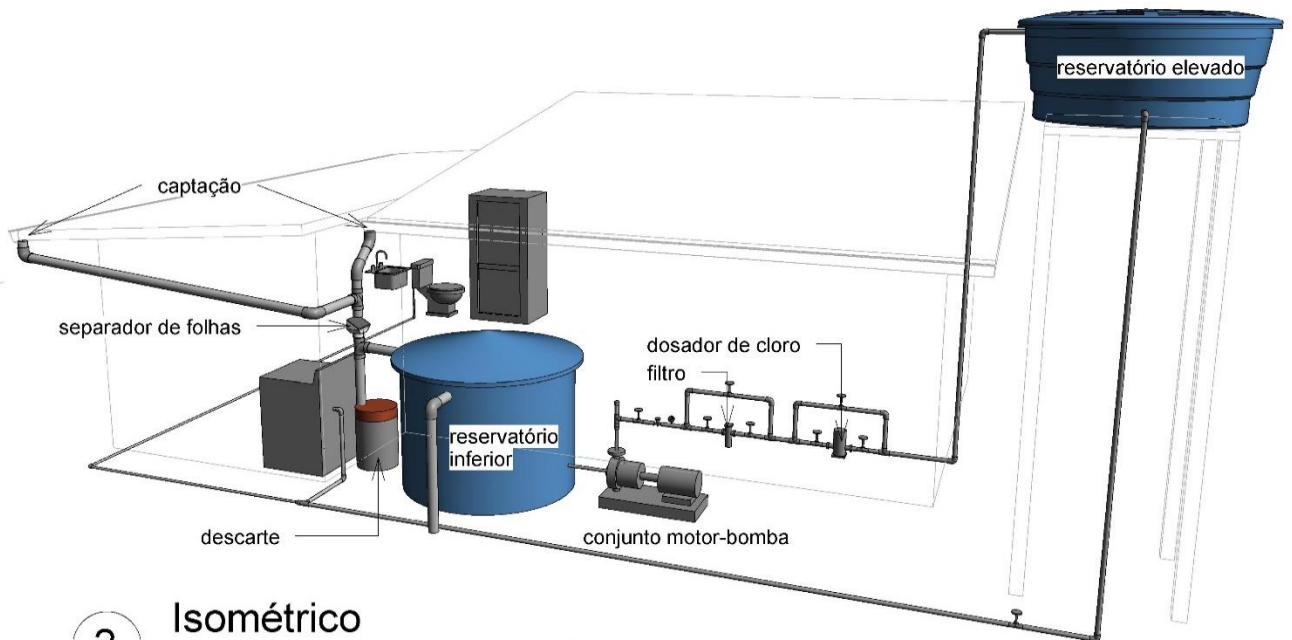
**TOTAL GERAL**

**\$4.820,91**

## Apêndice B – Plantas e Isométricas para cada residência



1 **Planta de Cobertura**  
1 : 100

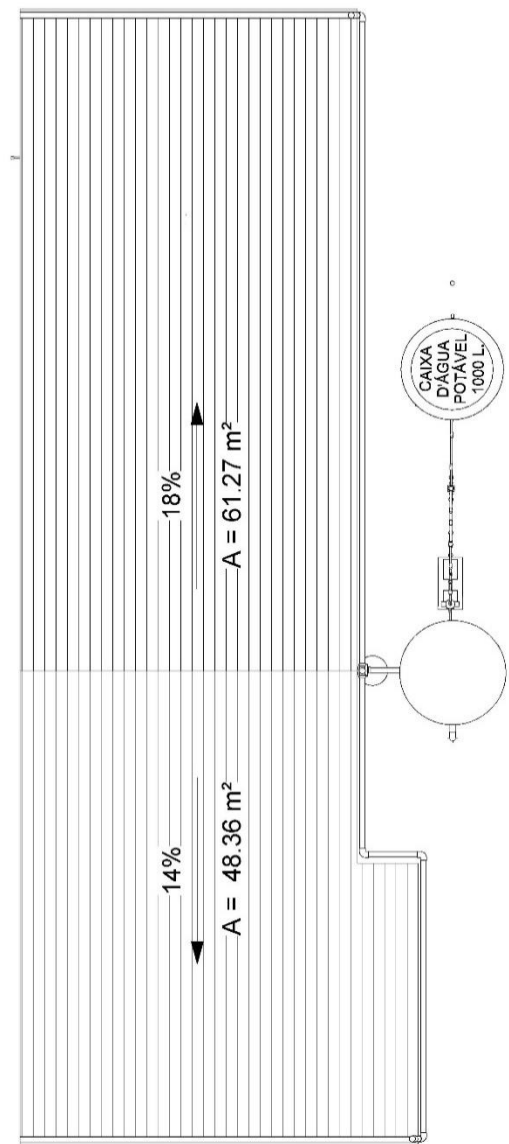


2 **Isométrico**

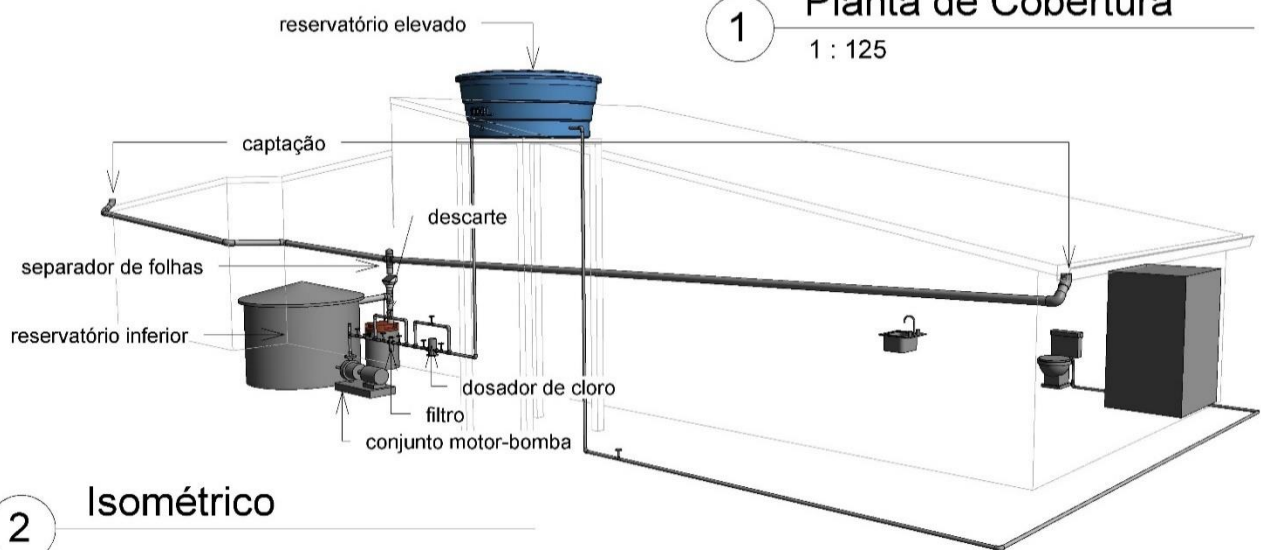
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

**Residência Unifamiliar**  
Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial

Planta de Cobertura e Isométrico	
Código do Projeto	R1a
Data	10/02/2017
Projetista	Yapur Dumit Gomez
<b>01/01</b>	
Escala	1 : 100



1 **Planta de Cobertura**  
1 : 125

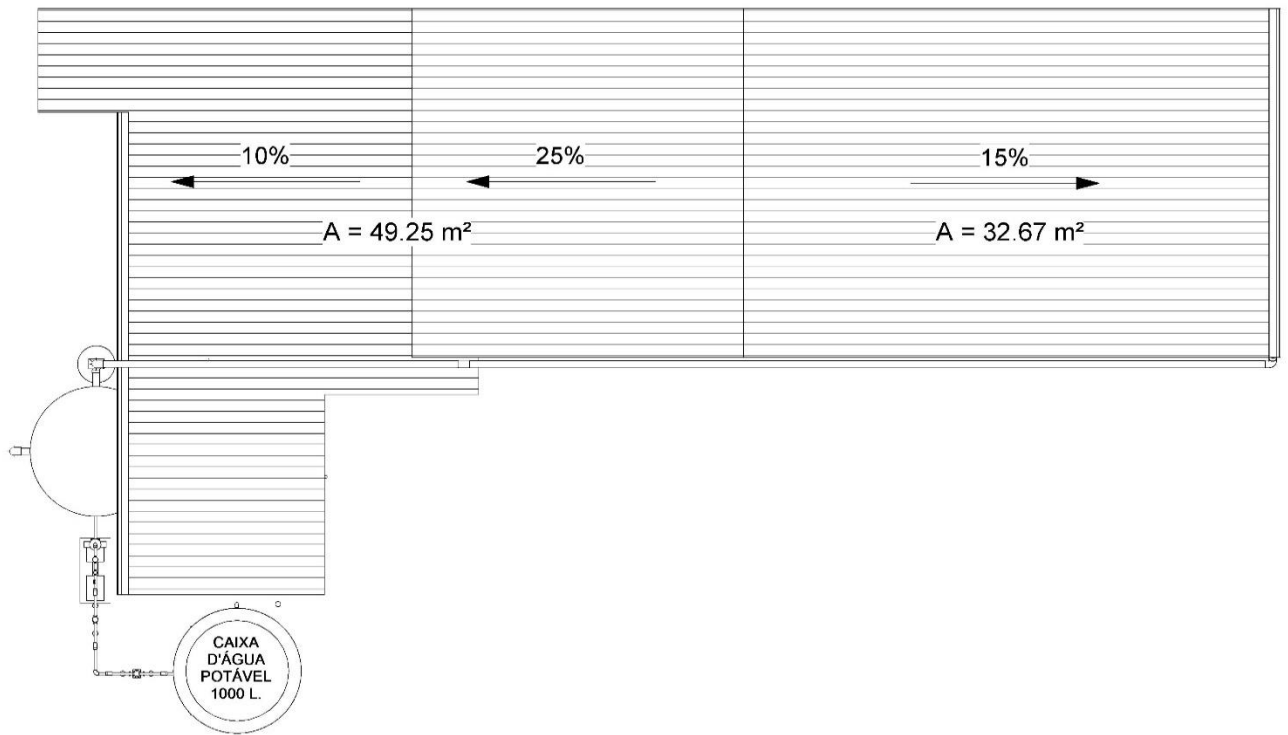


2 **Isométrico**

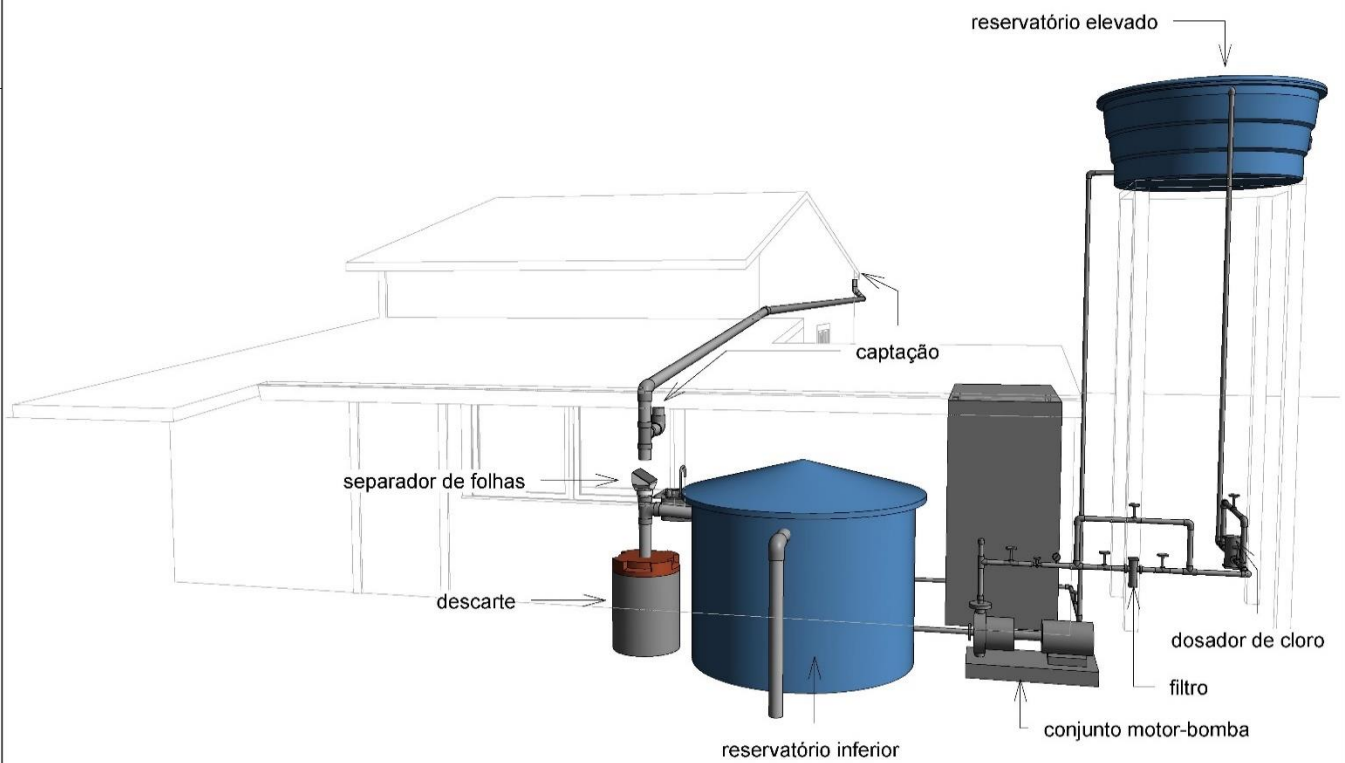
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

**Residência Unifamiliar**  
Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial

<b>Planta de Cobertura e Isométrico</b>	
Código do Projeto	R1b
Data	10/02/2017
Projetista	Yapur Dumit Gomez
<b>01/01</b>	
Escala	1 : 125



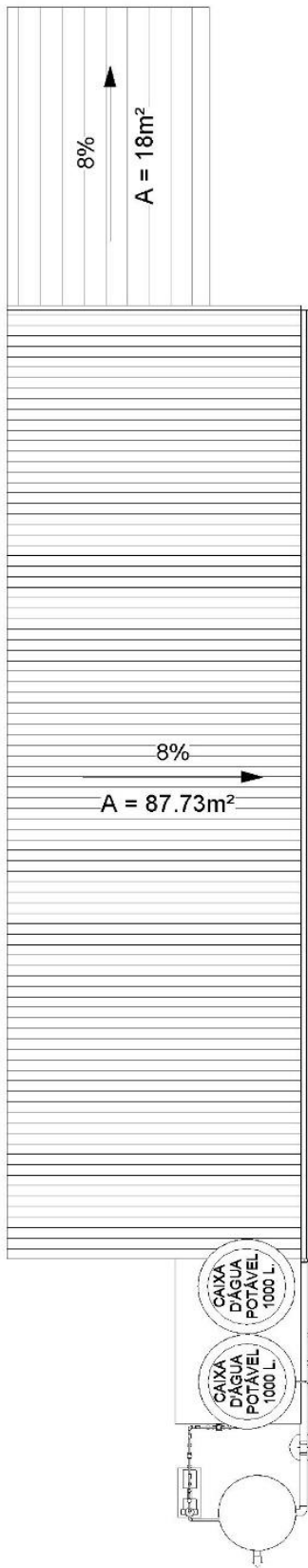
1 **Planta de Cobertura**  
1 : 100



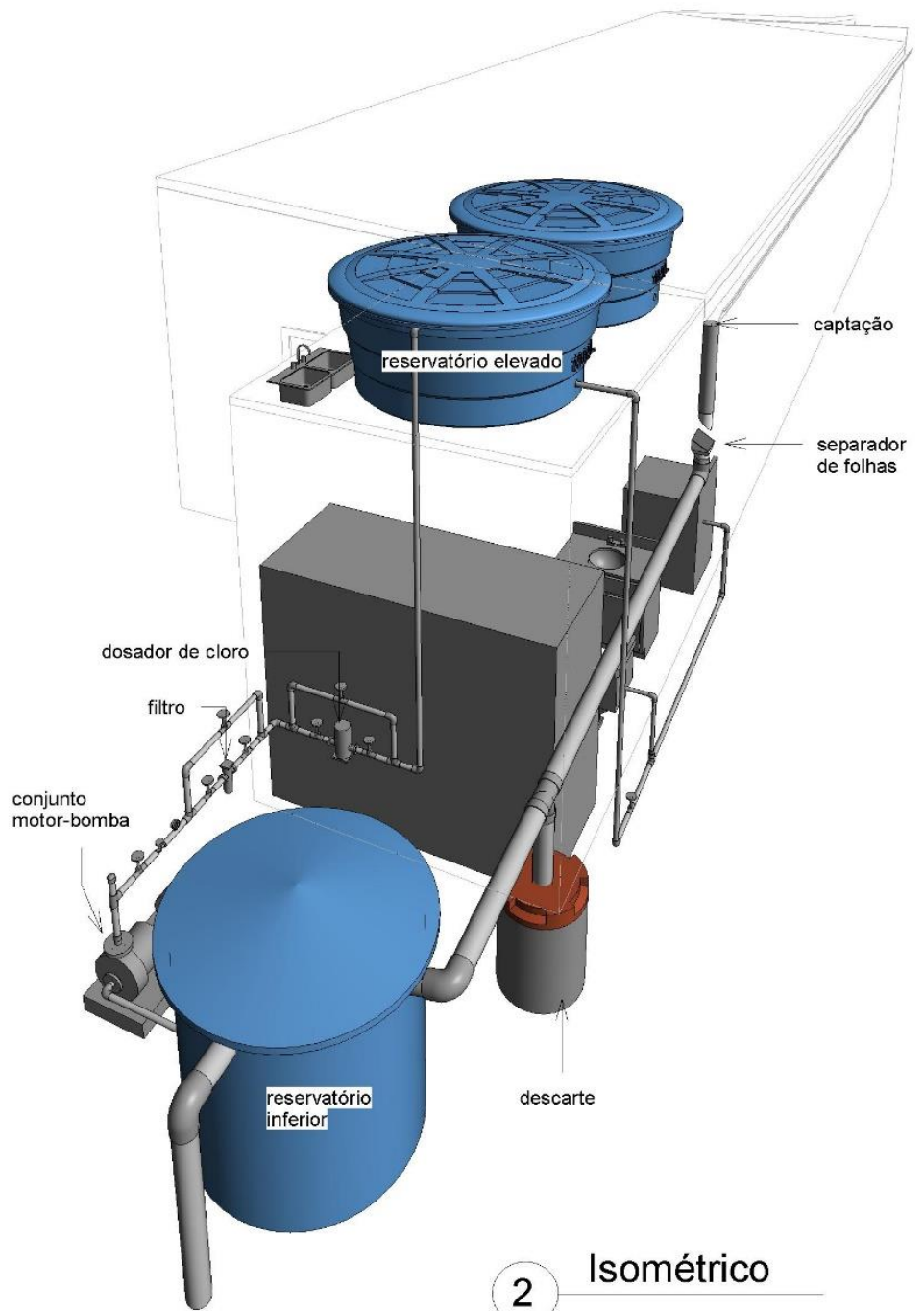
2 **Isométrico**

 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	<b>Residência Unifamiliar</b> Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial	<b>Planta de Cobertura e Isométrico</b>	
		Código do Projeto    R1c Data    10/02/2017 Projetista Yapur Dumit Gomez	<b>01/01</b> Escala    1 : 100





1 **Planta de Cobertura**  
1 : 125



2 **Isométrico**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

## Residência Unifamiliar

Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial

### Planta de Cobertura e Isométrico

Código do Projeto R2a

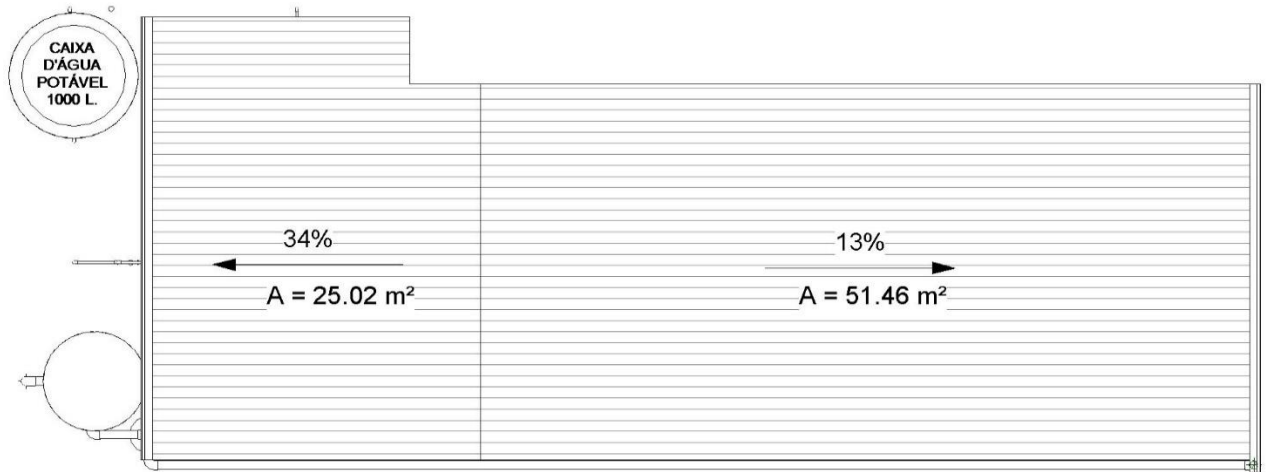
Data 13/02/2017

Projetista

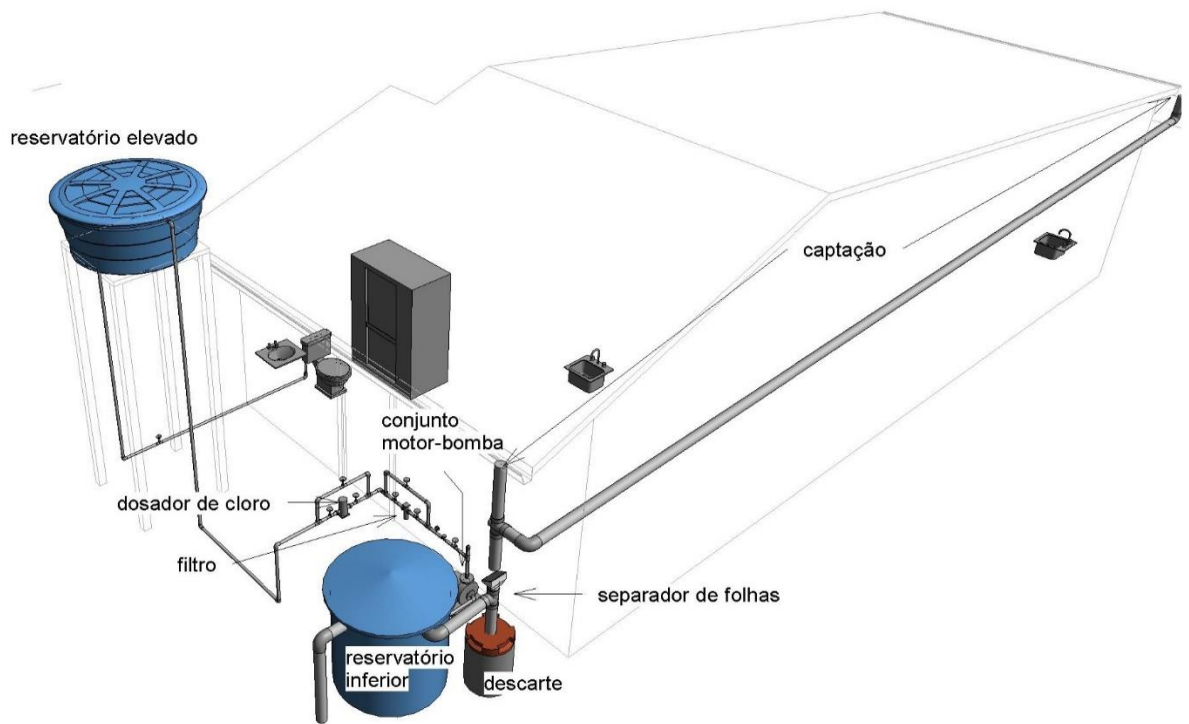
Yapur Dumit Gomez

01/01

Escala 1 : 125



1 **Planta de Cobertura**  
1 : 100



2 **Isométrico**

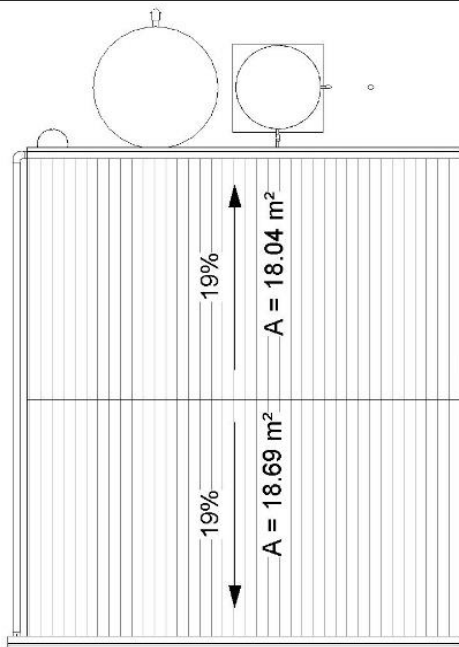
**PPGEC**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

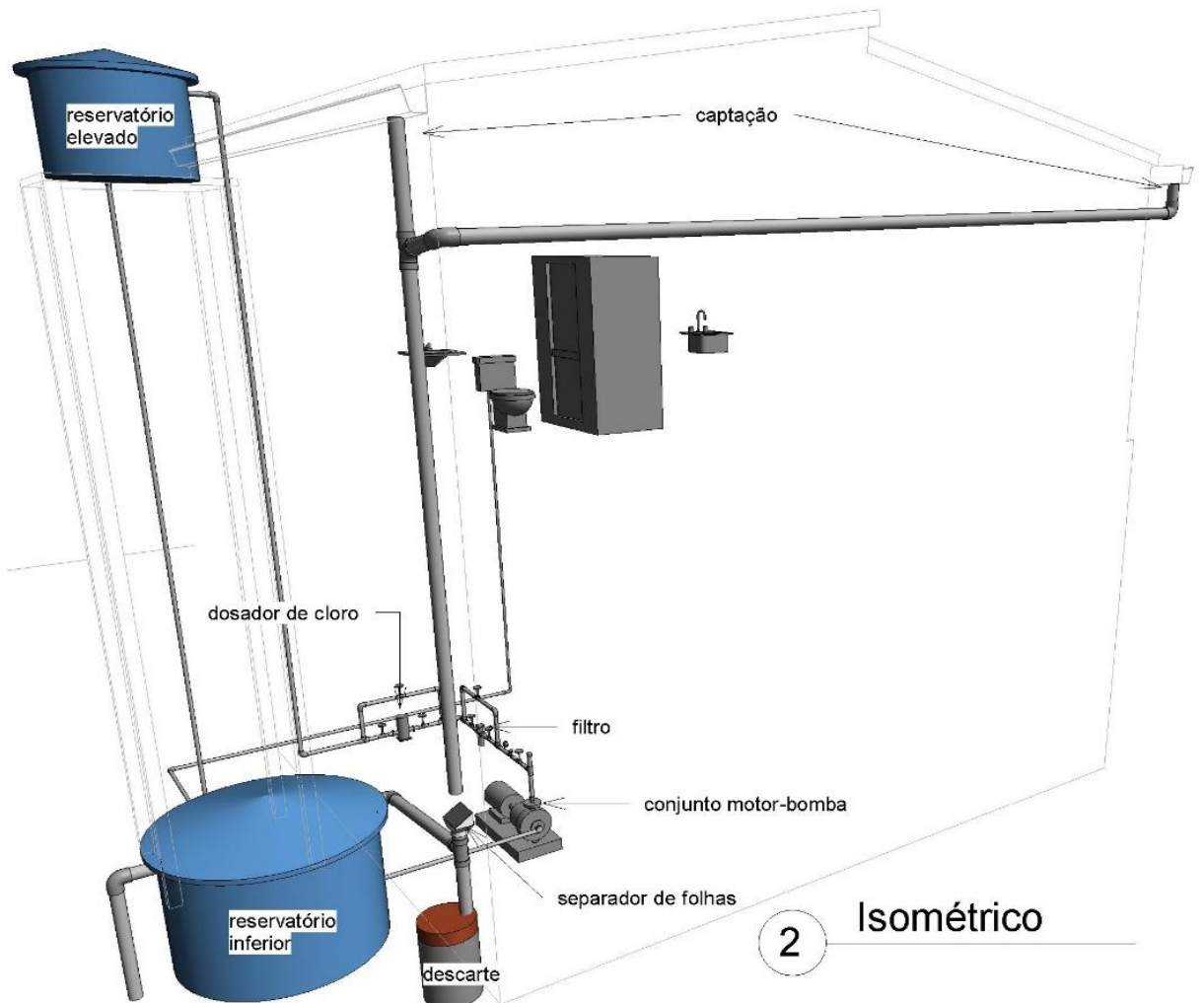
**Residência Unifamiliar**

Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial

<b>Planta de Cobertura e Isométricos</b>	
Código do Projeto	R2b
Data	13/02/2017
Projetista	Yapur Dumit Gomez
<b>01/01</b>	
Escala	1 : 100



1 **Planta de Cobertura**  
1 : 100

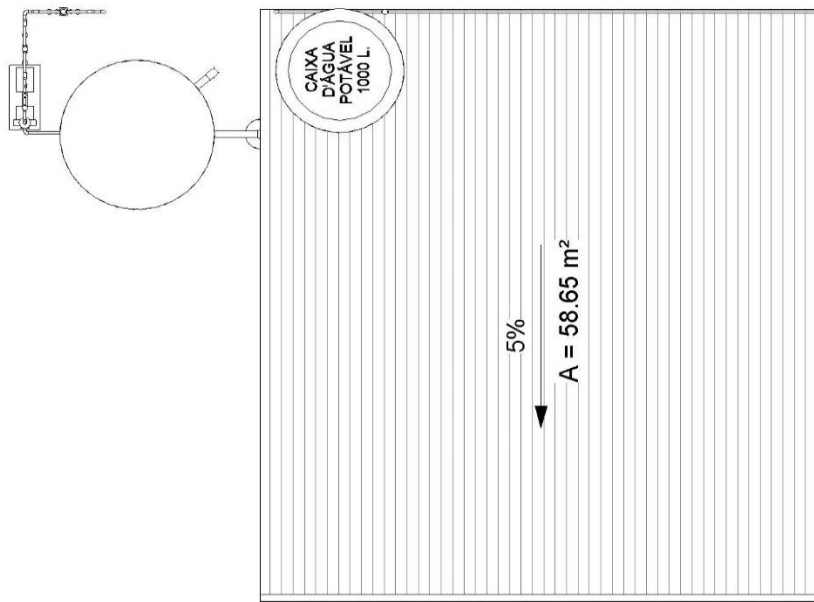


2 **Isométrico**

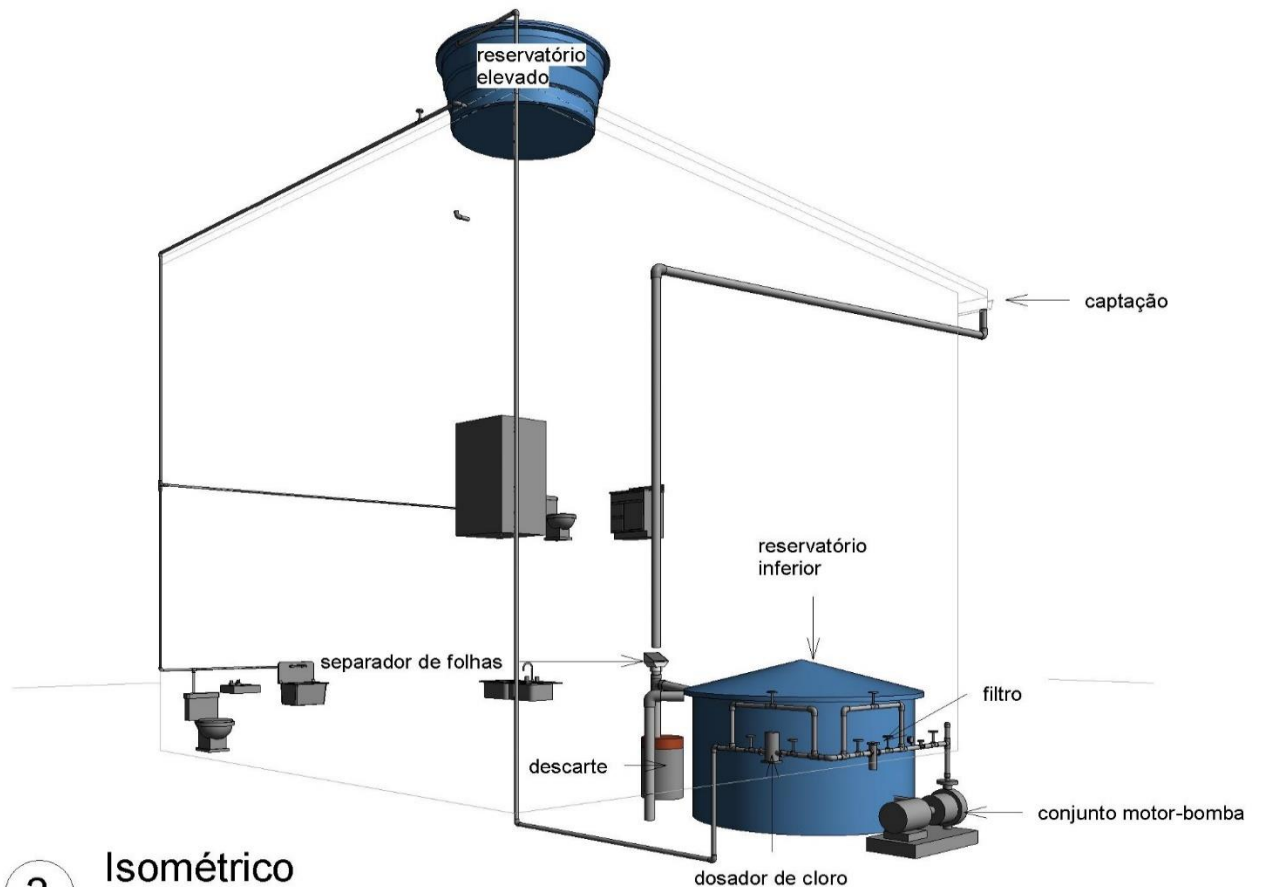
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

**Residência Unifamiliar**  
Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial

Planta de Cobertura e Isométrico	
Código do Projeto	R2c
Data	13/02/2017
Projetista	Yapur Dumit Gomez
<b>01/01</b>	
Escala	1 : 100



1 Planta de Cobertura  
1 : 100



2 Isométrico



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

## Residência Unifamiliar

Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial

### Planta de Cobertura e Isométrico

Código do Projeto R3a

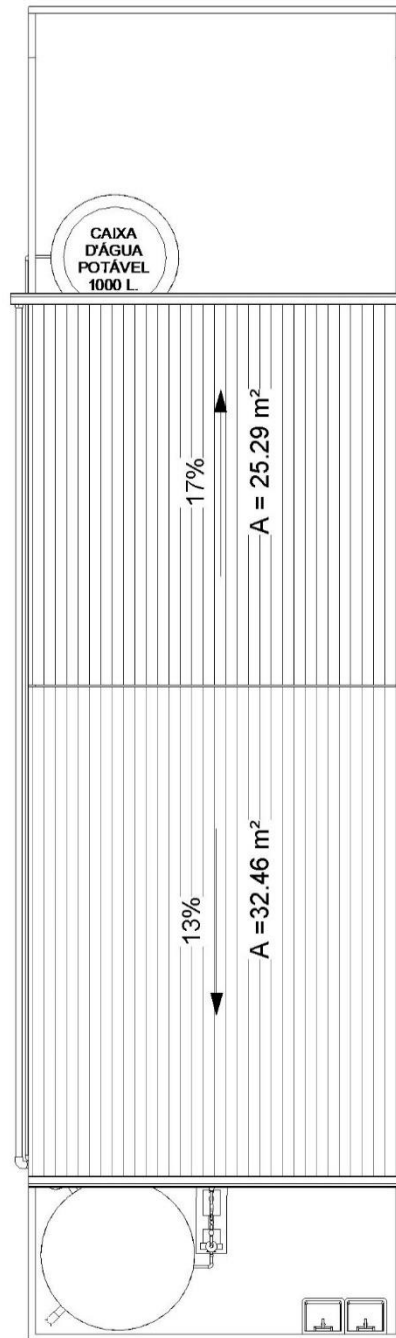
Data 13/02/2017

Projetista

Yapur Dumit Gomez

01/01

Escala 1 : 100



1

Planta de Cobertura

1 : 100



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

Residência  
Unifamiliar

Projeto de Aproveitamento  
de Água Pluvial

Planta de Cobertura

Código do Projeto R3a

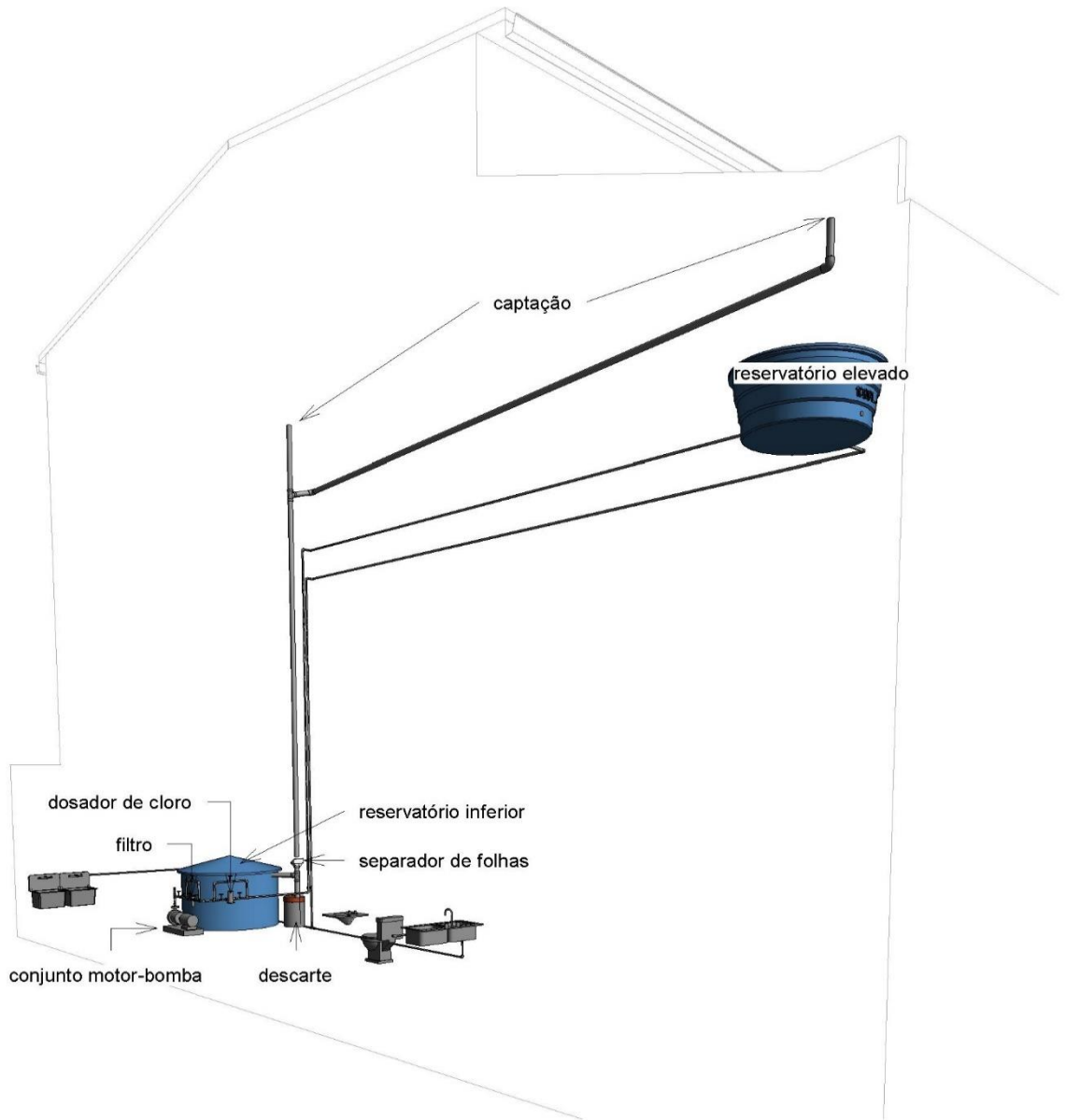
Data 13/02/2017

Projetista

Yapur Dumit Gomez

01/02

Escala 1 : 100

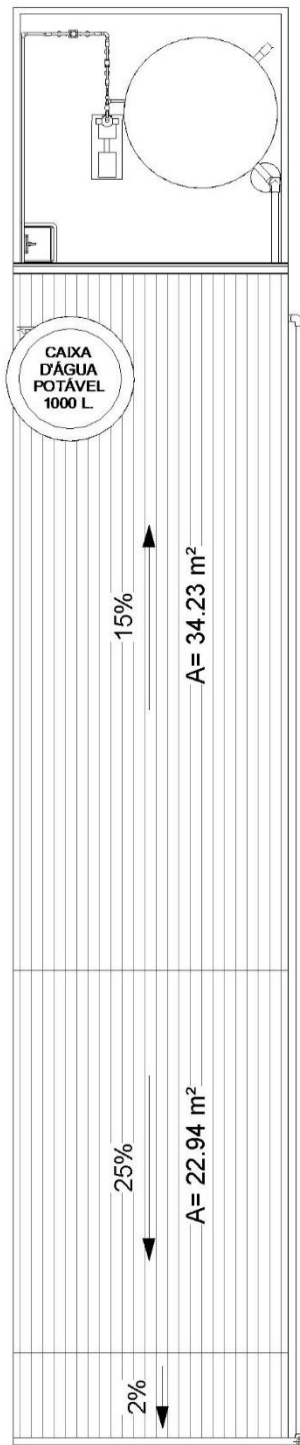


2 Isométrico

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

**Residência Unifamiliar**  
Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial

Isométrico		<b>02/02</b> Escala
Código do Projeto	R3a	
Data	13/02/2017	
Projetista	Yapur Dumit Gomez	



1

## Planta de Cobertura

1 : 100



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

## Residência Unifamiliar

Projeto de Aproveitamento  
de Água Pluvial

### Planta de Cobertura

Código do Projeto R3c

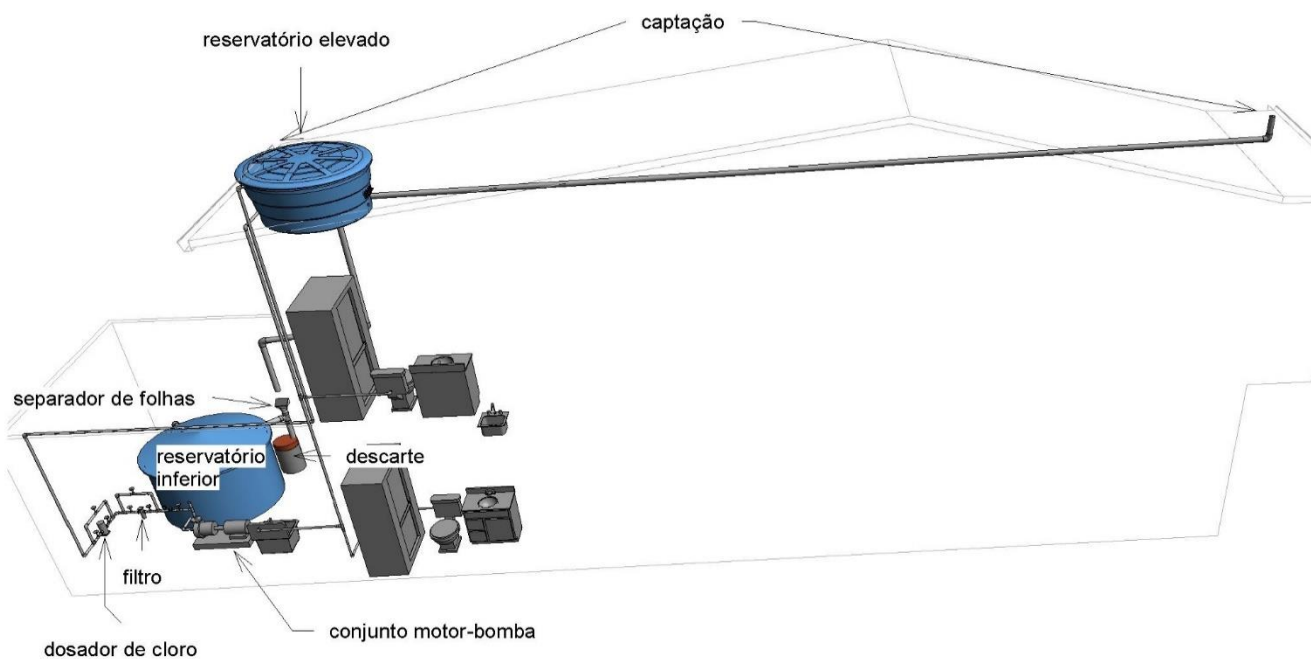
Data 13/02/2012

Projetista

Yapur Dumit Gomez

01/02

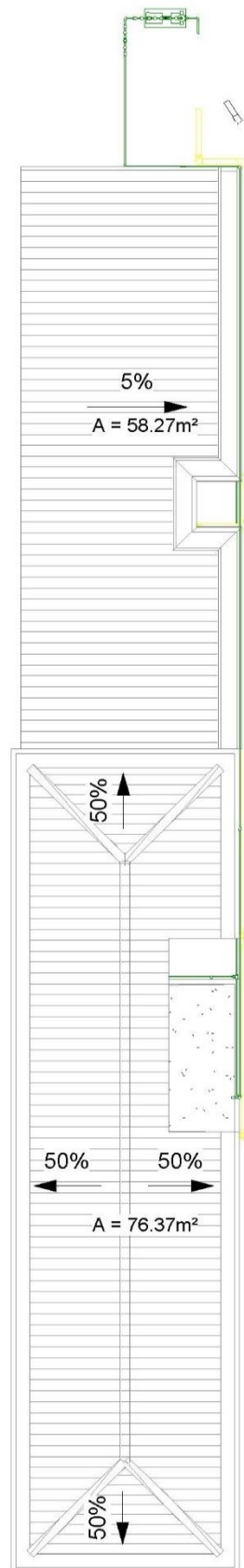
Escala 1 : 100



1 Isométrico

 <b>PPGEC</b> UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	<h2>Residência Unifamiliar</h2> <p>Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial</p>	Isométrico	
		Código do Projeto R3c Data 13/02/2012 Projetista Yapur Dumit Gomez	<h1>02/02</h1> <p>Escala</p>





1 Planta de Cobertura  
1 : 150



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

## Residência Unifamiliar

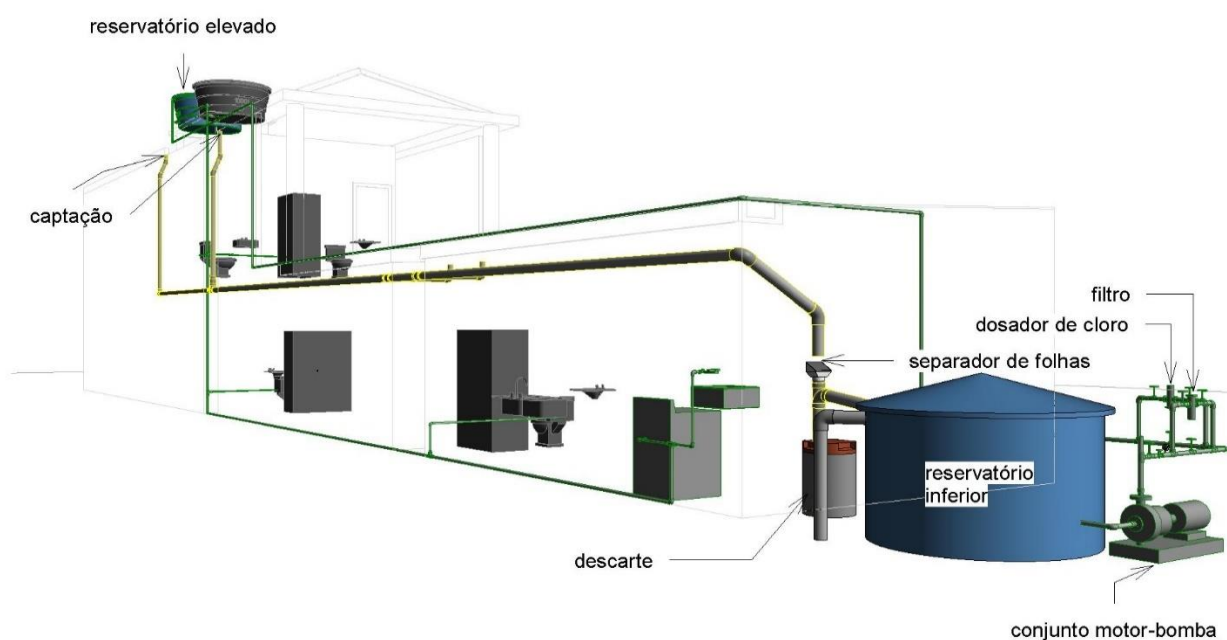
Projeto de Aproveitamento  
de Água Pluvial

### Planta de Cobertura

Código do Projeto	R4a
Data	13/01/2017
Projetista	Yapur Dumit Gomez

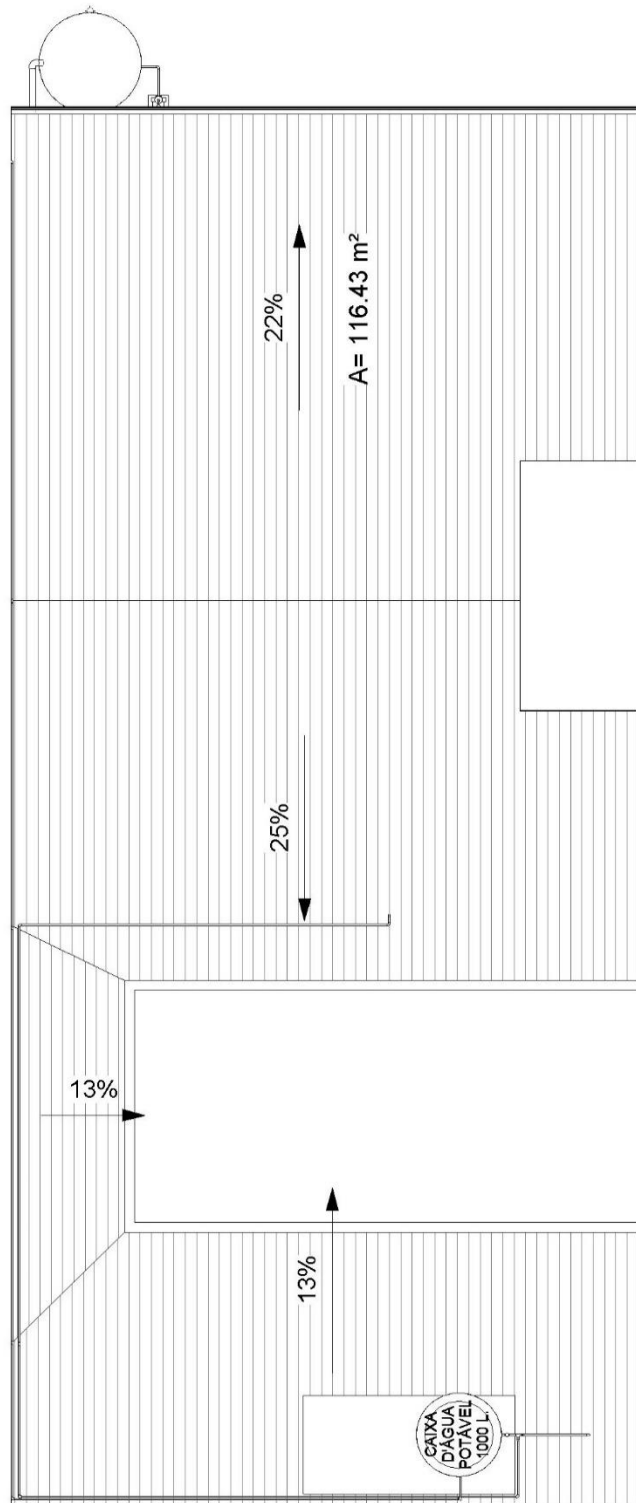
01/02

Escala 1 : 150



1 Isométrico

 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	<h2 style="text-align: center;">Residência Unifamiliar</h2> <p style="text-align: center;">Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial</p>	Isométrico	
		Código do Projeto    R4a Data                      13/01/2017 Projetista Yapur Dumit Gomez	<h1 style="font-size: 2em;">02/02</h1> Escala



1 Planta de Cobertura  
1 : 150

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

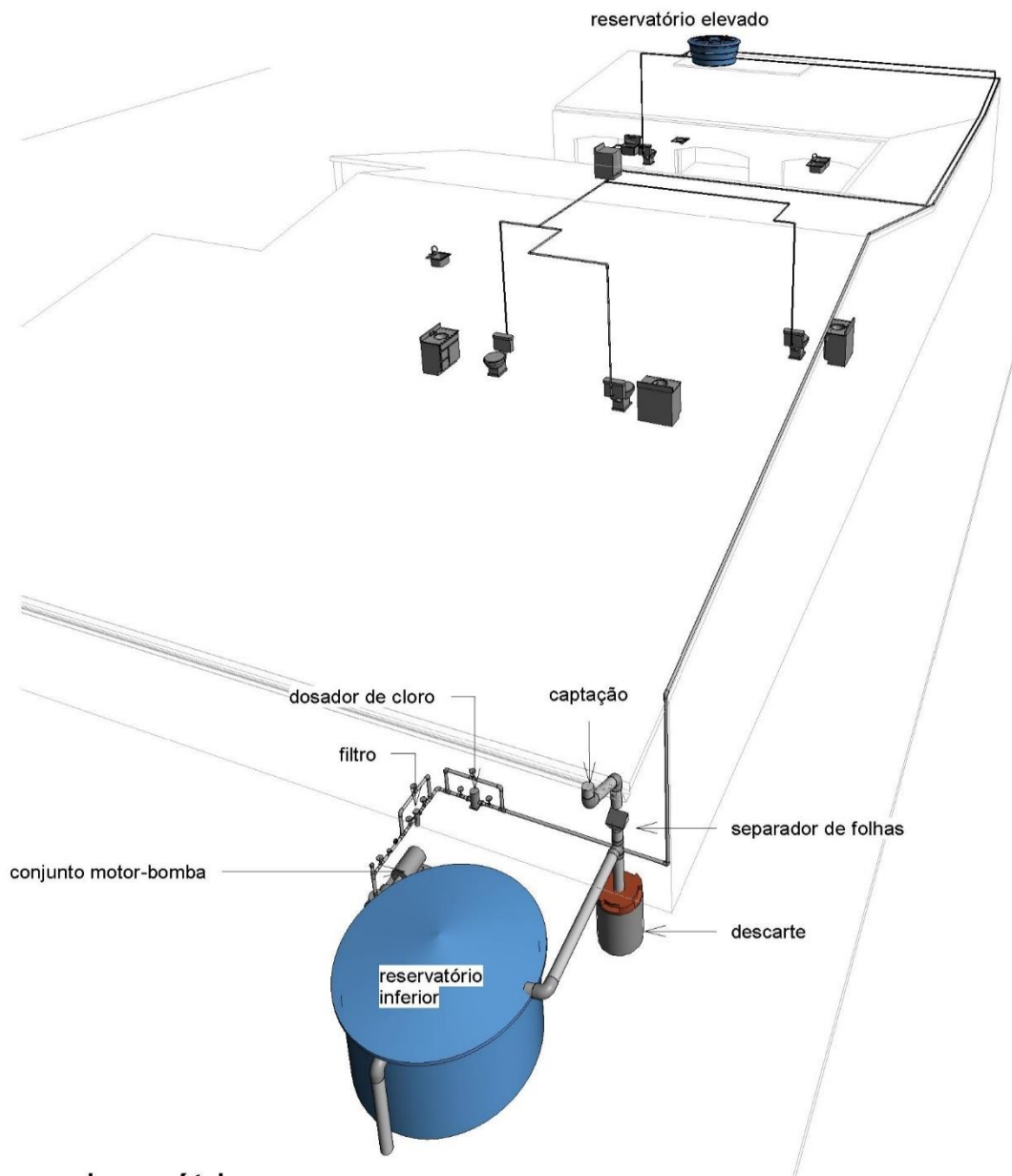
**Residência Unifamiliar**  
Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial

Planta de Cobertura

Código do Projeto R4b  
Data 13/02/2017  
Projetista  
Yapur Dumit Gomez

**01/02**

Escala 1 : 150

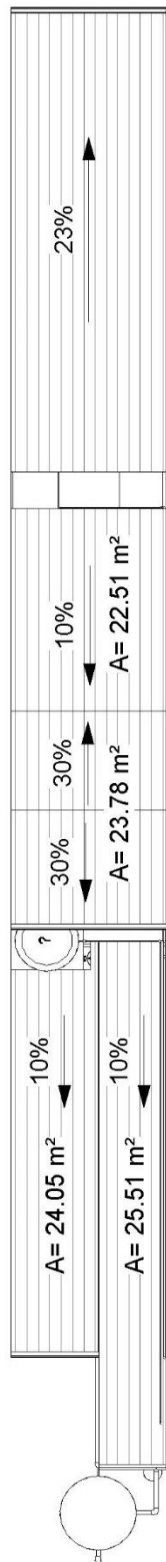


1 Isométrico

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

**Residência Unifamiliar**  
Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial

Isométrico		<b>02/02</b>
Código do Projeto	R4b	
Data	13/02/2017	
Projetista	Yapur Dumit Gomez	
		Escala



1

### Planta de Cobertura

1 : 200

**PPGEC**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Civil

**Residência Unifamiliar**  
Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial

#### Planta de Cobertura

Código do Projeto R4c

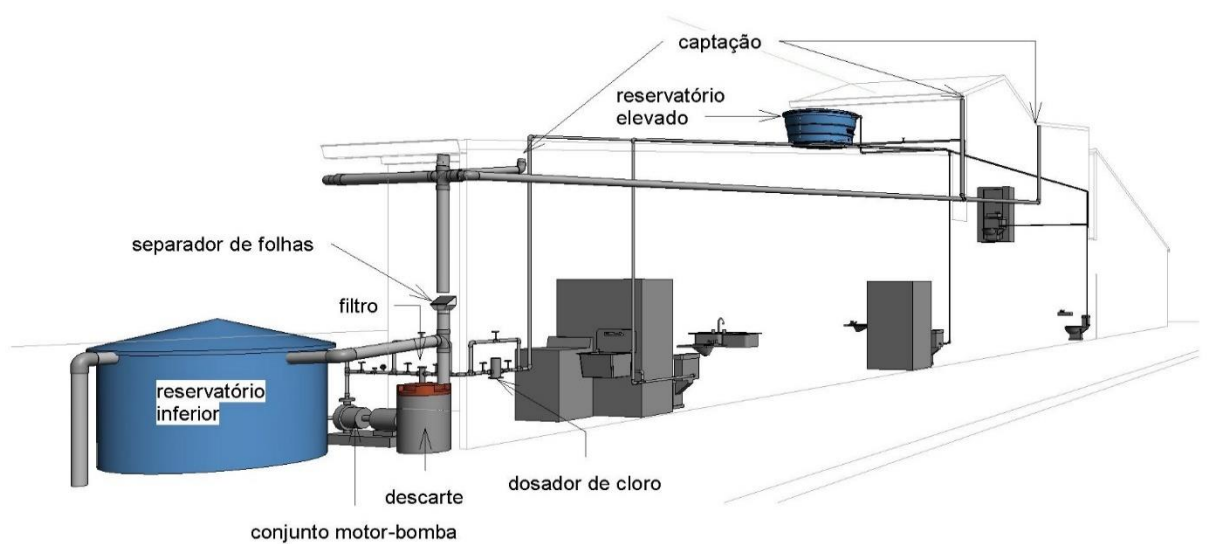
Data 13/02/2017

Projetista

Yapur Dumit Gomez

**01/02**

Escala 1 : 200



1 Isométrico

 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil	<h2>Residência Unifamiliar</h2> <p>Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial</p>	Isométrico		
		Código do Projeto	R4c	<h1>02/02</h1>
		Data	13/02/2017	
		Projetista	Yapur Dumit Gomez	