



RainMap

Sistemas Sustentáveis

**Análise de viabilidade para implantação de um
sistema de aproveitamento de águas pluviais
no Centro Tecnológico – CTC/UFSC**

Relatório Técnico

Ficha Técnica

Universidade Federal de Santa Catarina

Reitor – Luiz Carlos Cancellier de Olivo

Vice-reitora – Alacoque Lorenzini Erdmann

Diretor do Centro Tecnológico – Edson Roberto De Pieri

Equipe Técnica - RainMap

Diretora Executiva – Stephanie Thiesen

Diretor Técnico – Matheus Soares Geraldi

Diretora de Operações – Camile Luana Kaestner

Colaboradores voluntários e bolsistas

Aline Eloize Borgert

Gabriella Franzoni da Silveira

Gabriel Kretzer

Heloisa Munaretto

Júlia May Vendrami

Leticia Dalpaz de Azevedo

Natasha Karin Popov

Pietro da Rocha Macalossi

Thiago Romeu Antunes

Prof. Cláudio Cesar Zimmermann

Florianópolis, maio de 2017.

Lista de Abreviaturas

ANA	Agência Nacional de Águas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
Ciram	Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
CTC	Centro Tecnológico
DFO/SEOMA	Departamento de Fiscalização de Obras da UFSC/ Secretaria de Obras, Manutenção e Ambiente
DPAE	Departamento de Projetos, Arquitetura e Engenharia
ECV	Departamento de Engenharia Civil
Epagri	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
GTSIG	Grupo de Trabalho em Sistema de Informações Geográficas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
LAPOA	Laboratório de Potabilização de Água da UFSC
MS	Ministério da Saúde
NBR	Norma brasileira
PET	Programa de Educação Tutorial
SAAP	Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial
SC	Santa Catarina
SIG	Sistema de Informações Geográficas
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

Sumário

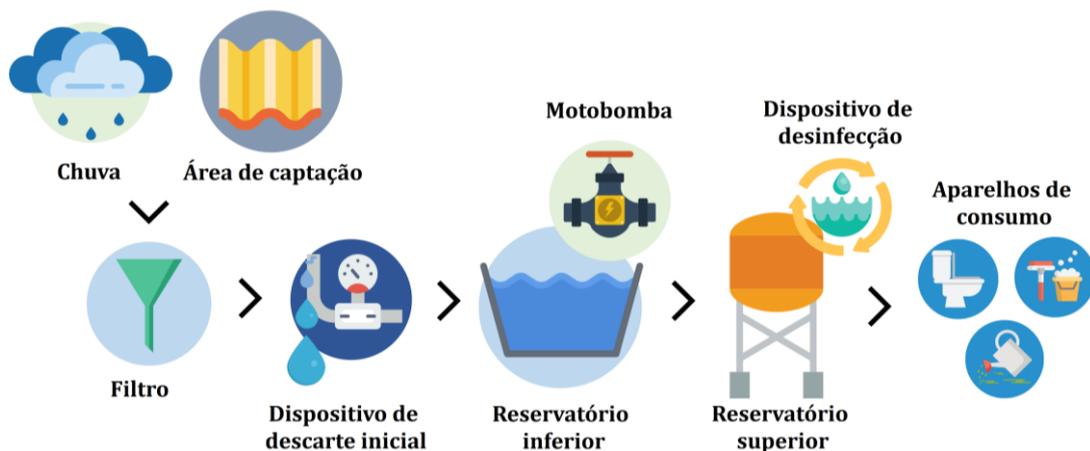
Sumário executivo.....	3
Apresentação	7
1. Revisão bibliográfica.....	9
1.1. Estudos de caso SAAP	9
1.2. Tratamento de água.....	13
1.2.1. Filtragem	13
1.2.2. Tratamentos complementares da água	17
1.2.3. Cuidados com a cisterna.....	21
1.2.4. Qualidade da água da chuva	22
2. Levantamento de dados	27
2.1. Área de estudo	27
2.2. Dados de demanda de água	28
2.2.1. Histórico de consumo.....	28
2.2.2. Demanda de água não potável	32
2.3. Dados de disponibilidade hídrica.....	32
2.4. Dados físicos e construtivos	36
2.4.1. Abastecimento de água potável.....	36
2.4.2. Situação das coberturas e colunas pluviais	36
2.4.3. Escoamento superficial.....	39
2.4.4. Situação das tubulações.....	40
2.4.5. Reservatórios.....	40
2.4.6. Usos de água.....	43
2.5. Dados de manutenção.....	45
2.5.1. Limpeza das coberturas	45
2.5.2. Limpeza do reservatório superior.....	46
2.6. Estimativa de número de usuários	46
3. Análise de cenários	49
3.1. Potencial de economia.....	50
3.2. Análise técnico-econômica	55
4. Estimativa de projeto	61
4.1. Normas técnicas.....	61

4.2.	Fluxo do sistema	62
4.3.	Sistema de coleta	62
4.4.	Filtro	63
4.5.	Dispositivo de descarte inicial.....	64
4.6.	Reservatórios de água pluvial	65
4.6.1.	Reservatório inferior	65
4.6.2.	Reservatório Superior	66
4.7.	Motobomba.....	66
4.8.	Dispositivo de desinfecção.....	67
4.9.	Tubulações, conexões, registros e hidrômetros	70
4.10.	Instalações hidráulicas exclusivas	71
4.11.	Limpeza e manutenção.....	71
5.	Estimativa de custos	75
5.1.	Estimativa de implantação.....	75
5.2.	Estimativa de operação	76
5.3.	Estimativa de custo total para o cenário indicado (Cenário A+B).77	
6.	Potencial de economia em outros edifícios.....	79
6.1.	Abrangência do estudo.....	79
6.2.	Levantamento de dados e considerações.....	79
6.3.	Potencial de economia.....	88
	Considerações finais.....	91
	Referências	93
	Apêndices	97

Sumário executivo

Uma das temáticas mais importantes em relação à sustentabilidade é a água. Utilizar fontes alternativas de água, como por exemplo, a água da chuva aproveitada para finalidades que não exigem elevado grau de pureza, é uma alternativa eficaz que contribui para o uso racional da água. A ideia por trás do processo de aproveitamento da água de chuva é simples de ser compreendida: basicamente a água da chuva é coletada quando escoa pela área de captação (telhado ou outra superfície), e então armazenada em reservatórios e distribuída para um ponto de utilização. O esquema a seguir exemplifica um sistema de aproveitamento de água da chuva e descreve os seus componentes (Figura 1).

Figura 1 – Fluxo e componentes de um sistema de aproveitamento da chuva.



Área de captação: superfície utilizada para coletar a água da chuva, geralmente o telhado das edificações.

Filtro: equipamento utilizado para remoção de partículas suspensas, coloidais e de microrganismos provenientes do ambiente.

Dispositivo de descarte inicial: conjunto de mecanismos utilizados para descartar a água proveniente dos primeiros momentos da chuva, que “lava” a atmosfera e a área de captação e carrega impurezas.

Reservatório inferior: localizado abaixo do nível de consumo, recebe e armazena, por gravidade, a água de chuva captada.

Motobomba: equipamento utilizado para transpor a

água da chuva do reservatório inferior para o reservatório superior (nem sempre é necessário).

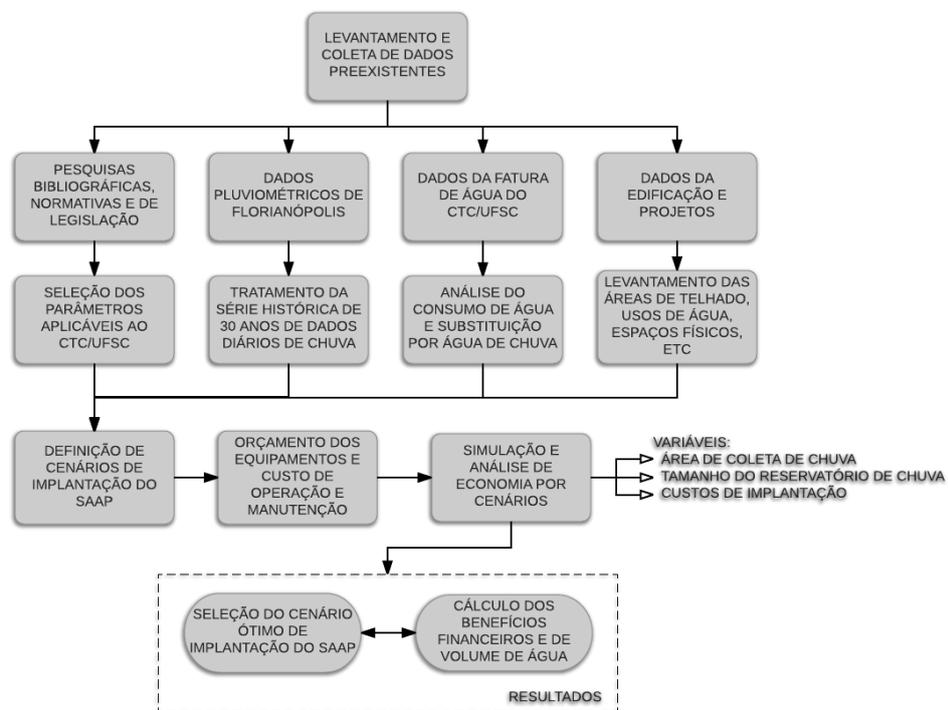
Reservatório superior: localizado acima do nível de consumo, recebe água da chuva do reservatório inferior (ou diretamente da cobertura, dependendo do caso) e abastece os aparelhos de consumo. Na falta de água de chuva, o reservatório superior é abastecido pelo reservatório de água da concessionária.

Dispositivo de desinfecção: equipamento utilizado para a remoção ou destruição (inativação) de microrganismos patogênicos presentes na água.

Aparelhos de consumo: equipamentos hidráulicos que utilizam água da chuva para o consumo final.

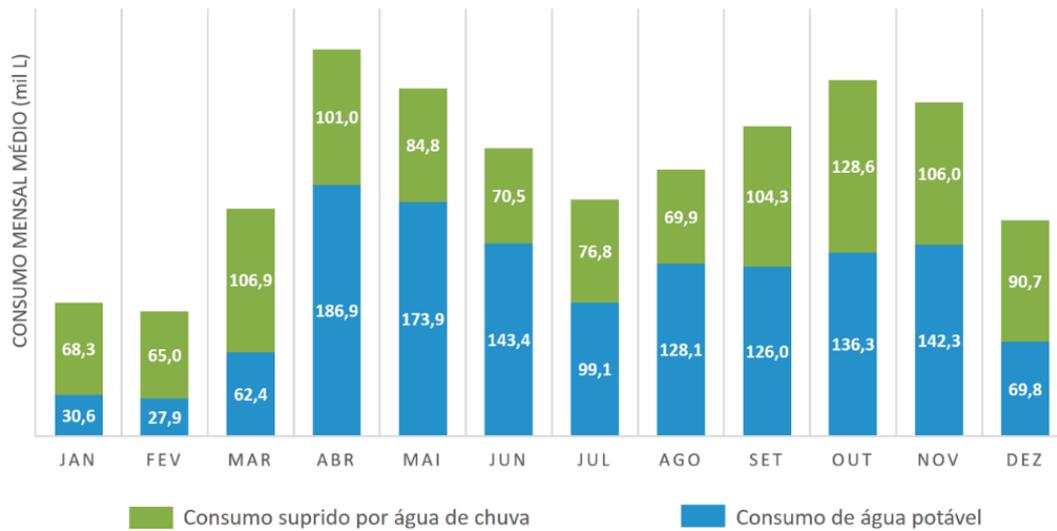
A implantação sistemas de aproveitamento de água da chuva (ou SAAP, Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial) nos edifícios centrais do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina (CTC/UFSC) é uma prática que pode trazer benefícios tanto financeiros como para o meio ambiente. Para a análise de viabilidade de implantação de um SAAP no CTC/UFSC, o presente trabalho seguiu etapas que foram desde a coleta dos dados necessários para a simulação até a elaboração de diferentes cenários de implantação e obtenção da situação ótima (de melhor relação custo-benefício) para as edificações analisadas. O método de trabalho é ilustrado pela Figura 26.

Figura 2 – Esquema do método de trabalho.



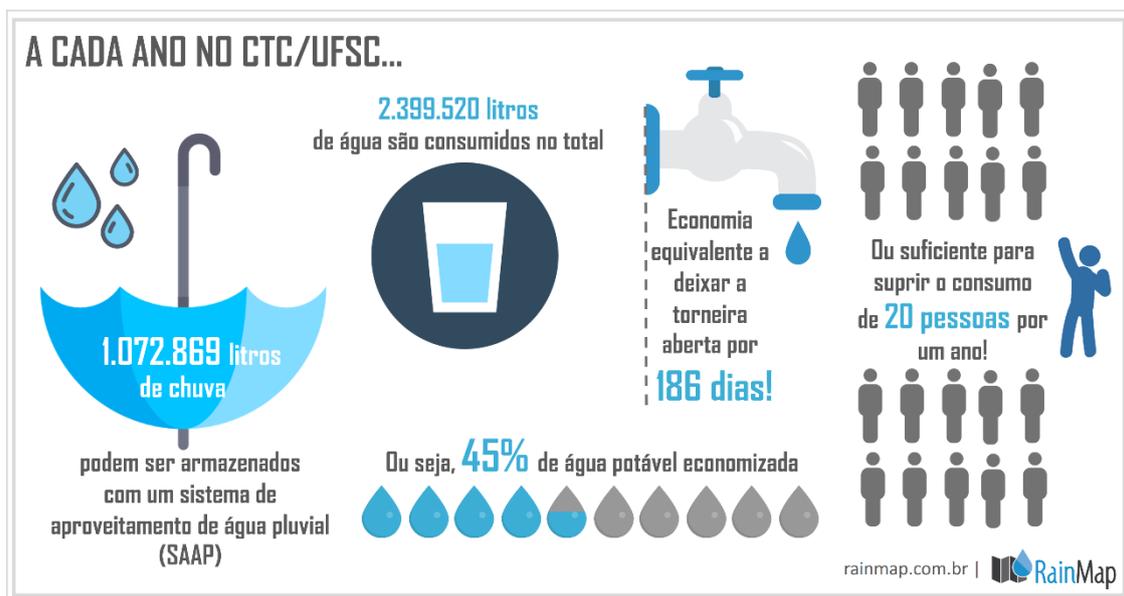
Após a aplicação do método, obteve-se como resultado um cenário ótimo (estimativa de projeto com menor *payback* dentre os cenários avaliados) e paralelamente obteve-se a quantificação dos benefícios financeiros e de economia de água potável a serem obtidos com o aproveitamento da água de chuva no CTC/UFSC. Por meio das análises realizadas, com a implantação deste SAAP é possível suprir a demanda de água não-potável do centro, tendo como estimativa de projeto a área de captação de 1.676 m² (relativa à área de cobertura dos Blocos A e B do CTC) e 50.000 L de volume de reserva de água de chuva, condizente com o consumo de água na edificação. A estimativa de consumo anual e a parcela de substituição de água potável da concessionária por água de chuva pode ser verificada por meio da Figura 3.

Figura 3 – Estimativa de consumo e substituição de água – CTC/UFSC.



A Figura 4 apresenta o resumo dos resultados de economia de água com a implantação de um SAAP no CTC/UFSC.

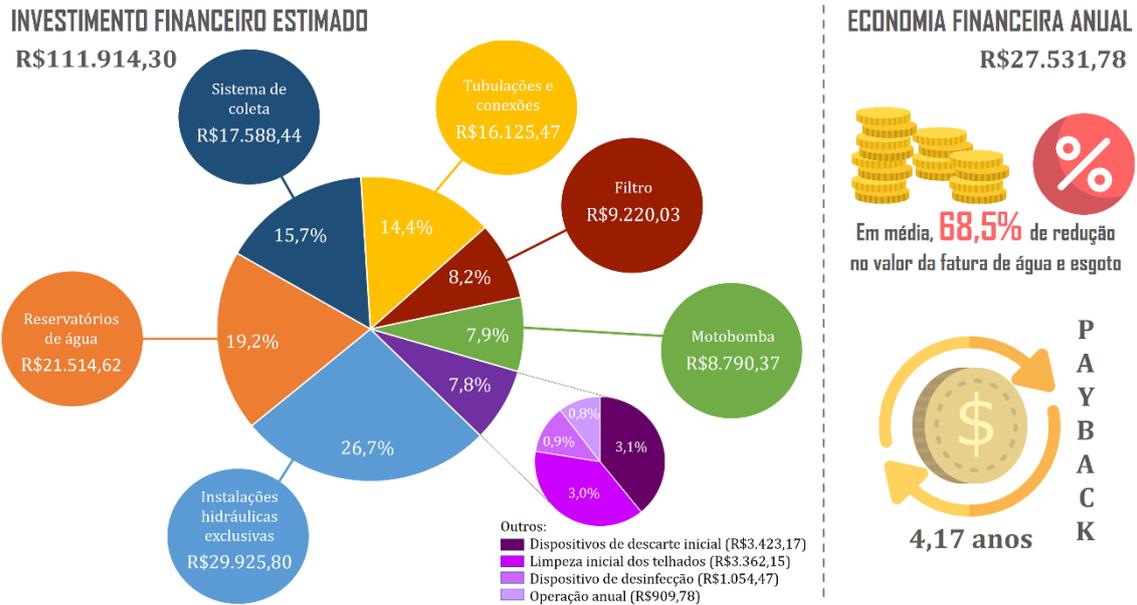
Figura 4 – Economia de água potável – SAAP no CTC/UFSC.



O cenário ótimo selecionado é aquele que apresenta o menor período de retorno (*payback*) dentre os cenários analisados. Em termos de economia financeira, é possível reduzir os gastos anuais na fatura de água e esgoto em média R\$27.531,78 (R\$13.765,89 com água e R\$13.765,89 com esgoto), ou seja, 68,5% de redução quando comparado ao total de R\$40.186,60 cobrados no último

ano (out. 2015 a set.2016) nas faturas de água e esgoto. Os custos estimados para a implantação do sistema, que totalizaram R\$111.914,30, e a estimativa de economia financeira anual advinda do SAAP, estão descritos na Figura 5.

Figura 5 – Investimento e economia financeira – SAAP no CTC/UFSC.



Considerando os custos de implantação, manutenção e operação e a economia potencial financeira na fatura de água e esgoto, o SAAP passa a dar retorno a partir de 4,17 anos. Dependendo da regulamentação da CASAN, caso haja exigência de recálculo do esgoto com a implantação do aproveitamento da água de chuva, o valor investido será recuperado em um cenário entre 4,17 anos e 8,63 anos. Todavia, ressalta-se que os benefícios do SAAP são perpétuos, pois sempre haverá economia por substituição de água potável por água da chuva. Desta forma, conforme a disponibilidade de recursos e interesses do CTC/UFSC para a implantação do sistema, é possível optar por um cenário de maior economia ao longo do tempo, ou seja, uma maior área de coleta.

Finalmente, além dos benefícios do aproveitamento da água de chuva discutidos e quantificados, por se tratar de um centro de ensino, a aplicação desta prática no CTC/UFSC também estimula o pensamento verde e contribui com a disseminação e valorização de ações sustentáveis em edificações.

Apresentação

A sustentabilidade é um conceito fundamental que abrange as esferas sociais, econômicas e ambientais. Uma prática sustentável é aquela que menos agride o meio ambiente, preservando-o para gerações futuras, interage com o meio social, relacionando-se com as pessoas, e proporciona economia, garantindo sua viabilidade econômica. Atualmente, selos ambientais e certificações de construções sustentáveis incluem o uso mais eficiente de água como indicador-chave de sustentabilidade, propagando um incentivo ao uso racional de água em edificações (ZHANG *et al.*, 2009).

Uma das temáticas mais importantes em relação à sustentabilidade é a água, em especial o uso que fazemos deste recurso. A dependência deste bem é tamanha que abrange tanto ciclos de vida de seres vivos como atividades desenvolvidas pelos seres humanos. Tal importância faz com que se atribua a ela valores sociais, econômicos, culturais e principalmente ambientais. Tendo em vista a crescente prática de sustentabilidade em edificações, o aproveitamento da água de chuva e seu uso para fins não potáveis constitui uma estratégia eficaz e amplamente aceita como forma de disponibilizar água para edificação. Alguns dos benefícios do aproveitamento de água da chuva incluem:

- Auxiliar na preservação de mananciais superficiais e subterrâneos;
- Quando implantada em instituições de renome, como a UFSC, estimula fortemente ações sustentáveis em edificações;
- Com ampla adesão, reduz o excesso de água da chuva que escoar pela cidade, diminuindo inundações, erosão e o fluxo de drenagem;
- Reduzir gastos com água tratada e tratamento de esgoto da edificação;
- Reduzir a dependência das concessionárias de água tratada;
- Aumentar o potencial de uso dos reservatórios de água potável;
- Reduzir a necessidade de ampliação do sistema de abastecimento público.

O objetivo deste estudo é estimular ações sustentáveis em edificações, por meio da utilização de uma fonte sustentável, de qualidade e de fácil acesso. Antecipando, especificamente, os seguintes objetivos:

- Estimular o pensar sustentável em um meio formador de ideias, que é a UFSC;
- Incentivar a economia de água potável pela sua substituição da parcela utilizada em usos que não exigem potabilidade por água de chuva;
- Incentivar a economia financeira pela redução da fatura de água, salvando recursos públicos.

Dessa forma, o presente documento apresenta o estudo de viabilidade técnica e econômica para a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial no Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina (CTC/UFSC). É apresentando, inicialmente, um estudo comparativo com outros casos semelhantes em que o sistema foi implantado. Na sequência são apresentados os dados levantados, e após, é apresentado o potencial de economia de água e financeiro, indicando os cenários simulados e o cenário adotado. É apresentada uma estimativa do projeto, as premissas utilizadas para a elaboração destas estimativas de custos de implantação, estimativa de custos de operação e manutenção e o período de retorno do investimento. Tais informações visam fornecer subsídios técnicos e parâmetros para a tomada de decisão quanto a instalação de sistemas de aproveitamento de água de chuva nas edificações em questão. Este documento não contempla o projeto das instalações hidráulicas, seja de água não potável ou potável, apenas uma estimativa de projeto e uma estimativa de custo.

Complementarmente, um estudo simplificado foi elaborado indicando os potenciais de economia de água para os demais centros do campus Reitor João David Ferreira Lima da UFSC. Esse estudo foi realizado para identificar os locais para serem implantados sistemas de aproveitamento de água da chuva, guiar as próximas ações de forma a proporcionar uma economia financeira e um ganho ambiental ainda maior.

O estudo foi idealizado pela RainMap – Sistemas sustentáveis, e foi fruto de uma parceria entre a empresa citada, Direção do Centro Tecnológico da UFSC e Programa de Educação Tutorial de Engenharia Civil – PET/ECV/UFSC. Contou também com o apoio do Departamento de Projetos, Arquitetura e Engenharia (DPAE/UFSC), Departamento de Operação e Manutenção de Edifícios (DOMP/UFSC) e Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE).

1. Revisão bibliográfica

Para utilizar um sistema de aproveitamento de água pluvial (SAAP) é necessário o adequado dimensionamento dos componentes do sistema, de forma a se obter a melhor relação entre custo e benefício. Para um correto dimensionamento do sistema, alguns parâmetros específicos são necessários. De forma a embasar e justificar a escolha de alguns desses parâmetros, foi realizado um levantamento com ênfase em edifícios escolares.

Inicialmente, será apresentada uma revisão bibliográfica sobre a implantação de sistemas de aproveitamento da água de chuva em edificações escolares. Por meio de uma comparação dos casos estudados, foram verificadas as principais características de dimensionamento, parâmetros técnicos e desafios encontrados na implantação desses sistemas em nessa tipologia.

Além disso, foi realizada uma pesquisa paralela acerca de parâmetros de qualidade da água de chuva e requisitos de tratamento para diversas finalidades. O objetivo foi de orientar o desenvolvimento da estimativa do projeto a respeito dos níveis de tratamento necessários para utilizar a água da chuva de forma segura, de acordo com as finalidades de consumo previstas, além de disponibilizar opções de concepção do sistema. Os dados foram obtidos por meio da Legislação em relação a água em vigor no Brasil, bem como em estudos realizados previamente.

1.1. Estudos de caso SAAP

A presente seção discute e compara um compilado de quatro estudos de caso acerca do aproveitamento da água de chuva em edificações escolares brasileiras. Diferentes métodos, considerações de cálculo, estimativas de projeto e equipamentos foram observadas nos estudos que serviram como parâmetro das análises a serem realizadas para o CTC.

Para a comparação dos quatro casos avaliados, o Quadro 1 apresenta as principais diferenças nas considerações realizadas para o dimensionamento do sistema de aproveitamento de água pluvial.

Quadro 1 – Comparação entre casos de SAAP em intuições de ensino brasileiras.

Parâmetro	Estudo de caso			
	1	2	3	4
Autoria	Araldi, B.; Nicolini, G. T.; Vieira, S. F.; Fernandes, J. S.	Werneck, G. A. M.	Marinoski, A. K.	Ferraz, A. A.; Durante, L. C.; Nogueira, M. C. J. A.; Rosseti, K. A. C.; Callejas, I. J. A.
Localidade	Instituto Federal Catarinense	Colégio Comercial Cândido Mendes	Centro de Tecnologia em Automação e Informática do SENAI/SC	Sistema modelo para escolas da rede pública
Cidade	Videira/SC	Barra do Piraí/RJ	Florianópolis/SC	Cuiabá/MT
Ano da publicação	2014	2006	2007	2012
Usuários	1.327	935	565	900
Precipitação média	204,6 mm/mês (Precipitação mensal média igual para todo ano. Dados de 1971 a 2012)	110,8 mm/mês (Calculada a precipitação mensal média de cada mês do ano. Dados de 1998 a 2005)	132,9 mm/mês (Precipitação mensal média igual para todo ano. Dados de 2000 a 2006)	120,86 m ³ /mês (chuvoso) e 32,89m ³ /mês (seco) (Precipitação mensal média para período chuvoso e seco. Dados de 1989 a 2009)
Demanda de água total	200,0 m ³ /mês	130,9 m ³ /mês	201,25 m ³ /mês	Não informado
Demanda de água não potável	10,5 m ³ /mês (limpeza e irrigação)	91,6 m ³ /mês (todo consumo de água não potável)	127,9 m ³ /mês (vaso sanitário, limpeza, lavação de carros e vidros, e rega de jardim)	581,32 m ³ /mês (vaso sanitário, limpeza de pisos e rega de jardim)
Percentual de substituição de água potável por pluvial	5,3%	70,0%	63,5%	Não informado
Coefficiente de escoamento superficial	Não informado	80%	80%	Não informado
Área de captação	1.675,00 m ²	1.284,68 m ²	3.300,00 m ²	1.365,27 m ²
Sistema de tratamento	Filtro	Filtro	Filtro	Não informado

Parâmetro	Estudo de caso			
	1	2	3	4
Reservatório de água de chuva – Volume	12.000 L	20.000 L	36.000 L	30.000 L
Reservatório de água de chuva – Dimensionamento	Calculado o volume de captação esperado para um mês e dividido por 30 para obter um valor médio diário de captação.	Método de Rippl	Método de simulação (modelo comportamental)	Método de Rippl
Considerações de custo	Custos dos equipamentos	Custos dos equipamentos	Custo de implantação + Despesas com a operação (energia)	Custos de implantação + Despesas com manutenção
Custo estimado	R\$ 9.624,48	R\$ 20.597,83	R\$ 17.615,56	R\$ 30.981,69
Potencial de economia de água potável	10,5 m ³ /mês (5,3% do consumo total)	377,0 m ³ /mês (33,5 % do consumo total)	92,17 m ³ /mês (45% do consumo total)	78,5 m ³ /mês (não informado)
Economia com a implantação do SAAP	R\$ 858,00/ano	R\$ 2.801,88/ano	R\$ 4.963,80/ano	R\$ 5.272,91/ano
Payback	11,2 anos	12,5 anos	4,8 anos (payback descontado)	5,9 anos

Fonte: Elaborado pelo autor.

É imprescindível levar em consideração a diferença dos usuários atingidos em cada dimensionamento, o que influencia diretamente na demanda de água pluvial, e também comparar os métodos de dimensionamento do reservatório, a área de coleta de chuva e os dados pluviométricos adotados. Vale destacar que as diretrizes de projeto e dimensionamento de um sistema de aproveitamento da água de chuva são prescritas pela NBR 15.527/2007 - Água da Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Tal norma apresenta 6 diferentes métodos de dimensionamento de reservatórios: o método de Rippl, método da Simulação, método de Azevedo Neto, método prático Alemão, método prático Inglês e o método prático Australiano. A escolha pelo método a ser utilizado fica a critério do projetista e o volume dos reservatórios deve ser dimensionado com

base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas da engenharia (ABNT, 2007).

O método de dimensionamento do reservatório de água pluvial, em todos os casos, foi baseado em médias mensais de precipitação. O Instituto Federal Catarinense de Videira (SC) baseou-se em uma simplificação da relação disponibilidade hídrica e demanda. O Colégio Comercial Cândido Mendes, na Barra do Piraí (RJ), e o sistema modelo para escolas de rede pública de Cuiabá (MT) basearam-se no Método de Rippl. O Centro de Tecnologia em Automação e Informática do SENAI/SC utilizou o método de simulação baseado em modelo comportamental (método mais complexo e avançado prescrito pela norma).

Além disso, é necessário destacar a diferença de dados pluviométricos. Observou-se que, tanto para a escola da Barra do Piraí (RJ) como para a escola de Cuiabá (MT), ocorrem períodos de estiagem. Porém, para as duas escolas, a precipitação média mensal foi determinada de maneiras diferentes. Para a primeira, considerou-se uma média de precipitação para cada mês, enquanto que, para a segunda, foi determinada uma média para a época de seca e outra para a época de chuva.

O Método de Rippl considera o maior volume de reservatório necessário para que a oferta de água não seja interrompida. É um método simples e muito utilizado no dimensionamento de sistemas de aproveitamento de água pluvial. Entretanto, por considerar o maior volume necessário para o reservatório, sem levar em consideração a análise econômica, muitas vezes é necessário analisar volumes de reservatórios inferiores para obter um tempo de retorno menor.

O método de simulação baseado em modelo comportamental, portanto, considera uma relação mais verossímil, uma vez que trabalha com a relação entre demanda e disponibilidade hídrica, otimizando o volume do reservatório ideal.

O trabalho de Rupp, Munarim e Ghisi (2007), estudou as diferenças entre os métodos de dimensionamento propostos pela norma e concluiu que o método de simulação baseado em modelo comportamental resulta em valores de volume de reservatório mais otimizados, especialmente se utilizados dados diários de precipitação.

Para todos os dimensionamentos analisados não houve avaliação da qualidade da água da chuva local, sendo levados em consideração os filtros presentes no mercado ou então sem apresentar especificação do processo de tratamento que seria utilizado, como os casos de Videira (SC) e Cuiabá (MT).

Notou-se que, para os casos analisados, a demanda de água para fins não potáveis resultou entre cerca de 60% e 70% do consumo total, com exceção da escola de Cuiabá (MT), que não apresentou o dado, e para Instituto Federal Catarinense que optou por não fazer a substituição de todo o consumo não potável.

Para o cálculo do potencial econômico-financeiro, diferentes considerações foram realizadas: *payback*, *payback* descontado, custos de equipamentos, implantação, manutenção e/ou operação. Destaca-se que apenas um dos estudos analisados levantou os possíveis gastos energéticos ao longo do uso do sistema.

Através da presente pesquisa foi possível levantar alguns exemplos de critérios para dimensionamento de sistemas de aproveitamento de água pluvial e conhecer a realidade de análises realizadas em outras instituições de ensino. Destaca-se a maior precisão do método de simulação, que utiliza o modelo comportamental para dimensionamento do reservatório, considerando base diária de dados pluviométricos. Ademais, para uma análise mais próxima da prática, destaca-se a importância de realização de uma análise econômico-financeira, considerando custos de instalação, operação e manutenção do sistema.

1.2. Tratamento de água

A presente seção apresenta um conjunto de soluções voltadas ao tratamento de água pluvial, como filtros e métodos de desinfecção, e parâmetros normativos para o controle da qualidade da água.

1.2.1. Filtragem

Para o aproveitamento da água de chuva é importante adotar um sistema de coleta que evite a entrada de folhas, gravetos ou outros materiais grosseiros no interior do reservatório de armazenamento final, pois estes poderão se decompor e

prejudicar a qualidade da água armazenada. Esses materiais podem ser removidos de forma simples, promovendo a sua retenção pelo uso de telas, grades e filtros.

No mercado existem alguns equipamentos destinados à filtragem das águas pluviais, desde a simples separação de grandes objetos até a retenção de impurezas mínimas (WERNECK, 2006).

1.2.1.1. Filtros VF1, VF2, VF6 e VF12 (3P Technick)

Os filtros da marca 3P Technick contemplam soluções para o setor doméstico (VF1) e industrial. O VF1 pode ser instalado diretamente no solo. Possui um sistema duplo de limpeza, que facilita sua eficácia, independente da vazão. É recomendado para telhados com área de até 200 m².

Os filtros industriais VF2, VF6 e VF12 são recomendados para áreas de captação de 750 m², 1.500 m² e 3.000 m², respectivamente. Eles precisam ser instalados dentro de poços técnicos de dimensões específicas, conforme apresentado no Quadro 2. O princípio de funcionamento deles é o mesmo, porém a malha que faz a filtragem tem dimensões diferentes, proporcionando capacidades diferentes. O Quadro 2 apresenta um resumo das características principais desses três filtros.

Quadro 2 – Especificações dos filtros industriais VF.

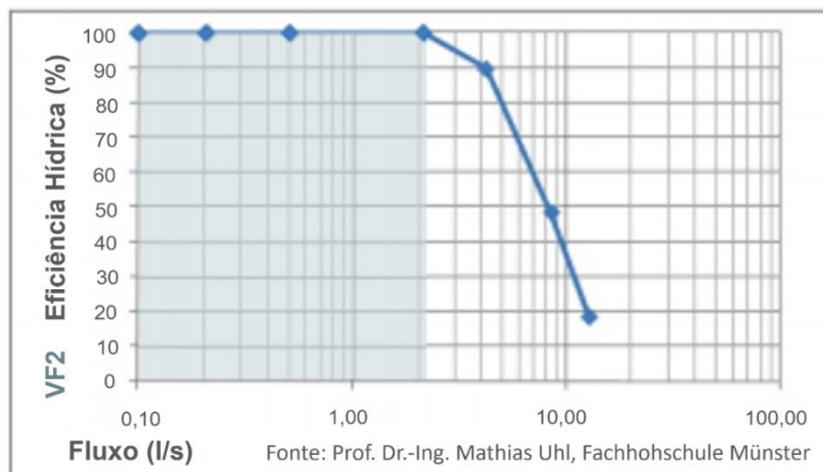
CARACTERÍSTICA	MODELO DO FILTRO		
	VF2	VF6	VF12
Área máxima de captação	Até 750 m ²	Até 1.500 m ²	Até 3.000 m ²
Capacidade máxima do miolo filtrante (volume filtrado por tempo)	3 L/s (10,8 m ³ /h)	9 L/s (32,4 m ³ /h)	18 L/s (64,8 m ³ /h)
Manutenções por ano	2 a 4	2 a 4	1 a 2

Fonte: 3P Technick (2016).

Conforme a empresa 3P Technik do Brasil Ltda (2016), o funcionamento do filtro acontece com uma "freada" na represa superior que a água da chuva sofre, sendo então conduzida para descer nas cascatas. A limpeza preliminar se dá pelo princípio das cascatas. A sujeira mais grossa (folhas, etc.) desce pelas cascatas e vai direto para a galeria pluvial/de esgoto. A água de chuva, já livre das impurezas

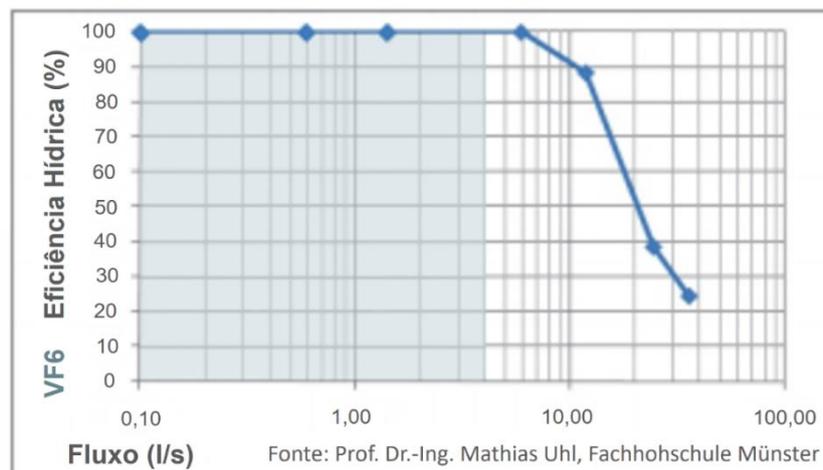
maiores, passa pela tela (malhas de 0,26mm) abaixo das cascatas. Devido ao desenho especial da tela, ela conduz a sujeira fina retida também para a canalização, sendo autolimpante. Com isso, os intervalos para manutenção são maiores se comparados a outros modelos. A água limpa se encaminha para a cisterna e a sujeira vai para a canalização pluvial ou de esgoto. Apesar disso, é importante analisar-se a eficiência hídrica dos filtros mencionados, as quais são demonstradas nas Figuras 6, 7 e 8.

Figura 6 – Gráfico de Eficiência do Filtro VF2.



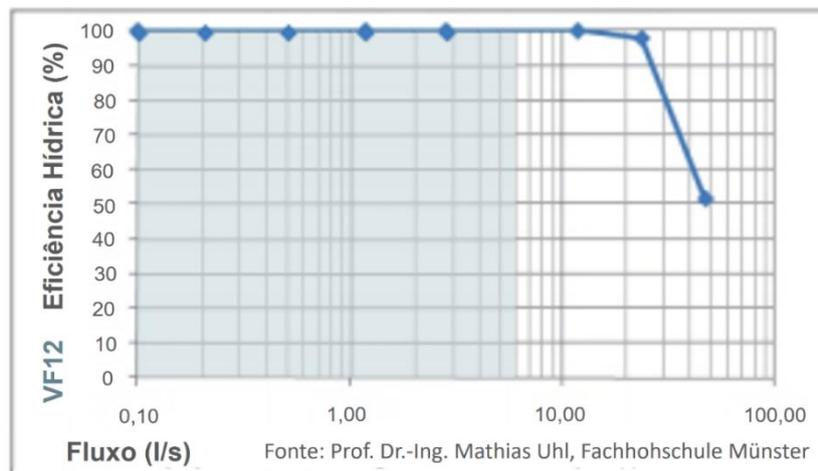
Fonte: 3P Technick (2016).

Figura 7 – Gráfico de Eficiência do Filtro VF6.



Fonte: 3P Technick (2016).

Figura 8 – Gráfico de Eficiência do Filtro VF12.



Fonte: 3P Technik (2016).

1.2.1.2. Filtros VORTEX WFF

Produzidos pela Wisy, atendem a telhados com áreas máximas de 200 m² (WFF 100), de 500 m² (WFF 150) e de 3.000 m² (WFF 300) e diferentes vazões. Podem ser instalados entre o telhado e a cisterna, expostos ou enterrados (WERNECK, 2006). Possuem um grau de eficiência de cerca de 90% e filtram partículas de até 0,28 mm, de acordo com Aquastock (2016). São fabricados com uma carcaça de polipropileno com elemento filtrante em aço inox.

1.2.1.3. Filtros de descida FS e STFS

Os filtros de descida Wisy são instalados diretamente na tubulação de descida dos telhados. O princípio original é a filtragem, separando da água de chuva as impurezas como folhas, galhos, insetos e musgos, que seguem pelo tubo normalmente. Filtra áreas de telhado de até 150 m², capta cerca de 90% da água, filtra partículas de até 0,28 mm, com fabricação em aço inox ou cobre (AQUASTOCK, 2012).

1.2.1.4. Filtros de descida 3P Rainus

O filtro de descida 3P Rainus atende a telhados com áreas máximas de 60 m² e vazões máximas de miolo filtrante de aproximadamente 0,6 L/s. É fabricado em PVC e deve ser instalado na tubulação de descida do telhado (ou tubo de queda). Serve a sistemas de aproveitamento da água de chuva e como separador de folhas,

de lama, e de areia, evitando entupimentos em tubos verticais. Para manutenção, requer a limpeza da tela removível (WERNECK, 2006).

1.2.1.5. Filtro de sucção

Os filtros de sucção são utilizados na tomada de água da bomba que faz a captação da água do reservatório para alimentar os pontos de consumo. Filtram impurezas que porventura ainda estejam no reservatório. A água a ser retirada do reservatório não pode ser retirada do fundo, mas sim próxima à superfície. Para tanto, se usa boia de plástico, onde está afixado tubo de $\frac{3}{4}$ de polegada com o filtro de entrada para a sucção (TOMAZ, 2011). A NBR 15.527 (ABNT, 2007) orienta que o turbilhonamento da água deve ser minimizado, dificultando a ressuspensão de sólidos e o arraste de materiais flutuantes. A norma ainda recomenda que a distância para a retirada de água do reservatório seja de 15 cm abaixo da superfície. Pode ser usado independente do pré-filtro, e também para água de reúso ou de poços. Filtra partículas de até 0,3 mm (AQUASTOCK, 2012).

1.2.2. Tratamentos complementares da água

Em se tratando de água da chuva, as exigências do tratamento dependem do destino de utilização e da qualidade inicial da água. Se a água é utilizada no exterior, para rega de jardim, as exigências são menos restritas, podendo se utilizar processos de sedimentação natural, filtração simples e cloração (BERTOLO, 2006). No entanto, caso seja possível um contato humano ou animal, um tratamento mais específico é necessário, uma vez que diversas doenças são transmitidas pela água (MAY & PRADO, 2004).

De acordo com Group Raindrops (2002) é possível separar o uso da água em quatro grupos distintos, assim como especificar a necessidade de tratamento requerida, de acordo com o Quadro 3.

Quadro 3 – Diferentes níveis de qualidades de água exigidos conforme o uso.

USO DA ÁGUA DA CHUVA	TRATAMENTO DA ÁGUA
Rega de jardins.	Não é necessário.
Irigadores, combate a incendio, ar condicinado.	Manter os equipamentos em boas condições.

USO DA ÁGUA DA CHUVA	TRATAMENTO DA ÁGUA
Fontes, banheiros, lavagem de roupas e carros.	Tratamento necessário.
Piscina, banho, beber e cozinhar.	Tratamento e desinfecção necessário.

Fonte: Adaptado de Group Raindrops (2002).

A Vigilância Sanitária e Ambiental de Florianópolis (2016) também faz orientações quanto à necessidade de tratamento e desinfecção, apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Especificação dos tratamentos necessários.

USO PRETENDIDO	TRATAMENTO
Descarga em bacia sanitária.	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo para a remoção de detritos; • Dispositivo para o descarte das primeiras águas; • Dispositivo para a desinfecção.
Irrigação de jardins ornamentais e gramados (exclusivo).	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo para a remoção de detritos.
Lavagem de veículos.	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo para a remoção de detritos; • Dispositivo para o descarte das primeiras águas; • Dispositivo para a desinfecção.
Limpeza de calçadas e ruas.	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo para a remoção de detritos; • Dispositivo para o descarte das primeiras águas; • Dispositivo para a desinfecção.
Lavagem de contentores.	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo para a remoção de detritos; • Dispositivo para o descarte das primeiras águas; • Dispositivo para a desinfecção.
Espelhos d'água.	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo para a remoção de detritos; • Dispositivo para o descarte das primeiras águas; • Dispositivo para a desinfecção.
Lavagem de roupas.	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo para a remoção de detritos; • Dispositivo para o descarte das primeiras águas; • Dispositivo para a desinfecção.
Piscinas*.	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo para a remoção de detritos; • Dispositivo para o descarte das primeiras águas.

*A desinfecção e demais tratamentos da água da piscina deve seguir a NBR 10.818/1989.

Fonte: Adaptado de Florianópolis (2016).

O uso da água de chuva requer um controle da qualidade e a verificação da necessidade de tratamento, objetivando preservar a saúde do usuário e garantir o funcionamento dos equipamentos componentes do sistema de aproveitamento (GIACCHINI, 2010). A desinfecção, quando necessária, deve ser feita após a pré-filtração, diretamente no reservatório, e pode ser feita de diversas maneiras

diferentes (BERTOLO, 2006; MAY & PRADO, 2004) utilizando derivado clorado, raios ultravioleta, ozônio e outros (ABNT, 2007).

Para potabilização da água da chuva, recomenda-se a realização de processos de tratamento mais completos, como a filtração em filtros de areia ou de carvão ativado. Após passar por um processo de filtração, a água da chuva a ser utilizada para fins potáveis deverá passar por uma etapa de desinfecção, podendo ser realizada de forma simples, através da fervura ou da cloração, ou de forma mais sofisticada por radiação ultravioleta (FENDRICH e OLIYNIK, 2002).

A desinfecção é necessária quando se recebe água de um sistema sem tratamento, como é o caso da água proveniente de chuva. Desinfetar uma água, significa eliminar os organismos patogênicos presentes na mesma. Tecnicamente aplica-se a simples desinfecção como meio de tratamento para águas que apresentam boas características físicas e químicas a fim de garantir o aspecto bacteriológico.

1.2.2.1. Desinfecção por cloro

Para a cloração da água, deve-se usar entre 0,5 mg/L e 3 mg/L e tempo de contato de 30 minutos (AUSTRÁLIA, 1998 *apud* TOMAZ, 2011). Em Florianópolis/SC, esse parâmetro também é exigido pela Vigilância Sanitária (Florianópolis, 2016), como requisito para a aprovação do projeto hidrossanitário onde há aproveitamento de água de chuva para uso em descargas, lavação de roupas, veículos, calçadas, ruas e contentores, além de espelhos d'água. Como aproximação, precisa-se de 30 ml de cloro para cada 1000 L de água (cloro de concentração 12,5%) para uma efetiva desinfecção, conforme Austrália (1998 *apud* TOMAZ, 2011). Poderá ser usado hipoclorito de sódio ou de cálcio.

Segundo Jabur (2011), os cloradores podem ser do tipo flutuante com o uso de pastilhas de cloro. Em aplicações onde é necessário um residual desinfetante, deve ser usado derivado clorado. Ressalta-se que o hipoclorito de cálcio (cloro em pó, utilizado em piscinas), por conter sulfato de cobre, não é recomendável para desinfecção de água para o consumo humano e rega de jardins e hortas.

As desvantagens da cloração estão na formação de compostos organoclorados carcinogênicos bem como na toxicidade do cloro residual à biota aquática. Em 1974, a segurança do uso do cloro foi questionada quando se observou a formação de trihalometanos em águas de abastecimento cloradas (DANIEL, 1993). Em contrapartida, a cloração é um método de desinfecção eficaz, simples, de fácil acesso e comercialização e barato. O residual deixado na água também possibilita a desinfecção da água armazenada por maiores períodos de tempo.

Atualmente, os cloros estabilizados ou cloros orgânicos estão ganhando mercado em relação aos produtos antigos (hipoclorito de sódio e hipoclorito de cálcio) por apresentarem vantagens como menos resíduo insolúvel na água (HORIZONTE VERDE, 2017).

1.2.2.2. Desinfecção por ozônio

Em estudo experimental com ozonização aplicada como tratamento de água da chuva, foi confirmada a eficiência do ozônio principalmente na redução de metais pesados e coliformes. Para outros parâmetros esse tratamento não foi tão eficiente em virtude de algumas interferências, mas complementado com outros sistemas poderia garantir a segurança dos usuários na desinfecção da água pluvial (RIBEIRO et al, 2009).

O ozônio é um poderoso oxidante (1,5 vezes mais forte do que o cloro) e é mais rápido do que o cloro na inativação de bactérias. Não produz toxinas e decompõe-se em oxigênio. Em contrapartida consome energia para produzir-se e não permanece muito tempo na água o que exige a aplicação contínua no caso de armazenamento água por longos períodos de tempo.

1.2.2.3. Desinfecção por radiação UV

Naddeo et al. (2012) realizaram um estudo que focou em um sistema inovador descentralizado para coletar e tratar água da chuva para fim potável, utilizando a fase de filtração, seguida por adsorção em carvão ativado granulado e desinfecção por radiação ultravioleta (UV). Os autores obtiveram bons resultados. Bastos (2007) também avaliou este tipo de composição de sistema, alcançando eficientes remoções de turbidez e série de sólidos, e considerável remoção de 40

coliformes totais, somente na etapa de filtração lenta. Na etapa de desinfecção por radiação UV, uma inativação total dos microrganismos foi observada.

A radiação ultravioleta é uma forma de desinfecção que atua por meio físico que atinge os ácidos nucleicos dos microrganismos, promovendo uma reação que inativa vírus e bactérias. Usualmente é obtida por meio de lâmpadas especiais, geralmente com vapor de mercúrio ionizado de baixa e média pressão (DANIEL et al, 2001). Assim, a célula não consegue se reproduzir e por isso, diz-se que ocorre a inativação e não a morte do organismo.

A desinfecção UV se dá por passagem contínua da água e não acrescenta resíduos na água como ocorre no caso do cloro. Por isso o sistema deve ser posicionado e acionado imediatamente antes do consumo da água a fim de garantir a eficácia da desinfecção. Como sua desinfecção é por passagem, não há desinfecção da água armazenada na cisterna, podendo acarretar a proliferação de microrganismos, odor e coloração à água armazenada. Além disso, a desinfecção por radiação UV exige energia elétrica permanente e necessita substituição periódica da lâmpada, de acordo com sua potência (troca anual da lâmpada de uso doméstico, com 8.000 h de uso, por exemplo).

1.2.3. Cuidados com a cisterna

Há em geral duas formas de armazenamento da água da chuva captada. Uma delas é a cisterna subterrânea, que por não ter tanta incidência de luz e calor, retarda a ação das bactérias. Em geral, qualquer material impermeável e não tóxico pode ser usado: fibra de vidro, tanques de polietileno, aço inox ou concreto. As cisternas maiores são normalmente feitas de concreto (TOMAZ, 2003).

Segundo a NBR 15.527 (ABNT, 2007) os reservatórios devem ser limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio, no mínimo uma vez por ano, de acordo com a NBR 5.626 (ABNT, 1998). A NBR 15.527 (ABNT, 2007) também orienta que o volume não aproveitável da água de chuva pode ser lançado na rede de galerias pluviais, na via pública ou ser infiltrada total ou parcialmente, desde que não haja perigo de contaminação do lençol freático, a critério da autoridade local competente. Quando enterrados, estes reservatórios devem ser assentados sobre

camada de areia e o espaço entre o solo e o reservatório também deve ser preenchido com areia, para evitar o contato das pedras existentes no solo. O Quadro 5 discrimina as vantagens e desvantagens das cisternas enterradas e não enterradas.

Quadro 5 – Vantagens e desvantagens das cisternas não enterradas e enterradas.

VANTAGENS	DESvantagens
Cisternas Não Enterradas	
Facilita a verificação de rachaduras e vazamentos.	Necessita de espaço externo.
A retirada de água pode ser feita pela gravidade.	Custo de aquisição.
Pode ser elevada para aumentar a pressão de água.	Está sujeita a ação de intempéries e por isso danifica mais rapidamente.
Cisternas Enterradas	
Custo de aquisição menor.	Custo de instalação maior.
Não requer muito espaço.	Mais difícil de esvaziar.
A água se mantém numa temperatura mais baixa.	Difícil de detectar vazamentos e corrigi-los.

Fonte: Adaptado de Costa (2007).

1.2.4. Qualidade da água da chuva

A água de chuva pode ser utilizada tanto para beber, cocção, higiene pessoal ou também para pontos de abastecimentos, como vasos sanitários, regas entre outros (MANO & SCHMITT, 2004). A qualidade da água é muito importante no processo de captação de água da chuva e está relacionada tanto com a área quanto o meio de captação, além das impurezas que possam ser advindas do telhado.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os parâmetros da qualidade da água devem ser definidos pelo projetista, segundo a Legislação. Entretanto, para consumo mais restritivo, a ABNT (2007) apresenta alguns parâmetros que devem ser levados em consideração, que são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 – Parâmetros da água para consumo.

PARÂMETRO	PERIODICIDADE DA ANÁLISE	VALORES DE REFERÊNCIA
Coliformes Totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes Termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro Residual Livre	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT, para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor Aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH
pH (Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário)	Mensal	6 a 8 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

Fonte: ABNT (2007).

Além disso, a ABNT (2007) estabelece classes de uso para água de reúso não potável, mas sanitariamente segura. As classes são:

- Classe 1: águas destinadas à lavação de carros e outros usos que requerem do o contato direto usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes;
- Classe 2: águas destinadas à lavação de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes;
- Classe 3: uso nas descargas dos vasos sanitários;
- Classe 4: uso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos por meio do escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

Porém, caso o projetista defina que o aproveitamento seja para água potável, deve-se seguir os padrões de potabilidade de água exigidos pelo Ministério da Saúde.

1.2.4.1. Potabilidade da água

A água potável é definida como a água para consumo humano em que os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos estejam de acordo com

o padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. O Controle da qualidade da água deve ser feito conforme recomendado pela Portaria MS nº 2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde, que regulamenta os padrões de potabilidade para água de consumo humano no Brasil. Para utilização da água de chuva como potável, devem ser utilizados processos de filtração e cloração, que segundo Perdomo (2004) pode ser feito com um equipamentos simples. A água potável deve ter sabor e odor agradáveis isto é, não objetáveis, ter baixas unidades de cor aparente e turbidez, ausência de *Escherichia coli* ou coliformes termo tolerantes (em 100 ml) e não conter substâncias químicas e metais em concentrações que possam causar mal à saúde humana.

1.2.4.2. Solução alternativa coletiva de abastecimento de água

A água potável, ou seja, a água para consumo humano pode ser proveniente de um sistema ou de uma fonte alternativa de abastecimento de água, em relação à rede pública de abastecimento. Para implementação de uma solução alternativa coletiva de abastecimento de água potável, deve-se requerer junto à autoridade municipal de saúde pública a autorização com a apresentação de alguns documentos como: a nomeação de um responsável técnico habilitado pela operação, a outorga de uso, emitida por órgão competente, quando aplicável, e o laudo de análise dos parâmetros de qualidade da água.

O estudo de Silva *et al.* (2015) teve como objetivo a captação e tratamento de água pluvial para fins potáveis, a partir da construção de um sistema de captação e tratamento de águas pluviais. Após tratamento, foram alcançados os valores de potabilidade exigidos pela legislação, o que confirma que é uma solução alternativa eficiente e possível de ser implementada. No entanto, o responsável por esta alternativa deve exercer o controle de qualidade da mesma, garantir a operação e a manutenção desse sistema e manter uma avaliação sistemática sob a perspectiva dos riscos à saúde. Esse controle deve ser feito semestralmente através da coleta de amostras de água bruta no ponto de captação para análise exigida (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011). Além disso, toda a água utilizada para consumo humano deve passar por processos de desinfecção ou cloração e não poderá ser misturada com a água da rede de distribuição. Cabe também ao responsável, notificar a autoridade e informar a população caso haja algum problema que possa oferecer risco à saúde.

1.2.4.3. Qualidade da água da chuva em Florianópolis

A água da chuva em Florianópolis possui valores de cor, turbidez e coliformes fecais um pouco acima do estabelecido pela Portaria do MS nº 2914/2011, segundo Jaques (2005). As medições de qualidade da chuva realizadas pelo autor em ambientes distintos (telhado de amianto, cerâmico e cisterna) são apresentados na Tabela 1. Os valores sublinhados representam os parâmetros que não estão de acordo com os critérios estabelecidos pela Portaria mencionada.

Tabela 1 - Qualidade da Água da chuva de Florianópolis em comparação com a Portaria MS nº 2914/2011.

PARÂMETRO	UNIDADE	TELHADO DE AMIANTO	TELHADO CERÂMICO	CISTERNA (TELHADO CERÂMICO)	MS Nº 2914/2011 (VALOR MÁXIMO)
Alumínio	mg/L	0,01	0,00	0,00	0,2
Amônia	mg/L	0,83	0,90	0,68	1,5
Cloreto	mg/L	11,92	10,90	13,95	250
<i>Escherichia coli</i>	NPM/100ml	<u>6,14x10²</u>	<u>2,96x10²</u>	<u>1,31x10¹</u>	Ausência
Coliformes totais	NPM/100mL	<u>1,40x10³</u>	<u>1,79x10³</u>	<u>2,49x10³</u>	Ausência
Cor Aparente	Mg PtCo/L	<u>30,04</u>	<u>21,07</u>	5,00	15
Dureza	mg/L CaCO ₃	38,43	16,37	11,78	500
Ferro	mg/L	0,49	0,21	0,02	0,3
Odor	Intensidade	Não objetável	Não objetável	Não objetável	6
Gosto	Intensidade	Não objetável	Não objetável	Não objetável	6
PH	-	7,35	6,49	<u>5,13</u>	6 a 9
Turbidez	uT	<u>8,68</u>	<u>8,24</u>	4,70	5

Fonte: Adaptado de Jaques (2005).

Ainda assim, com um tratamento adequado, a água da chuva de Florianópolis pode ser utilizada para consumo humano, desde que atenda aos padrões da Portaria do Ministério da Saúde.

2. Levantamento de dados

2.1. Área de estudo

O Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, doravante CTC/UFSC, em sua região central é composto por 5 blocos (A, B, C, D e E) interligados por passarelas. No Bloco A (central) está localizado o reservatório de água potável e os locais de demandas de água não potável, como banheiros e torneiras de limpeza. Os demais blocos são divididos entre salas de aula, auditórios, empresas juniores, grupos e laboratórios. A identificação dos blocos do CTC/UFSC pode ser acompanhada na Figura 9.

Figura 9 – Identificação da área de estudo.



Fonte: Adaptado de Google Maps (2017).

As informações de área de projeção de cobertura são apresentadas na Tabela 2, as quais foram extraídas das plantas dos edifícios disponibilizadas pelo Departamento de Fiscalização de Obras da UFSC (DFO/SEOMA).

Tabela 2 – Áreas de projeção das coberturas dos blocos do CTC

Bloco	Área de cobertura (m²)
A	450
B	1.226
C	759
D	605
E	1.382

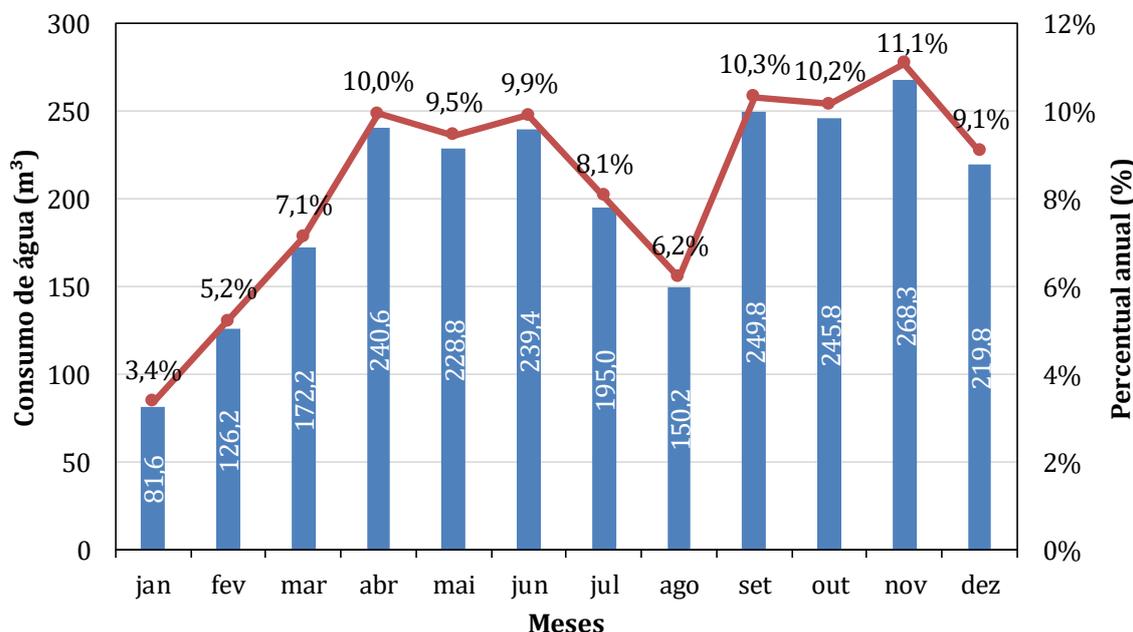
Fonte: DFO/SEOMA.

2.2. Dados de demanda de água

2.2.1. Histórico de consumo

Com base nos dados das faturas de água coletados junto ao DPAE/UFSC, foi possível analisar características como a grandeza, sazonalidade, periodicidade e comportamento do consumo de água dos edifícios em estudo do CTC/UFSC. A Figura 10 foi elaborada com base na média do histórico do consumo de água de janeiro de 2012 a setembro de 2016. Ressalta-se que, no eixo das abcissas, os meses se referem aos períodos de controle/leitura realizada pela concessionária de água, Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), não necessariamente iniciando no primeiro dia do mês.

Figura 10 – Médias mensais de consumo de água no CTC/UFSC.

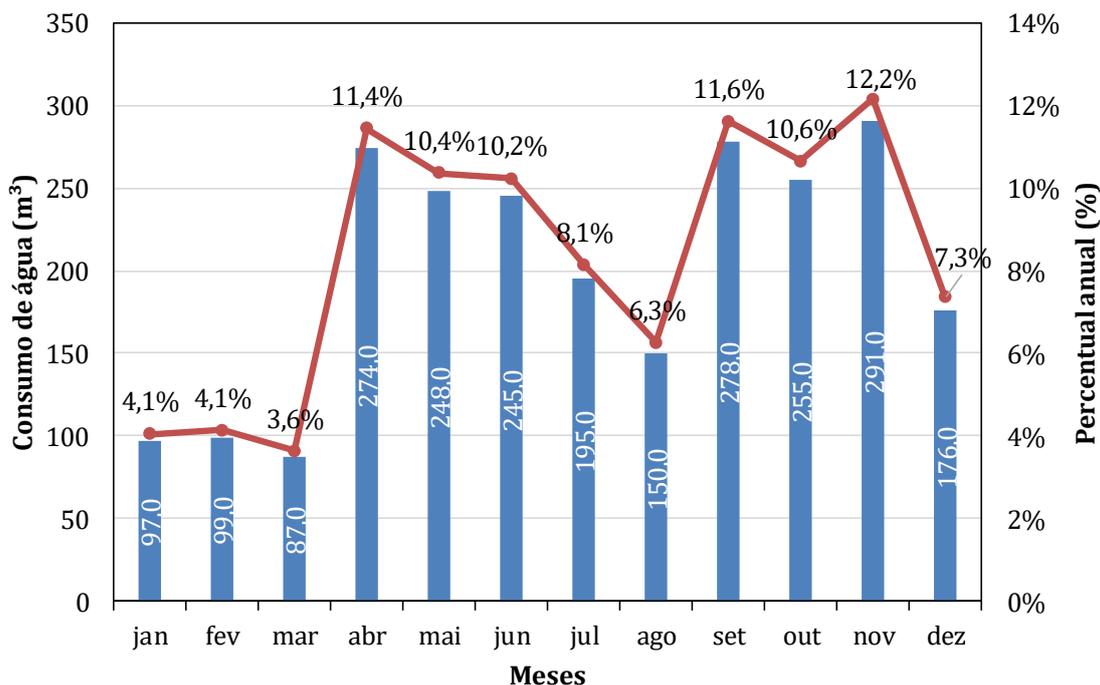


Fonte: Faturas de água do CTC, hidrômetro B10C014063/CASAN, de Jan./2012 a Set./2016.

Por meio da Figura 10, é possível verificar que os meses de menor consumo se referem a janeiro, fevereiro e agosto, totalizando 14,8% do consumo anual de água do CTC/UFSC, enquanto que os meses de maior consumo concentram-se entre setembro, outubro e novembro, totalizando 31,6%. Um segundo pico de consumo pode ser observado entre os meses de abril a junho, totalizando 29,3% do consumo total anual. O consumo anual médio de água do CTC/UFSC equivale a 2.417,6 m³/ano e o consumo mensal médio 201,5 m³/mês.

Complementarmente, a fim de entender o comportamento do consumo de água do CTC/UFSC atualmente, a Figura 11 apresenta os dados de consumo em relação ao último ano de leituras disponível, de outubro de 2015 a setembro de 2016.

Figura 11 – Consumo atual de água no CTC/UFSC.



Fonte: Faturas de água do CTC, hidrômetro B10C014063/CASAN, de Out./2015 a Set./2016.

Conforme a Figura 11, percebe-se que no início do ano (janeiro, fevereiro e março) há um baixo consumo de água em relação aos demais meses, apresentando uma nova queda de consumo em julho e agosto, comportamento esse similar à média apresentada na Figura 10. O consumo do último ano totalizou 2.395,0 m³/ano e o consumo mensal médio 199,6 m³/mês. Percebe-se uma leve redução do consumo de água no CTC/UFSC em relação à média dos últimos 4 anos e 9 meses apresentada na Figura 10.

Por serem os dados mais atuais e por possivelmente representarem melhor a atualidade de reformas e adaptações dos banheiros do CTC/UFSC, utilizou-se os dados do último ano de consumo de água (conforme apresentado na Figura 11) como dados de entrada nas simulações realizadas, uma vez que foram realizadas reformas nos banheiros, onde foram previstos aparelhos economizadores de água, além de alterações nas ligações do hidrômetro verificado, que atendia a outros blocos além dos considerados no presente estudo.

Como as leituras da concessionária não ocorreram no primeiro dia do mês e a demanda por água durante a semana é diferente dos finais de semana, realizou-se o ajuste dos dados de consumo diário de água da seguinte maneira:

- Consumo dividido no período entre as leituras (conforme Tabela 3);
- Para cada semana do período, foi considerado que 95% do consumo semanal ocorre entre segunda e sexta-feira (19% para cada dia), 3,5% aos sábados e 1,5% aos domingos.

Tabela 3 – Período de leitura e consumo das faturas dos últimos 12 meses - blocos A, B, C, D, E do CTC/UFSC.

ANO	MÊS	CONSUMO (m ³)	DATA INÍCIO	DATA FIM
2015	Outubro	255	22/set/15	21/out/15
2015	Novembro	291	22/out/15	23/nov/15
2015	Dezembro	176	24/nov/15	22/dez/15
2016	Janeiro	97	23/dez/15	22/jan/16
2016	Fevereiro	99	23/jan/16	22/fev/16
2016	Março	87	23/fev/16	21/mar/16
2016	Abril	274	22/mar/16	15/abr/16
2016	Mai	248	16/abr/16	15/mai/16
2016	Junho	245	16/mai/16	14/jun/16
2016	Julho	195	15/jun/16	14/jul/16
2016	Agosto	150	15/jul/16	13/ago/16
2016	Setembro	278	14/ago/16	20/set/16
Total		2395		

Fonte: Faturas de água do CTC, hidrômetro B10C014063/CASAN, de Out./2015 a Set./2016.

Para automatizar o cálculo do volume consumido em cada dia do período considerado (fatura), foram utilizadas as seguintes relações:

$$C_U = \frac{19C}{19N_u + 3,5N_S + 1,5N_D} \quad (1)$$

$$C_S = \frac{3,5S}{19N_u + 3,5N_S + 1,5N_D} \quad (2)$$

$$C_D = \frac{1,5C}{19N_u + 3,5N_S + 1,5N_D} \quad (3)$$

Sendo:

C_u , C_s e C_D , os consumos diários calculados para dias úteis, sábados e domingos, respectivamente.

C o consumo total de água informado na fatura;

N_u o número de dias úteis (segunda a sexta-feira) do período da fatura;

N_s o número de sábados do período da fatura;

N_D o número de domingos do período da fatura;

2.2.2. Demanda de água não potável

Com base nas pesquisas realizadas e apresentadas no capítulo 1, estima-se que no CTC/UFSC cerca de 70% do total da água potável consumida é utilizada para fins não potáveis, podendo, portanto, com devido tratamento, ser substituída por água da chuva. Esta substituição representa o consumo referente a descargas nos vasos sanitários e mictórios e consumo com limpeza geral. Evidencia-se aqui que o consumo referente a lavatórios, bebedouros e chuveiros não pode ser substituído por água da chuva sem um tratamento mais completo, a nível terciário, de forma que a água da chuva possa ser considerada potável. Desta forma, será recomendado no presente trabalho, conforme prescrição da Norma Brasileira NBR 15.527, apenas o aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis.

Outras edificações escolares pesquisadas apresentaram demandas não potáveis de 70% (WERNECK, 2006), 63,5% (MARINOSKI, 2007), 82% (TOMAZ, 2003) e entre 68,46% e 82,69% (YWASHIMA, 2005). O percentual de substituição de 70% adotado no estudo de caso do CTC/UFSC teve como referência os estudos de caso mencionados e conversas com especialistas da área.

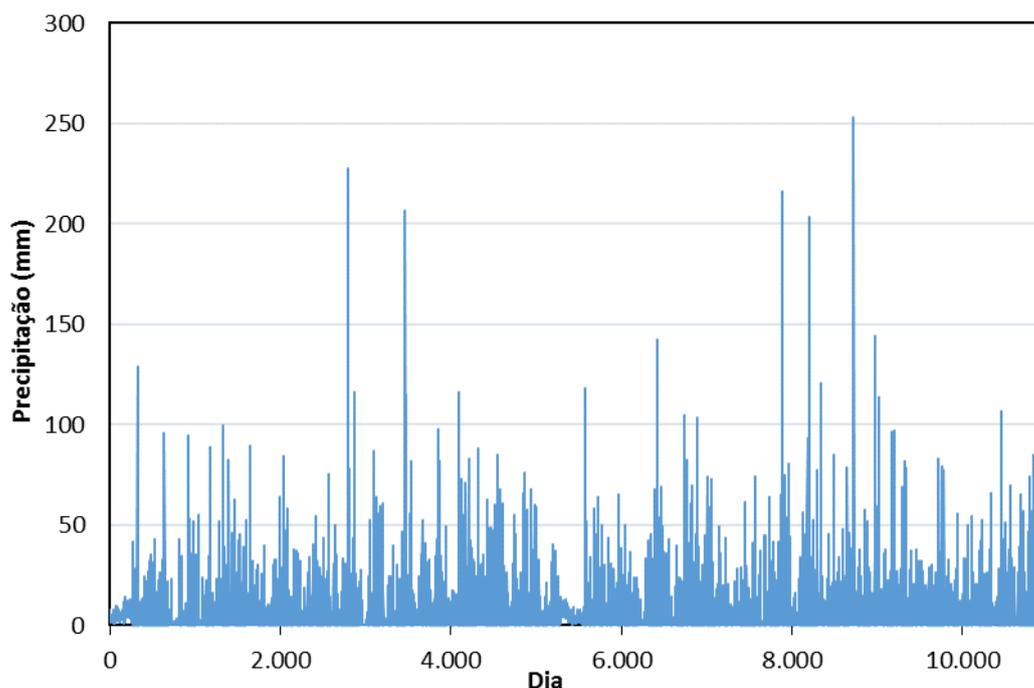
2.3. Dados de disponibilidade hídrica

A disponibilidade hídrica é dada pela intensidade pluviométrica, que é uma característica da região analisada. A intensidade pluviométrica é o conjunto de observações contínuas de volumes de precipitação, em uma determinada localidade de referência, em intervalos de observações estabelecidos. O SI (Sistema Internacional de unidades) denomina o termo de medida de precipitação como sendo pluviosidade, com sua unidade expressa em milímetros. Uma pluviosidade de um milímetro é equivalente ao acúmulo de um litro de precipitação pluviométrica em uma superfície de um metro quadrado (BRASIL, 2004).

No caso de Florianópolis, utilizou-se uma série de registros de julho de 1986 até junho de 2016, obtidos junto à Agência Nacional de Águas (ANA), na estação

2748006, que possui registros diários de pluviosidade. Os 30 anos de dados brutos foram tratados, tendo suas falhas de dados (informações vazias e dados perdidos) preenchidas por regionalização. A Figura 12 apresenta a variabilidade do volume de precipitação pluviométrica ao longo de 30 anos de dados coletados na referida estação, que representa Florianópolis.

Figura 12 – Variabilidade de precipitação pluviométrica em Florianópolis.

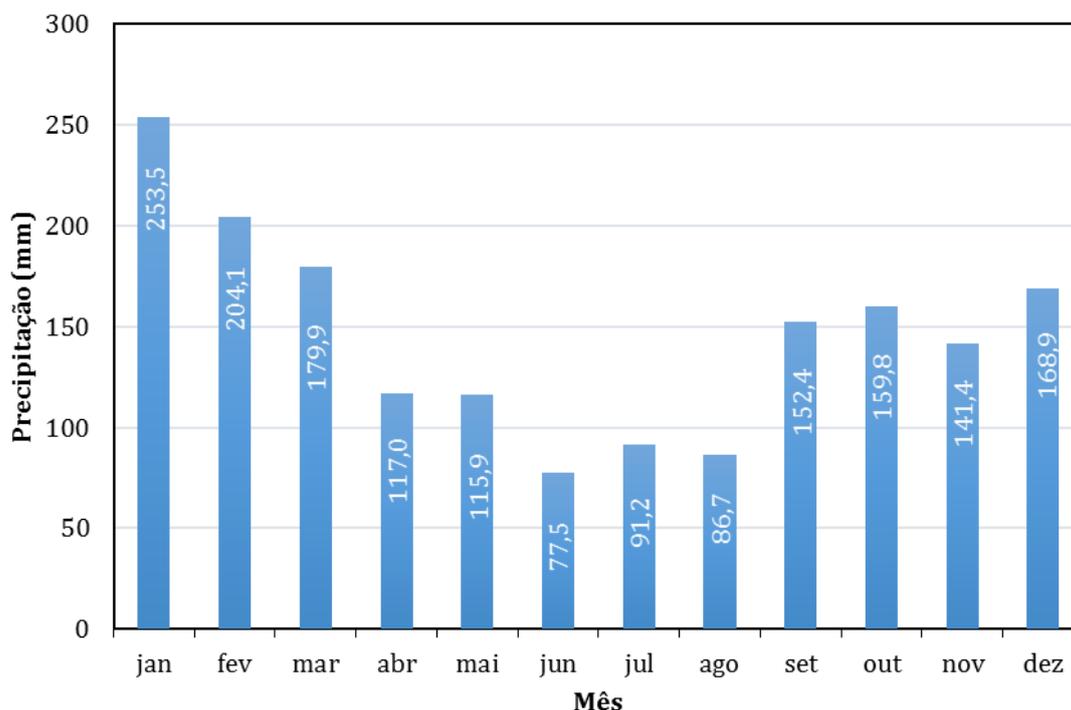


Fonte: Elaborado pelo autor. Dados ANA, estação 2748006, de Jul./1986 a Jun./2016.

Observando-se o gráfico de variabilidade diária da precipitação pluviométrica, é possível observar que o regime pluviométrico ao longo dos anos em Florianópolis tem periodicidade constante, excetuando-se os valores próximos dos dias 2.800, 3.500, 7.900, 8.200, 8.700. O ciclo anual é basicamente uniforme, com presença de precipitação durante todos os meses do ano.

A caracterização anual, portanto, pode ser observada na Figura 13, que apresenta as médias mensais da precipitação obtidas pelos dados do mesmo período. Dessa forma, é possível notar o regime de chuva característico na região ao longo do ano.

Figura 13 – Precipitação mensal média em Florianópolis.



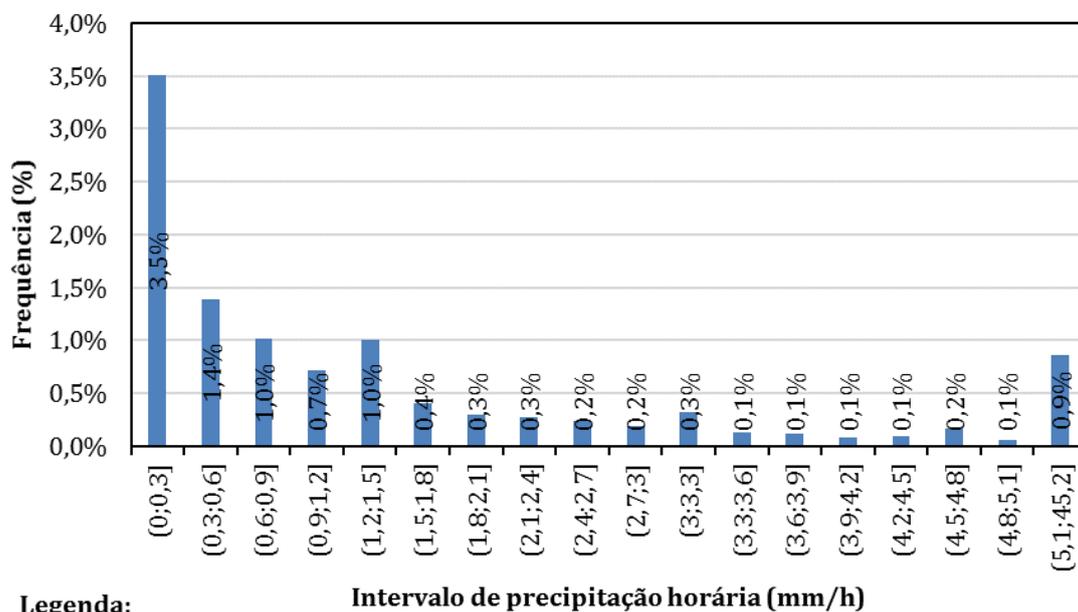
Fonte: Elaborado pelo autor. Dados ANA, estação 2748006, de Jul./1986 a Jun./2016.

É possível observar que os meses mais chuvosos são os meses de janeiro, fevereiro e março, enquanto que o trimestre mais seco abrange junho, julho e agosto. Resultado coincidente com a pluviosidade mensal média disponibilizado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2017), para o período de 1961 a 2009. A precipitação média anual para Florianópolis, com base nos dados analisados, é 1.748,3 mm/ano. O índice de sazonalidade para a região, calculado conforme proposto por Jenkins (2007), é 0,28. Este índice mensura a diferença entre as médias mensais de precipitação e compara-os com a distribuição uniforme da precipitação anual. O valor nulo representa a homogeneidade da precipitação ao longo do ano (sazonalidade nula), e quanto maior este índice, maior a presença de sazonalidade na série de precipitação. Nota-se, portanto, que Florianópolis possui baixa sazonalidade, sem elevada diferença de precipitação entre os meses, apesar de existente.

Complementarmente, foi analisada também a intensidade horária de precipitação para Florianópolis a partir de dados obtidos junto ao Departamento de Laudos e Dados da Epagri/Ciram (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de

Hidrometeorologia de Santa Catarina). As informações horárias de chuva são importantes para a compreensão da intensidade das chuvas da região e auxiliam no dimensionamento de calhas e da bomba de recalque, por exemplo. A Figura 14 apresenta a frequência da intensidade de chuva horária. Os dados referem-se à estação automática número 1006 de Florianópolis, apresentando 10 anos de dados, com aproximadamente 10% de falhas (períodos sem leitura). Foram considerados apenas os dados disponíveis, desconsiderando-se os dados perdidos e leituras nulas.

Figura 14 – Histograma das precipitações horárias de Florianópolis.



Legenda:

[intervalo aberto (>)] intervalo fechado (\leq)

89,1% de frequência para horários sem chuva

Fonte: Epagri/Ciram, estação automática 1.006-Florianópolis, de Jan./2007 a Dez./2016.

Apesar de terem sido contabilizados, as leituras de precipitação nula totalizaram 89,1% de frequência dos dados analisados (dados disponíveis). Esses dados foram removidos da apresentação do histograma da Figura 14 a fim de facilitar a visualização dos dados não nulos. Com base nos resultados apresentados, é possível perceber que precipitações com intensidade entre 0,0 mm/h e 0,9 mm/h (incluso) apresentam frequência de 95% e precipitação de até 3,3 mm/h (incluso) representam 98,5% dos casos. A intensidade máxima de chuva medida para os 10 anos analisados foi 45,2 mm/h. Os picos de intensidade horária a partir de 5,1 mm/h até 45,2 mm/h representam 0,9% das precipitações.

2.4. Dados físicos e construtivos

2.4.1. Abastecimento de água potável

Os blocos A, B, C, D e E são todos atendidos por um reservatório superior de concreto localizado na cobertura do Bloco A. Esse reservatório é abastecido pela concessionária de saneamento local, CASAN. A medição desse abastecimento é feita por meio do hidrômetro B10C014063, nomenclatura conforme consta na fatura de água da CASAN, ou H33, conforme mapeamento interno realizado pelo DPAE/UFSC, localizado entre os Blocos B e C, conforme ilustrado na Figura 15.

Figura 15 – Localização do Hidrômetro H33 no CTC.



Fonte: Google Maps (Adaptado).

2.4.2. Situação das coberturas e colunas pluviais

No dia 18/10/2016, foi realizada uma visita em campo às coberturas dos Blocos A e B, para observação do funcionamento do sistema de coleta de águas pluviais. Cada parcela de telhado é composta, em geral, por duas águas, com telhas de fibrocimento levemente inclinadas no sentido da menor dimensão do telhado, para recolhimento nas calhas laterais e condução às colunas verticais, para, então serem conduzidas pelo solo até a drenagem pluvial e sua disposição final.

As colunas pluviais estão localizadas, em geral, nas quinas de cada edificação. Nas passarelas que interligam o Bloco A aos demais blocos, as colunas verticais recebem a água drenada do piso das passarelas, além da água da cobertura, conforme exemplificado na Figura 16.

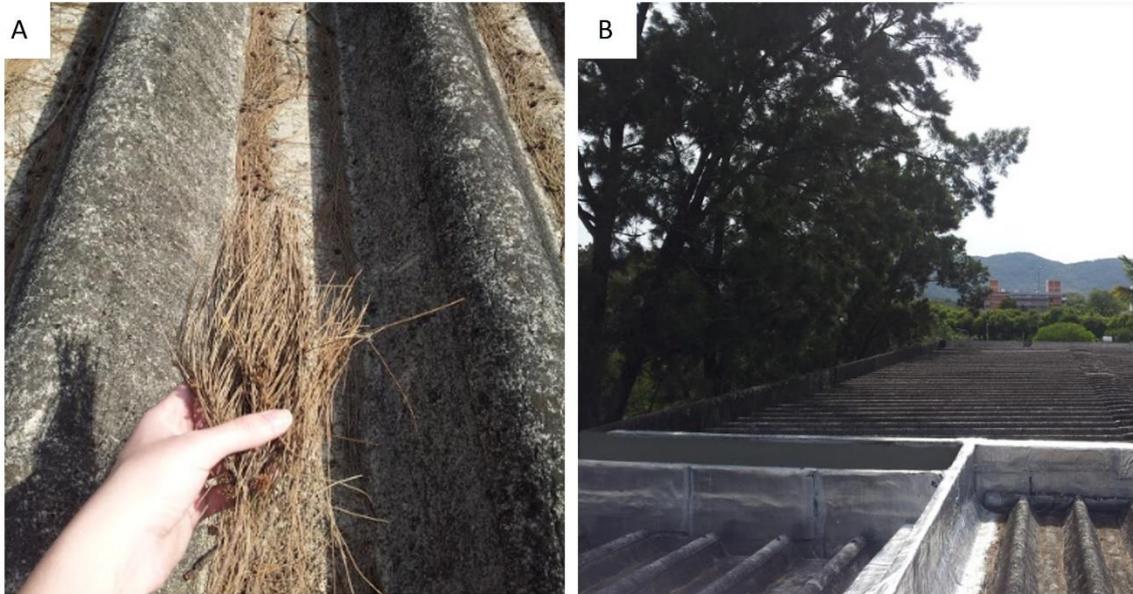
Figura 16 – Colunas verticais e coleta de água das passarelas.



Fonte: Acervo RainMap.

A respeito dos resíduos nas coberturas, foi verificada a presença de folhas de árvores e excrementos de pássaros, o que sugere que possam existir ninhos de pássaros na cobertura ou proximidades. O acúmulo de material orgânico se concentra nas laterais da cobertura visto a existência de árvores no entorno das edificações (Figura 17).

Figura 17 – (A) Acúmulo de folhas de pinus na cobertura e (B) árvores no entorno dos edifícios.



Fonte: Acervo RainMap.

A Figura 18 apresenta o vertedouro-tipo que coleta a água das calhas e a destina à coluna vertical. A presença de folhagem e resíduos interfere na qualidade de funcionamento nos vertedouros.

Figura 18 – (A) Vertedouro-tipo e (B) calha-tipo. Destaque para água parada no vertedouro e coluna pluvial obstruída.



Fonte: Acervo RainMap.

Foi constatada a presença de musgos (Figura 19a) e peças metálicas enferrujadas (Figura 19b).

Figura 19 – (a) Musgos no telhado e (b) Pinos enferrujados da cobertura.



Fonte: Acervo RainMap.

2.4.3. escoamento superficial

O escoamento superficial é uma consideração de cálculo que é utilizada para descontar a parcela de água que é perdida por fenômenos ocorridos em contato com a superfície de coleta. Essa perda ocorre por evaporação e absorção no momento que a água da chuva atinge esta superfície. A NBR 15.527 (ABNT, 2007) define o escoamento superficial como sendo o quociente entre o volume total de água que escoar pela superfície de coleta e o volume de chuva total precipitado, variando conforme o tipo de superfície. Dessa forma, o escoamento superficial é considerado por meio de um coeficiente de eficiência aplicado à precipitação. A Tabela 4 apresenta uma referência de coeficientes de escoamento superficial para diversos tipos de superfícies.

Tabela 4 – Exemplos de coeficientes de escoamento superficial, segundo a certificação Leed V4.

SUPERFÍCIE	COEFICIENTE
Telhados e coberturas	75% - 95%
Pavimentos	
Asfalto	70% - 95%
Concreto	80% - 95%

SUPERFÍCIE	COEFICIENTE
Bloco	70% - 85%
Telhado verde, solo arenoso (>85% areia)	
Plano, até 2%	5% - 10%
Médio, entre 2 e 7%	10% - 15%
Íngreme, maior que 7%	15% - 20%
Telhado verde, solo argiloso (>40% argila)	
Plano, até 2%	13% - 17%
Médio, entre 2 e 7%	18% - 22%
Íngreme, maior que 7%	25% - 35%

Fonte: Adaptado de USGBC, 2017.

No presente caso, a área de coleta é dada pela cobertura dos edifícios. Por recomendação de outras bibliográficas (TOMAZ, 2003; GHISI e FERREIRA, 2007; RUPP, MUNARIM E GHISI, 2007), para uma área de coleta semelhante à do caso aplicado, adotou-se um coeficiente de escoamento superficial de 80%.

2.4.4. Situação das tubulações

As instalações hidráulicas dos banheiros do Bloco A seguem as últimas alterações que foram realizadas no local, de acordo com o projeto de reforma dos banheiros realizado pelo PET/ECV em 2009. Neste projeto, é especificada uma coluna de água para cada banheiro (uma para os banheiros femininos e outra para os banheiros masculinos), atendendo a todos os aparelhos dos banheiros, tanto para fins potáveis, como os lavatórios, como para fins não potáveis, como os vasos sanitários e mictórios.

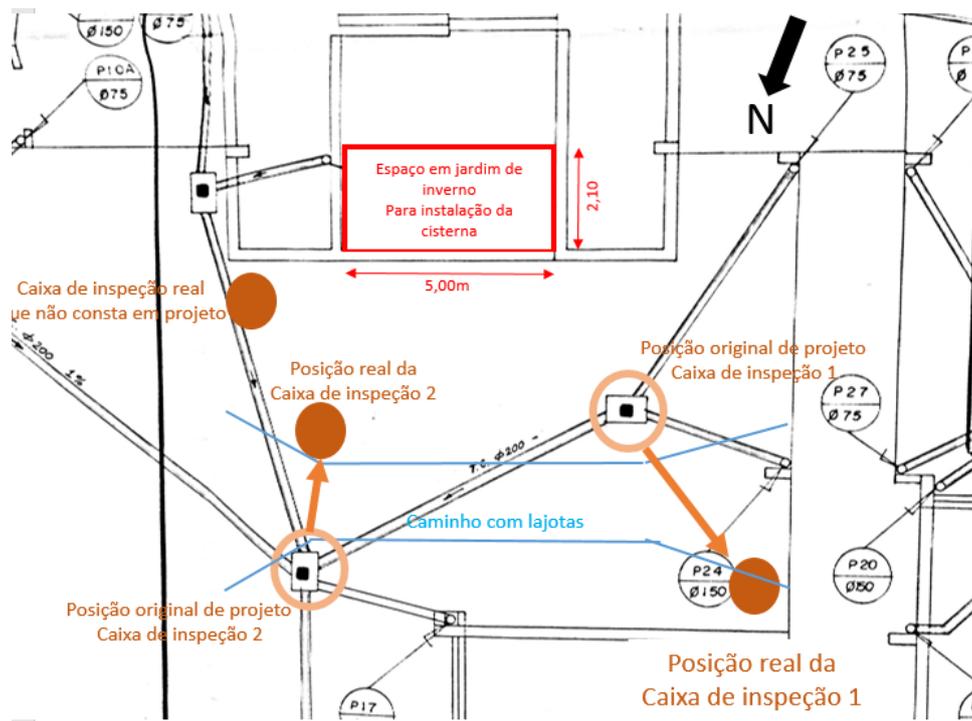
2.4.5. Reservatórios

Conforme verificado *in loco*, atualmente existe um reservatório superior de concreto armado com capacidade de 75.000L que armazena água potável, localizado na cobertura do Bloco A.

Para o posicionamento de um reservatório inferior de água pluvial, foi avaliada a região entre os Blocos A e B. Internamente ao Bloco A existe um jardim de inverno anexo às escadas, onde poderia ser abrigado um reservatório, ficando

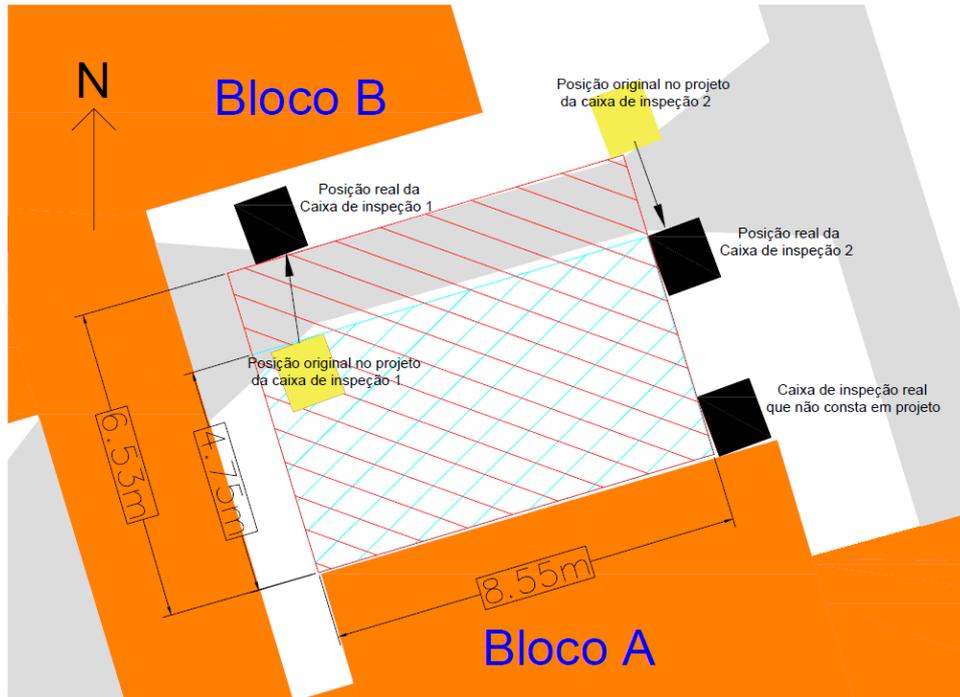
visível às pessoas por ter vidro na interface com o lado externo. O local possui dimensões limitadas, com cerca de 2,10 m x 5 m. Externamente, há um local com mais espaço para colocação de cisterna. Existem algumas caixas de inspeção e uma calçada no terreno e as suas posições foram levantadas conforme está apresentado da Figura 20 à Figura 22. Notou-se divergência na posição de uma dessas caixas entre o projeto disponibilizado pelo DPAE/UFSC e o levantamento no local.

Figura 20 – Disposição das caixas de inspeção e calçada



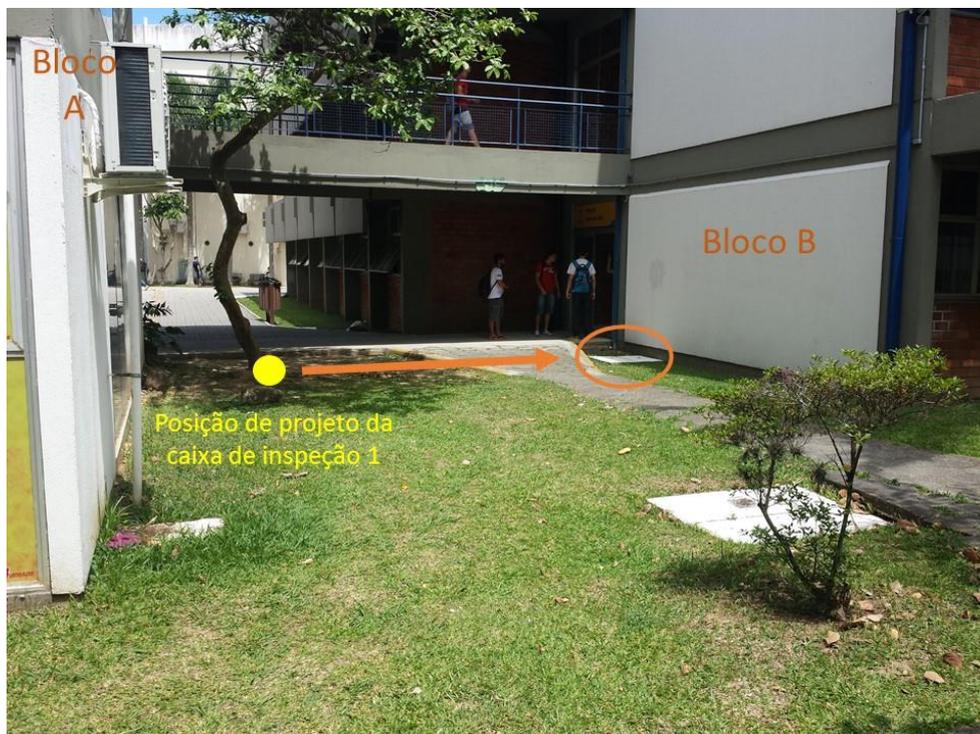
Fonte: Planta do projeto pluvial do DPAE/UFSC (Adaptado).

Figura 21 – Dimensões das áreas disponíveis para posicionamento do reservatório inferior externas aos prédios



Fonte: Levantamento planimétrico GTSIG/ECV/UFSC (Adaptado).

Figura 22 – Foto do local disponível e indicação da diferença da posição da caixa de inspeção 1 em relação ao projeto pluvial.



Fonte: Acervo RainMap.

2.4.6. Usos de água

A partir de visita *in loco* e de informações obtidas junto à administração dos edifícios do CTC, a água pluvial poderá ser direcionada para os seguintes fins não potáveis do CTC: descargas dos vasos sanitários e mictórios dos banheiros do Bloco A, em tanques e em torneiras utilizadas especificamente para a limpeza dos ambientes.

Foi identificado um tanque no pavimento térreo, externo ao Bloco A (Figura 23). Também há um tanque com dois pontos de água (apenas um com torneira instalada), localizado no corredor do terceiro pavimento entre os acessos aos banheiros feminino e masculino (Figura 24) do Bloco A. Duas torneiras utilizadas para limpeza, uma localizada externamente ao Bloco A e outra no Hall do Bloco E, também poderão utilizar água de chuva para as funcionalidades mencionadas.

Figura 23 – Tanque externo ao Bloco A.



Fonte: Acervo RainMap.

Figura 24 – Tanque interno ao Bloco A.



Fonte: Acervo RainMap.

Foram quantificados os pontos de uso de água nos banheiros, presentes apenas no Bloco A. Na Tabela 5 são apresentadas as quantidades de lavatórios e vasos sanitários de cada banheiro, com diferenciação de acordo com o tipo de acionamento, que influencia no volume de água consumido por descarga. Todas as torneiras dos lavatórios são de acionamento manual e fechamento automático, assim como as válvulas de descarga dos mictórios.

Tabela 5 – Pontos de consumo de água nos banheiros.

APARELHO	WC FEMININO	WC MASCULINO	TOTAL
1º pavimento			
Lavatórios	3	3	6
Vasos sanitários com válvula de descarga de acionamento único	5	4	9
Vasos sanitários com caixa acoplada e descarga <i>dual flush</i>	-	1	1
Mictórios	-	5	5
2º pavimento			
Lavatórios	5	5	10
Vasos sanitários com válvula de descarga de acionamento único	4	2	6
Vasos sanitários com válvula de descarga <i>dual flush</i>	2	1	3

APARELHO	WC FEMININO	WC MASCULINO	TOTAL
Mictórios	-	4	4
3º pavimento			
Lavatórios	5	5	10
Vasos sanitários com válvula de descarga de acionamento único	3	1	4
Vasos sanitários com válvula de descarga <i>dual flush</i>	3	2	5
Mictórios	-	4	4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além desses pontos de água mencionados que contemplam usos de fins potáveis (lavatório) e não potáveis (vaso sanitário e mictório), existem outros usos que requerem água potável, como bebedouros e copas. Também há instalações hidráulicas em alguns laboratórios, mas a princípio nenhum deles consome um volume significativo de água individualmente, se comparado ao consumo total das edificações.

2.5. Dados de manutenção

2.5.1. Limpeza das coberturas

A limpeza das coberturas acontece geralmente uma vez por mês, sendo realizada aproximadamente 15 dias após ser solicitada à área de Manutenção Predial e Infraestrutura da Prefeitura Universitária, que contrata uma empresa terceirizada para o serviço. O procedimento usual de limpeza é realizado por dois funcionários da empresa contratada, que varrem o telhado e calhas, desobstruem a entrada das colunas pluviais e agrupam as folhas, que são colocadas manualmente em sacos de lixo e levadas para serem descartadas pela própria empresa. Os bolsistas acompanharam a limpeza realizada no dia 08/11/2016 (Figura 25).

Figura 25 – Limpeza dos telhados sendo realizada.



Fonte: Acervo RainMap.

2.5.2. Limpeza do reservatório superior

A limpeza do reservatório superior de água potável do Bloco A do CTC é responsabilidade da área de Manutenção Predial e Infraestrutura da Prefeitura Universitária da UFSC. É contratado o serviço de uma empresa terceirizada de hidráulica aproximadamente uma vez por ano.

Segundo o Diretor de Manutenção Predial e de Infraestrutura (DMPI), o procedimento inicia-se com a interrupção da alimentação da caixa d'água, geralmente em uma quarta-feira, e controla-se o nível no reservatório. O esvaziamento se dá pelo consumo normal dos banheiros. A limpeza é sempre feita no sábado, quando o restante da água é descartado (segundo o diretor é um nível de cerca de 60 cm). O procedimento é realizado por um funcionário que entra no reservatório e limpa as paredes com cloro. Não foi citado nenhum processo adicional.

2.6. Estimativa de número de usuários

Foi avaliada a ocupação dos cinco blocos centrais do CTC a fim de se poder comparar o número de usuários com o consumo faturado de água. Essa ocupação se dá de maneira diferente entre as edificações. No Bloco A, há uma população fixa que ocupa a copiadora no térreo, além de laboratórios e salas de empresas juniores, similares e de professores. Já no Bloco B, localizam-se salas de aula e poucos laboratórios de informática, o que caracteriza grande rotatividade de ocupantes. No Bloco C há salas de professores (Departamento de Automação e Sistemas – DAS e Departamento de Engenharia Elétrica – EEL), no D há laboratórios (Laboratório de

Vibrações e Acústica – LVA) e no Bloco E, além de laboratórios e salas de aula (EEL), se encontra o Auditório, com capacidade para 128 pessoas.

Foi fornecido pela administração dos edifícios do CTC os quadros de horários das salas de aula do Bloco B. Neles constam a capacidade de cada sala e quando estão ocupadas. Assim, somou-se as capacidades das salas do Bloco B para cada hora-aula em que são utilizadas, conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Ocupação das salas de aula.

ALUNOS NO BLOCO B POR HORÁRIO					
(Soma das capacidades das salas em cada horário)					
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
7:30 - 8:20	330	640	885	615	795
8:20 - 9:10	1190	1605	1505	1565	1490
9:10 - 10:00	1405	1545	1345	1445	1245
10:10 - 11:00	1605	1530	1605	1565	1605
11:00 - 11:50	1525	1530	1565	1405	1565
13:30 - 14:20	1250	1405	1225	1305	1285
14:20 - 15:10	1605	1605	1465	1605	1605
15:10 - 16:00	1265	1210	1045	1025	1365
16:20 - 17:10	1390	1565	1525	1425	1270
17:10 - 18:00	1090	1290	1225	1165	795
18:30 - 19:20	1485	1445	1425	1390	660
19:20 - 20:10	1305	1405	1385	1390	620
20:20 - 21:10	1150	1130	1010	1030	635
21:10 - 22:50	1055	1035	870	990	595

Fonte: Elaborado pelo autor.

A respeito da quantidade de usuários fixos do CTC, ou seja, nos Blocos A, C, D e E, foram solicitados dados à administração dos edifícios, que realizou a contagem presencial no local. Estes estão apresentados pela Tabela 7, porém não foram disponibilizados dados do Bloco C.

Tabela 7 – Ocupação fixa dos Blocos A, C, D e E.

BLOCO A	BLOCO C	BLOCO D - LVA	BLOCO E - EEL
26	Indisponível	48	60

Fonte: Elaborado pelo autor.

No caso do Bloco B, não foi possível definir um número de usuários por dia. Não se conhece quanto da ocupação das salas em cada período é composta por alunos que também estão presentes em outras salas ao longo do dia. Na falta de dados de usuários do Bloco C também, optou-se por não avaliar a demanda de água do Centro com base em número de usuários, mas apenas pela leitura das faturas.

3. Análise de cenários

O potencial de economia do sistema de aproveitamento de água da chuva varia em função da dimensão do reservatório pluvial, que por sua vez é função da demanda de água e disponibilidade hídrica, que é dependente tanto da precipitação quanto da área de coleta.

Existem diversos métodos para o dimensionamento do reservatório, sejam preconizados pela NBR 15.527 (ABNT, 2007) ou utilizados internacionalmente, que fazem uso desde equações empíricas e de considerações simples até procedimentos mais robustos. Atualmente, o método considerado mais adequado é o da simulação computacional baseada em modelo comportamental, uma vez que possibilita a realização de uma análise mais completa e verossímil. Este método resulta em volumes de reservatório otimizados, pois considera um equilíbrio entre dados de demanda e dados de disponibilidade hídrica, simulados periodicamente.

A simulação é realizada de forma iterativa, abrangendo-se diversas variáveis e ponderando-se os critérios para escolha do volume ideal do reservatório. A partir da simulação, é possível obter uma relação do potencial de economia em função do volume do reservatório inicialmente escolhido.

Dessa forma, para maior precisão da análise de implantação de um SAAP no Centro Tecnológico da UFSC, optou-se pela adoção do método de simulação baseado em modelo comportamental para dimensionamento do reservatório, considerando os dados pluviométricos em base diária. Os parâmetros adotados para a simulação do SAAP no Centro Tecnológico estão apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – Parâmetros de dimensionamento.

PARÂMETRO	VALOR
Dados de precipitação	Pluviosidade diária de Florianópolis (ver item 2.3)
Descarte inicial	2 mm
Área de captação	Variável de acordo com o bloco
Demanda de água (m ³ /mês)	Variável mensalmente (ver item 2.2.1)
Percentual de substituição	70% (ver item 2.2.1)
Coefficiente de escoamento superficial	80% (ver item 2.4.3)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os requisitos para o aproveitamento da água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis devem seguir a NBR 15.527 (ABNT, 2007). Conforme orientação normativa, o presente estudo prevê que, após tratamento adequado, a água de chuva poderá ser aproveitada para usos não potáveis, como: descargas em vasos sanitários, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavação de veículos e limpeza de calçadas, ruas e pátios.

3.1. Potencial de economia

A implantação do sistema de aproveitamento de água da chuva nos edifícios do CTC/UFSC conceitua uma intervenção em edificações existentes. Os edifícios em estudo fazem parte de um complexo com 5 blocos, sendo o reservatório de água da CASAN e os usos finais de água não-potável localizados no Bloco A (central), conforme apresentado na seção 2.1.

A fim de se encontrar a melhor combinação de área de coleta de água da chuva entre os edifícios existentes e tamanho de reservatório necessário, diferentes cenários de captação foram avaliados. Após uma triagem preliminar considerando as áreas de cobertura disponíveis e suas combinações, 7 cenários de implantação foram selecionados, a partir da combinação da área de cobertura de dos blocos existentes, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Cenários avaliados e combinação das áreas de coleta.

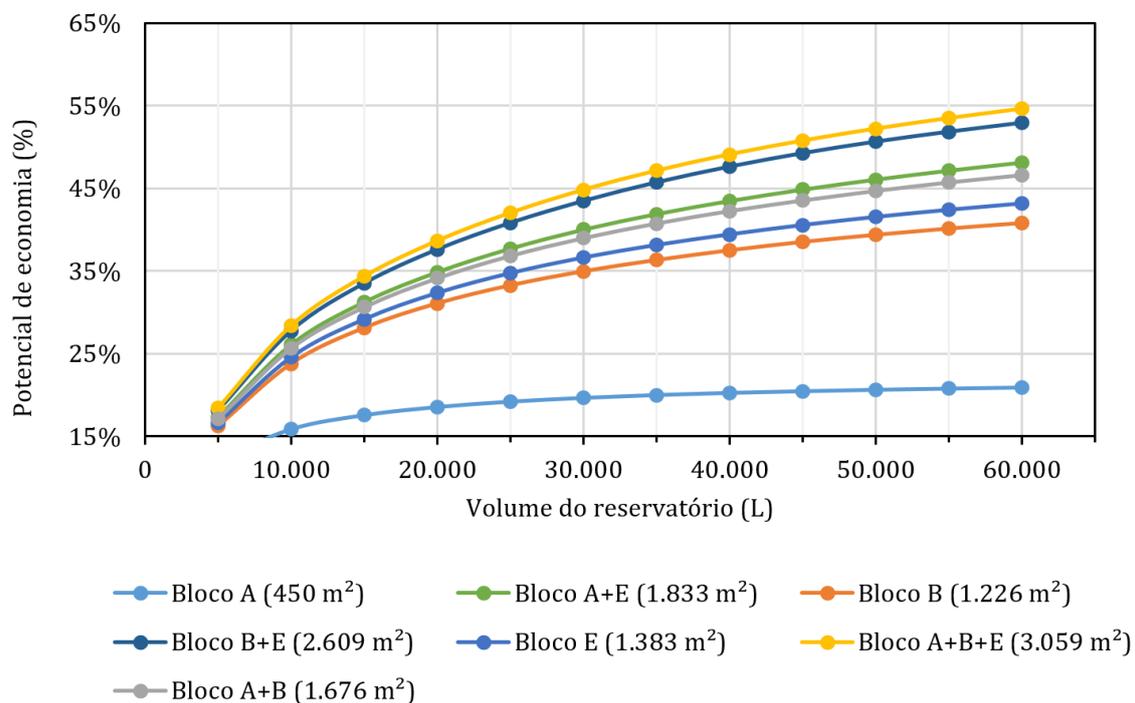
Cenário	Área de coleta (m ²)
A	450
B	1.226
E	1.383
A+B	1.676
A+E	1.833
B+E	2.609
A+B+E	3.059

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma, os cenários foram simulados, variando-se a área de coleta para diversos volumes de reservatório de água de chuva, desde 5.000 L até 60.000 L, em incrementos de 5.000 L.

A Figura 26 apresenta uma relação entre potencial de economia de água potável por volume de reservatório, para cada cenário.

Figura 26 – Potencial de economia de água dos cenários em função do volume de reservatório.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio da a Figura 26, é possível perceber que há um crescimento do potencial de economia de água potável conforme se aumenta o volume de reservatório, havendo uma estabilização (redução do crescimento de economia com o aumento de volume do reservatório) a partir de 50.000 L. A Tabela 9 apresenta a diferença de potencial de economia total obtida com o aumento de volumes de reservatório para o cenário A+B, por exemplo, de 5.000 a 60.000 L. Percebe-se que, com o aumento de 45.000 para 50.000 L, a diferença passa a ser a 1,15%.

Tabela 9 – Diferença de potencial de economia total entre volumes de reserva – Cenário A+B.

Volume do reservatório (L)	Potencial de economia (%)	Diferença de potencial de economia em relação ao volume anterior (%)
5.000	17,14%	-
10.000	25,67%	8,53% (25,67% - 17,14%)
15.000	30,64%	4,97% (30,64% - 25,67%)
20.000	34,13%	3,50% (34,13% - 30,64%)
25.000	36,84%	2,71% (36,84% - 34,13%)
30.000	38,99%	2,15% (38,99% - 36,84%)
35.000	40,76%	1,77% (40,76% - 38,99%)
40.000	42,27%	1,51% (42,27% - 40,76%)
45.000	43,56%	1,29% (43,56% - 42,27%)
50.000	44,71%	1,15% (44,71% - 43,56%)
55.000	45,73%	1,02% (45,73% - 44,71%)
60.000	46,61%	0,88% (46,61% - 45,73%)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Adotou-se como reservatório ideal o volume de 50.000 L. Esse volume pode ser justificado como uma opção técnica viável, pois o Bloco A do CTC/UFSC possui um reservatório superior de água potável de 75.000 L, então, este reservatório pode ser dividido em dois volumes de reserva, um de 40.000 L para a água pluvial, e outro de 35.000 L destinado para água potável advinda da concessionária CASAN.

Adotando um reservatório inferior de 10.000 L, pode-se compor o sistema de aproveitamento com 50.000 L de total de reserva de água de chuva. A partir da análise da intensidade pluviométrica da região, apresentada na seção 2.3, e do levantamento de vazões de motobomba disponíveis no mercado, o volume inferior de 10.000 L foi considerado adequado para o recebimento da água captada nas coberturas e bombeamento para o reservatório superior.

Continuando a análise da Figura 26, é possível notar também um crescimento do potencial de economia com o aumento da área da coleta de água da chuva e uma redução do crescimento do potencial de economia conforme aumenta a área de captação. Essa redução fica mais clara na Tabela 10, em que são apresentados os incrementos do potencial de economia ao se escolher um cenário ao invés de um outro (por exemplo, o incremento de economia ao se escolher o cenário B ao invés do A, denominado $A \rightarrow B$), e o incremento de área de captação ao se escolher um cenário ao invés de um outro. A relação desses incrementos é definida como o fator de eficiência ($\Delta_{\text{cenário}}$), expresso em $\%/m^2$. Utilizou-se a transição de cenário A para o cenário B como referência ($\Delta_{A \rightarrow B}$). Dessa forma, comparou-se os demais fatores de eficiência com o caso de referência.

Tabela 10 – Comparação do aumento de área de coleta e potencial de economia entre os cenários.

CENÁRIO	A \rightarrow B	B \rightarrow E	E \rightarrow A+B	A+B \rightarrow A+E	A+E \rightarrow B+E	B+E \rightarrow A+B+E
Aumento potencial de economia média (%)	19%	2%	3%	1%	5%	2%
Aumento área de captação (m²)	776	157	293	157	776	450
$\Delta_{\text{cenário}}$ (%/m²)	2,42E-04	1,37E-04	1,08E-04	8,54E-05	5,88E-05	5,05E-05
$\Delta_{\text{cenário}}/\Delta_{A \rightarrow B}$	1,00	0,57	0,45	0,35	0,24	0,21

Fonte: Elaborado pelo autor.

Notou-se que o fator de eficiência sofre redução em relação à primeira mudança de cenário ($\Delta_{\text{cenário}}/\Delta_{A \rightarrow B}$), e em relação aos demais, podendo estabelecer um parâmetro de comparação.

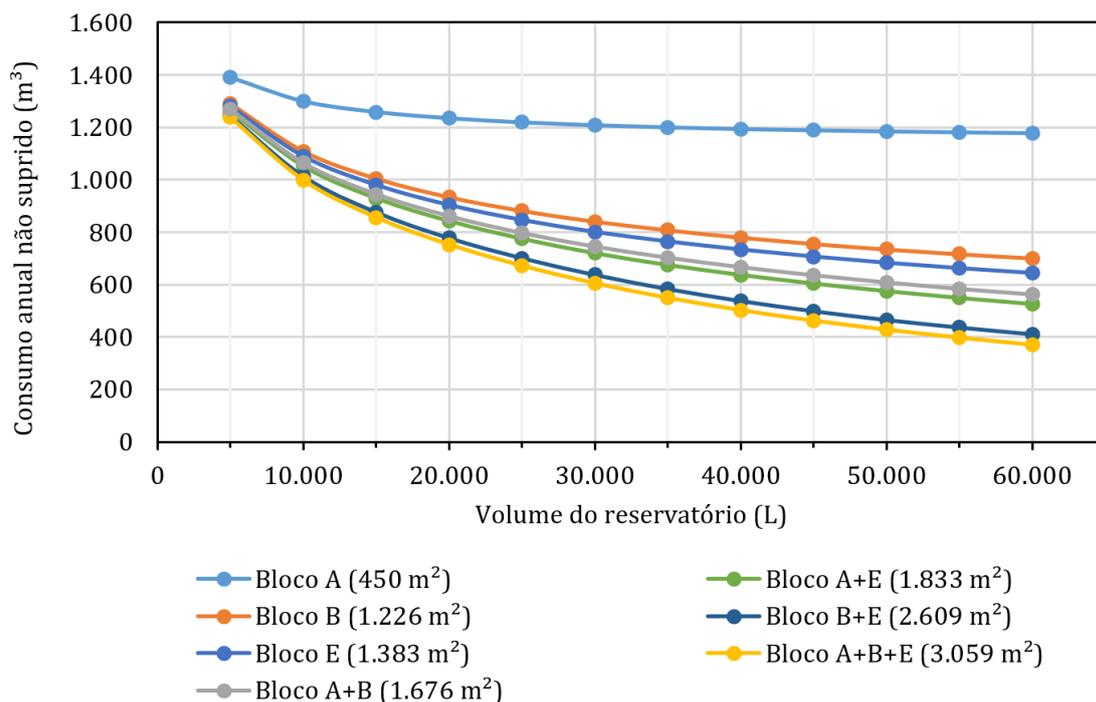
Desta forma, é possível concluir que a captação de chuva usando uma combinação com área de cobertura maior que 3.059 m² (cenário A+B+E) não se apresentou vantajosa, uma vez que um grande acréscimo de área resulta em um pequeno acréscimo no potencial de economia (atendimento da demanda por água não potável).

Complementarmente, é possível perceber que nos cenários apresentados não atingem os 70% de substituição de água potável por água pluvial intencionados para fins não potáveis. Isso ocorre porque a demanda por água para fins não potáveis é

maior do que a captação e armazenamento da chuva. Conforme o gráfico da Figura 26, tendo em vista a redução do ganho de potencial de economia com o aumento do volume do reservatório, é possível perceber que somente um reservatório excessivamente grande possibilitaria um potencial de economia próximo de 70% (totalidade do consumo não potável previsto no item 2.3). Além do grande espaço físico necessário para um reservatório que possibilite um potencial máximo de economia (70%), os custos de implantação e manutenção também aumentariam, não justificando a escolha da solução.

A Figura 27 apresenta uma relação entre consumo de água não-potável não suprido por água pluvial, em função da área de coleta, para diferentes volumes de reservatório.

Figura 27 – Consumo de água não suprido anualmente em função da área de coleta.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme a Figura 27 nota-se que há um decréscimo do volume não suprido conforme o aumento da área de coleta, pois se consegue captar mais água para suprir a parcela não potável. Da mesma forma, o volume não suprido reduz ao aumentar o volume dos reservatórios, uma vez que haverá mais água armazenada e disponível para uso.

A partir dessa primeira análise de potencial de economia, 4 cenários foram selecionados para realização de estudos mais aprofundadas com relação a viabilidade técnica e econômica, conforme apresentado na seção a seguir.

3.2. Análise técnico-econômica

A tomada de decisão em projetos de sistemas de aproveitamento de água de chuva deve considerar, além do potencial de economia, os custos envolvidos com a implantação, manutenção e a operação do sistema, a fim de se chegar a uma concepção ideal, com a melhor relação benefício-custo. Nesse sentido, a partir dos 7 cenários avaliados na seção anterior, foram escolhidos 4 deles para se realizar as estimativas dos custos. Os cenários A e B foram eliminados por resultarem nos menores potenciais de economia. O cenário B+E não foi utilizado para a estimativa de custos, por ter resultado em uma curva próxima a do cenário A+B+E e uma vez que a inclusão do sistema no Bloco A não acarreta grandes custos financeiros (pela sua proximidade com o reservatório e pequena área de captação). Portanto, os cenários a serem avaliados profundamente por essa análise técnico-econômica foram: A+B+E, A+E, A+B e E. A Tabela 11 apresenta os resultados para os cenários selecionados.

Tabela 11 – Características gerais dos cenários.

CARACTERÍSTICA	CENÁRIO			
	A+B+E	A+E	A+B	E
Área de coleta (m ²)	3.059	1.833	1.676	1.383
Volume de armazenamento (L)	50.000	50.000	50.000	50.000
Volume de água economizada (L/ano)	1.252.716,22	1.105.033,97	1.072.869,29	996.702,26
Potencial de economia (%)	52,21%	46,05%	44,71%	41,54%
Total de água de chuva extravasada (x10 ³ L/ano)	2.323,93	1.038,95	887,62	621,34
Consumo não suprido (x10 ³ L/ano)	426,95	574,63	606,79	682,96
Volume total de chuva disponível (x10 ³ L/ano)	3.575,20	2.142,32	1.958,82	1.616,38

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os cálculos de economia financeira na fatura de água e esgoto foram realizados com base nas tarifas e nas faixas de consumo para edificações públicas e comerciais da CASAN (Tabela 12), vigentes desde agosto de 2016. Como peculiaridade, conforme informado pelo DPAE/UFSC, o cálculo da fatura de água do CTC/UFSC considera 50% do volume medido no mês com as tarifas aplicadas para a categoria “Pública” e os outros 50% para a categoria “Comercial”. Os cálculos foram realizados sem a consideração de benefícios tributários (IRPJ, COFINS, CSLL e PIS, por exemplo).

Tabela 12 – Água e esgoto – Estrutura tarifária para edificações públicas e comerciais de Florianópolis.

CATEGORIA	FAIXA	m ³ ¹	PREÇO DA ÁGUA
Pública	1	Até 10	R\$ 58,70/mês
	2	> 10	R\$ 9,7408/m ³
Comercial	1	Até 10	R\$ 58,70/mês
	2	11 a 50	R\$ 9,7408/m ³
	3	> 50.	R\$ 12,2532/m ³

Tarifa de Esgoto = 100% (cem por cento) da tarifa de água impressa.

Fonte: Adaptado de CASAN (2017).

Para levar em conta a desvalorização do dinheiro ao longo do tempo, considerou-se o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), com as economias obtidas em cada mês trazidas ao valor presente. A taxa considerada foi 6,29% a.a. disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) para o ano de 2016. Contudo, apesar dessa desvalorização, sabe-se que as tarifas de água e esgoto da concessionária de abastecimento local aumentam anualmente. Assim, uma taxa média de aumento de tarifa de 8,004% a.a. foi calculada com base nos históricos da CASAN de 2005 até 2016. Essa taxa de aumento foi aplicada nas tarifas de água e esgoto para a previsão de economia financeira com o aproveitamento da água de chuva.

Foram definidos componentes de um projeto preliminar, para se estimar os custos de implantação e operação e avaliar o ganho ambiental em economia de água e a viabilidade financeira, por meio do período de retorno (*payback*). A Tabela 13

¹ 01 m³ = 1.000 Litros

apresenta a consolidação dos resultados obtidos. A especificação mais detalhada sobre as considerações e estimativas de custo pode ser verificada no Capítulo 5.

Tabela 13 – Estimativa de custo de implantação e operação, economia anual e *payback* dos cenários.

ESTIMATIVA	CENÁRIO				
	A+B+E	A+E	A+B	E	
Área (m ²)	3.059	1.833	1.676	1.383	
Custo total de implantação (R\$)	142.966,34	122.505,19	111.004,52	119.472,81	
Custo de operação (R\$/ano)	R\$ 1.015,19	R\$ 928,63	R\$ 909,78	R\$ 865,14	
Volume de água economizada (L/ano)	1.252.716,22	1.105.033,97	1.072.869,29	996.702,26	
Economia anual (R\$)	Água	16.025,11	14.174,47	13.765,89	12.798,11
	Esgoto	16.025,11	14.174,47	13.765,89	12.798,11
	Total	32.050,22	28.348,94	27.531,78	25.596,23
<i>Payback*</i> (anos)	4,61	4,47	4,17	4,83	

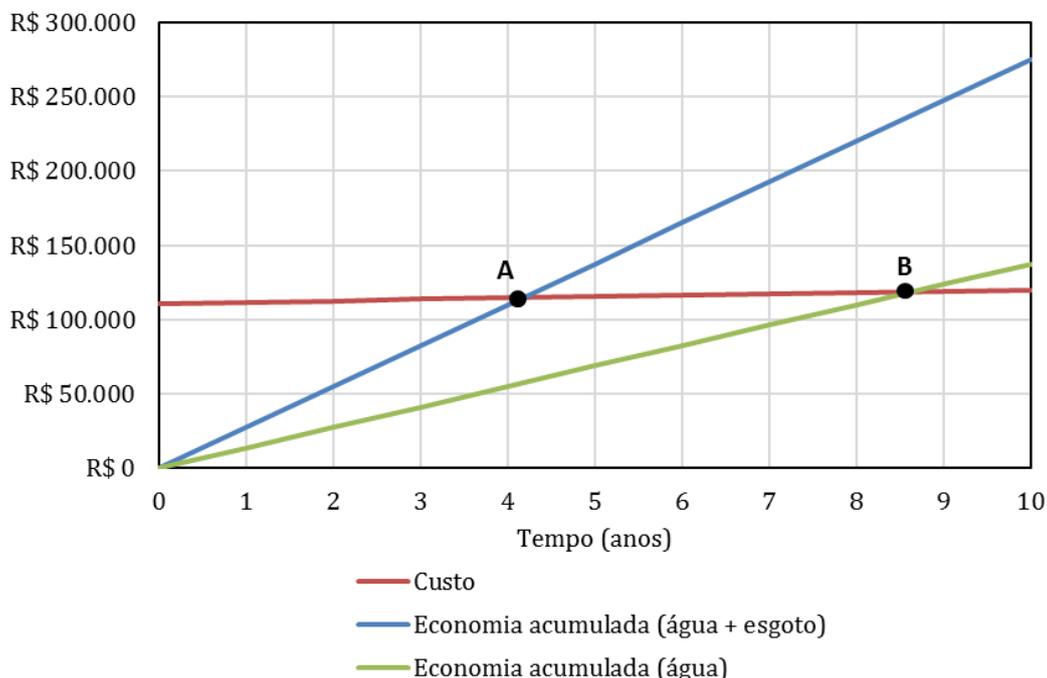
* Calculado considerando economia total (água e esgoto)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme apresentado na Tabela 13, o cenário A+B apresentou o menor *payback*, sendo então o cenário recomendado para o Centro Tecnológico com a finalidade de obter o retorno pelo investimento no menor tempo possível. Em termos financeiros, os gastos com fatura de água e esgoto no último ano de dados disponibilizados (de outubro de 2015 a setembro de 2016) totalizou R\$40.186,60 e com a adoção do SAAP no cenário A+B seria possível reduzir até R\$27.531,78, ou seja, redução da fatura de água e esgoto de 68,5%.

Na Figura 28 a seguir é possível visualizar o ponto em que a economia com água e esgoto (ponto A) se iguala aos custos de implantação, operação e manutenção do sistema (*break-even*). O mesmo gráfico destaca também o ponto em que a economia apenas com água se iguala aos custos de implantação, operação e manutenção do sistema (ponto B). A Figura 28 apresenta as características do cenário indicado.

Figura 28 – *Break-even* do cenário A+B – Comparação da economia de água e esgoto e exclusiva de água.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O ponto A (*break-even* considerando economia de água e esgoto) ocorre em 4,17 anos e o ponto B (*break-even* considerando economia exclusiva de água) ocorre em 8,63 anos. Ressalta-se finalmente que, dependendo da regulamentação da CASAN, caso haja exigência de recálculo do esgoto com a implantação do aproveitamento da água de chuva, o valor investido será recuperado em um cenário entre o ponto A e B. A Tabela 14 apresenta as características do cenário indicado para implantação de um SAAP no CTC/UFSC, tendo em vista o menor *payback*.

Tabela 14 – Características do cenário indicado para o CTC/UFSC.

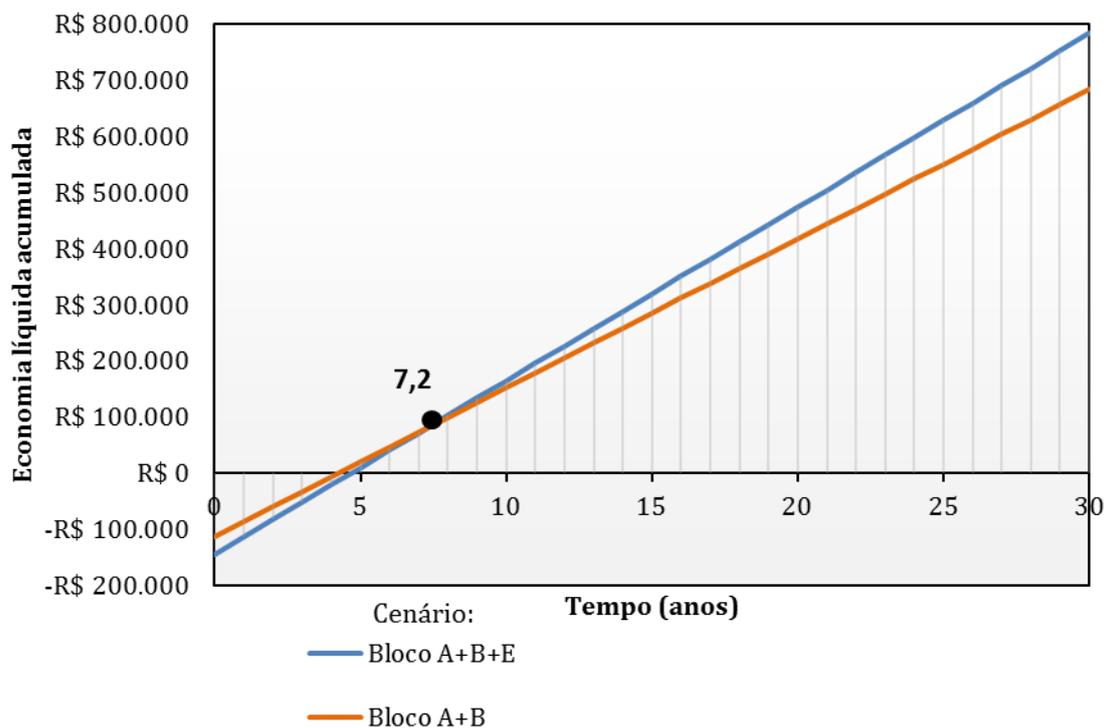
CARACTERÍSTICA	VALOR
Área de coleta (m ²)	1.676
Volume de armazenamento (L)	50.000
Volume de água economizado (L/ano)	1.072.869,29
Potencial de economia (%)	44,71%
Total de água de chuva extravasada (x10 ³ L/ano)	887,62
Consumo não suprido (x10 ³ L/ano)	606,79

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando a ampla gama de benefícios do aproveitamento da água de chuva, a decisão do Centro Tecnológico pode também considerar outro critério que não o *payback* para a definição do cenário ideal, como, por exemplo, adotar o cenário com o maior potencial de economia.

A Figura 29 apresenta a economia líquida quando da adoção dos cenários A+B+E (economia potencial máxima) e A+B (menor *payback*), com volume de reserva de 50.000 L. Para o cálculo da diferença entre a economia obtida com água e esgoto e os custos acumulados até 30 anos após a implantação do sistema, os valores foram trazidos a valor presente com base no IPCA (6,29% a.a.) e também foi considerado um aumento das tarifas de 8,004% a.a.

Figura 29 – Comparativo de economia líquida acumulada – Cenários A+B+E x Cenário A+B.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio da Figura 29 é possível perceber que após 7,2 anos o cenário dos Blocos A+B+E passa a oferecer uma economia líquida acumulada superior ao cenário dos Blocos A+B. Conforme o cenário apresentado, ao final de 30 anos, o cenário dos Blocos A+B+E acumulou uma economia líquida equivalente a

R\$ 788.084,71, enquanto o cenário dos Blocos A+B R\$ 687.655,34, ou seja, R\$ 100.429,37 de diferença.

Finalmente, destaca-se que apesar de a escolha apresentada no presente instrumento ter sido baseada no menor *payback* entre os cenários possíveis para o CTC/UFSC, a escolha da implantação de um SAAP pode ser baseada em outro critério, conforme interesse e disponibilidade de recursos do CTC.

4. Estimativa de projeto

Para se determinar a estimativa de custos e período de retorno, realizou-se uma estimativa de projeto. Para isso, algumas premissas e parâmetros foram adotados. Na confecção do projeto básico, executivo, implantação e execução do sistema, essas premissas deverão ser aprofundadas. Os valores estimativos apresentados por este relatório são correlatos às premissas adotadas. Desta forma, caso haja mudança de alguma premissa ou parâmetro, o potencial de economia, estimativa de custos de implantação, período de retorno do investimento (*payback*) e demais valores correlatos serão diferentes.

Inicia-se apresentando as normas que o projeto e execução devem atender, e que serviram de norte para o desenvolvimento da estimativa de projeto. Em seguida, são apresentadas as premissas de funcionamento do SAAP, seus elementos e funcionalidades que devem ser atendidas. Por fim, são apresentadas considerações de inspeção, limpeza e manutenção, indicando periodicidades e orientações normativas para tal.

4.1. Normas técnicas

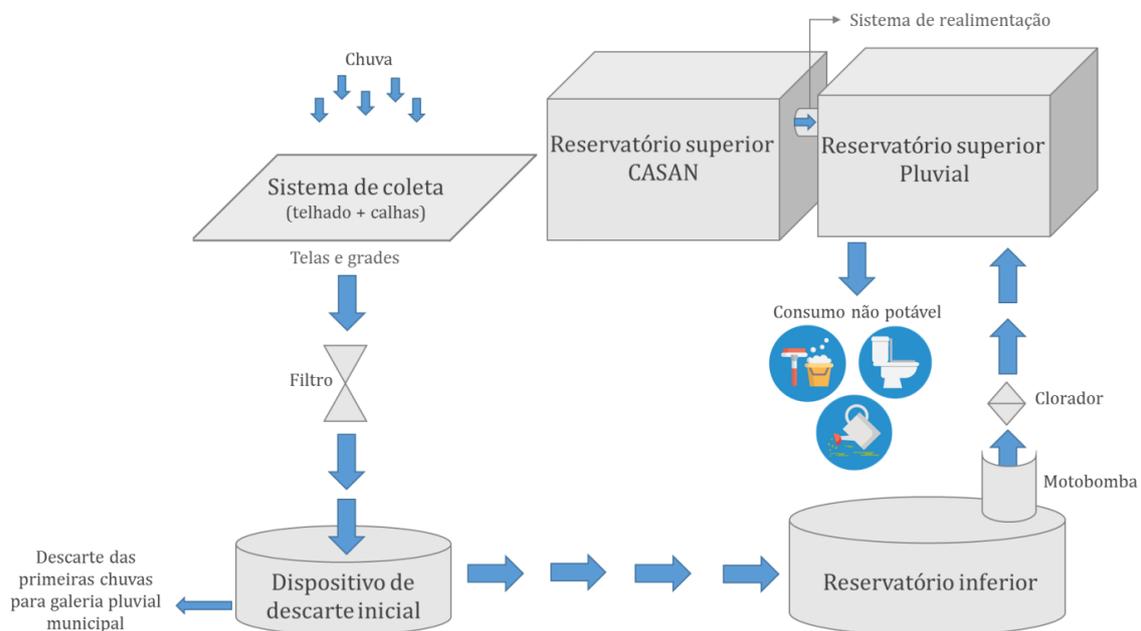
Dentre as normas técnicas brasileiras mais relevantes que nortearam o desenvolvimento desta estimativa de projeto de instalações de aproveitamento de águas pluviais, destacam-se:

- NBR 5.626/1998 – Instalação predial de água fria (ABNT, 1989);
- NBR 5.688/2010 – Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Requisitos (ABNT, 2010);
- NBR 10.844/1989 – Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento (ABNT, 1989);
- NBR 15.527/2007 – Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos (ABNT, 2007);
- NBR 12.213/1992 – Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público – Procedimento (ABNT, 1992).

4.2. Fluxo do sistema

As águas provenientes da precipitação serão captadas e armazenadas em um reservatório inferior, para serem recalçadas para o reservatório superior e utilizadas nos vasos sanitários, mictórios e torneiras de jardim e limpeza. O sistema de alimentação dos dispositivos de uso hidráulico deve ser feito de forma que a água pluvial não esteja em contato com a água potável advinda da concessionária ou com o usuário final. Para melhor compreensão da dinâmica, a Figura 30 apresenta o fluxo do sistema.

Figura 30 –Esquema do sistema de aproveitamento de água pluvial.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3. Sistema de coleta

O sistema de coleta existente nas edificações (cobertura, calhas, condutores verticais) pode ser mantido para o sistema de aproveitamento, necessitando de algumas modificações. Como o objetivo do sistema de coleta de água de chuva é de direcionar toda a água coletada para um único ponto de reserva, foram previstos custos com adequações de calhas e condutores horizontais para esta finalidade.

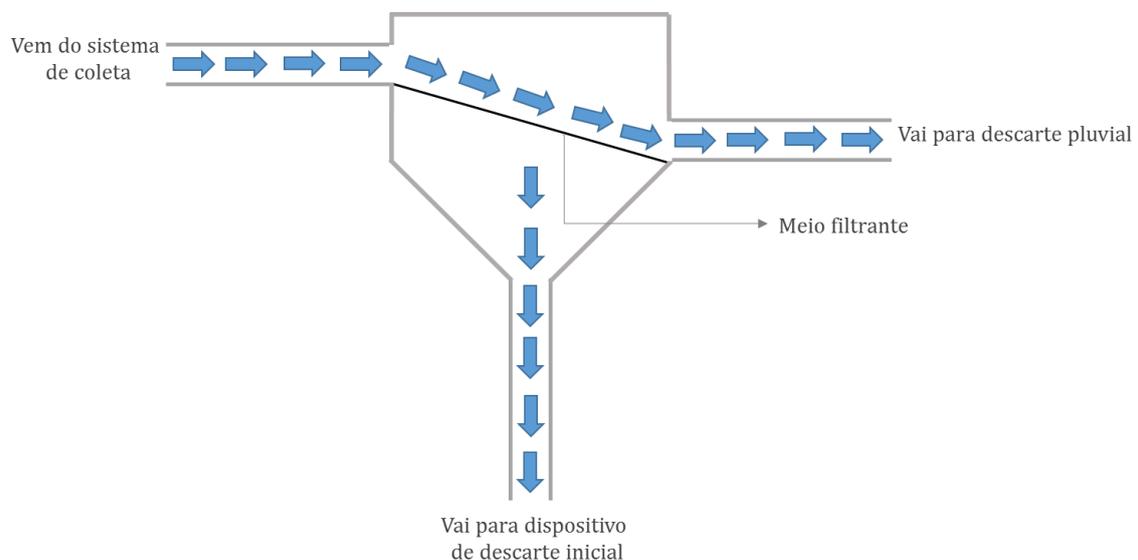
Os condutores verticais (ou tubos de queda) estão presentes, basicamente, em todas as quinas de todos os blocos. Para direcionar a água desses pontos até a região do Bloco A, onde será posicionado o reservatório inferior, seriam necessários condutores horizontais levemente inclinados que percorreriam distâncias muito

grandes. A fim de evitar essas interferências nas fachadas e para direcionar a água para a região desejada, foi estimada a inversão do sentido de algumas calhas. Os custos foram estimados com base na colocação de novas calhas nesses locais. Também foram previstas as tubulações de recolhimento das águas de cada bloco, passando por baixo das passarelas de ligação ao Bloco A até o reservatório inferior. Essas estimativas levaram em conta o dimensionamento desses elementos, contudo, os diâmetros de tubulação e as dimensões das calhas deverão ser especificados no projeto executivo.

4.4. Filtro

O filtro é o dispositivo que separa a água dos detritos sólidos advindos da superfície de coleta. O princípio de funcionamento segue uma filtragem contínua, onde as partículas são retidas em um meio filtrante, geralmente metálico e poroso. A Figura 31 apresenta uma ilustração deste princípio de funcionamento.

Figura 31 – Esquema de funcionamento do filtro.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A manutenção do filtro deve ser feita por meio de limpeza, a partir da retirada do núcleo filtrante, lavagem e limpeza completa, e reposição do núcleo filtrante na estrutura do filtro.

4.5. Dispositivo de descarte inicial

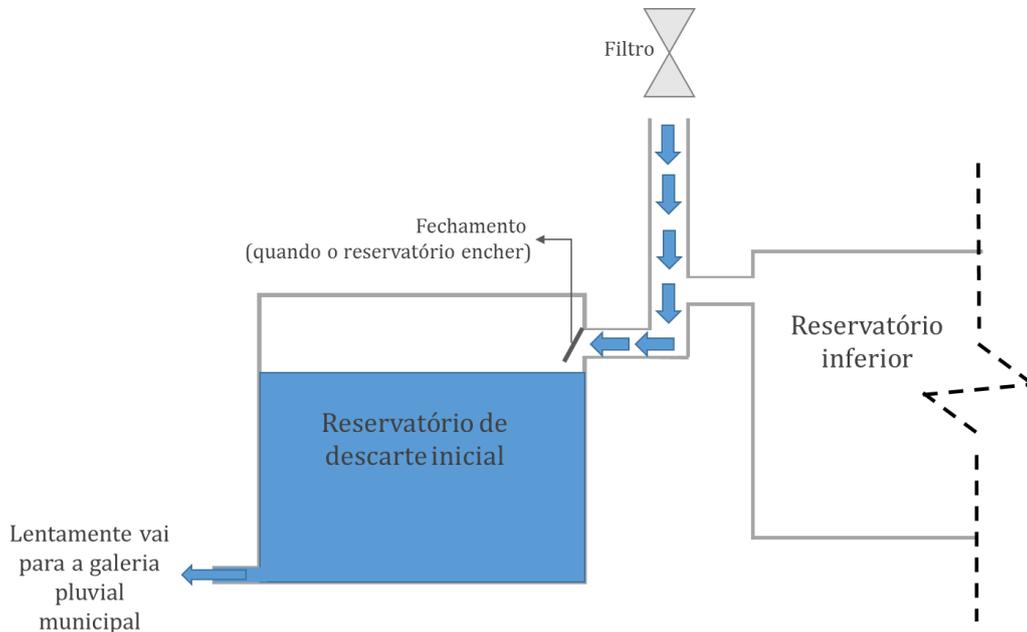
Conforme a orientação da Vigilância Sanitária de Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2016), o dispositivo de descarte inicial é o dispositivo que promove o descarte das primeiras águas escoadas na área de captação, ou seja, aquelas que promovem a limpeza da cobertura, permitindo que seja direcionada ao reservatório uma água pluvial com menor concentração de sólidos dissolvidos e de organismos patogênicos. A NBR 15.527 (ABNT, 2007) e a Vigilância Sanitária de Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2016) recomendam que o dispositivo de descarte das primeiras águas seja instalado após o de remoção de detritos e o volume das primeiras águas a ser descartado deve ser referente a uma precipitação inicial de 2 mm. A parcela de água descartada deve ser direcionada ao sistema público de drenagem pluvial ou infiltrada no solo na área do imóvel.

O dispositivo para descarte inicial do CTC/UFSC foi estimado com reservatório de 4.000 L, ajustado para acumular 3.352 L e, após a coleta deste volume, o excedente da precipitação é redirecionado para o reservatório inferior. Devido ao elevado volume a ser descartado, recomenda-se que a parcela de água descartada seja direcionada ao sistema público de drenagem pluvial.

A água reservada no dispositivo pode ser descartada com uma válvula semiaberta, de forma que o fluxo de entrada de água no dispositivo seja significativamente menor que o fluxo de saída ou de descarte. Recomenda-se que este fluxo de descarte ocorra no máximo a cada 24h. Conforme a Vigilância Sanitária de Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2016), o sistema de extravasamento deve ser automático e de fluxo contínuo (gotejamento sem torneira).

Existem diversas maneiras de se fazer o redirecionamento do fluxo, podendo ser de forma manual ou automática (mecânico ou digital). A concepção de redirecionamento de fluxo fica a critério da execução de projeto do sistema de aproveitamento de água da chuva, de acordo com o contexto do projeto executivo. A Figura 32 apresenta um esquema de funcionamento mecânico idealizado pela RainMap como exemplo.

Figura 32 – Esquema de funcionamento do dispositivo de descarte das primeiras chuvas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6. Reservatórios de água pluvial

Conforme ilustrado na Figura 30, após a filtragem e o descarte das primeiras água, o excesso de água coletada é direcionado para o reservatório inferior, onde é armazenado e posteriormente recalado para o reservatório superior para então ser destinado ao consumo.

4.6.1. Reservatório inferior

O dimensionamento do volume ótimo da cisterna foi objeto da seção 3 deste documento, uma vez que esta análise é fruto de uma tomada de decisão multicritério, que envolve uma comparação entre demanda, disponibilidade hídrica, custos e opções de cenários. Foi considerada uma solução técnica utilizando 10.000 L de reservatório inferior para receber a água captada e bombear para o reservatório superior.

Conforme verificado na seção 1.2.3, quando enterrados, estes reservatórios devem ser assentados sobre camada de areia e o espaço entre o solo e o reservatório também deve ser preenchido com areia, para evitar o contato das pedras existentes no solo. Para o projeto do CTC/UFSC, foi prevista uma laje de concreto armado no

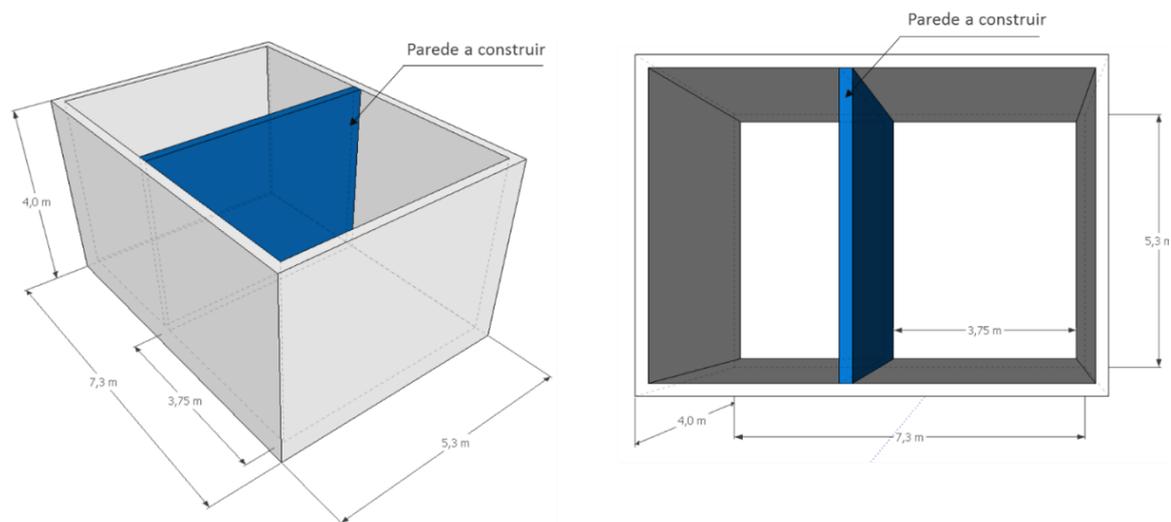
solo para estabilizar e suportar o reservatório inferior. Foi estimada uma laje de 15 cm de concreto armado de 5x5 m.

4.6.2. Reservatório Superior

O reservatório superior para água de chuva foi estimado utilizando parte da capacidade do reservatório de água potável existente.

Nesta estimativa de projeto, previu-se uma divisão do reservatório superior existente com alvenaria e impermeabilização. A Figura 33 apresenta uma previsão da solução proposta.

Figura 33 – Esquema de adaptação do reservatório superior.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma, o reservatório superior seria parcelado em duas unidades, uma com capacidade de 40.000 L para água não-potável e outra de 35.000 L para água potável. Destaca-se que a impermeabilização deve ser garantida, uma vez que a água potável advinda da CASAN não pode ter contato com a água pluvial, mesmo que tratada.

4.7. Motobomba

A água armazenada no reservatório inferior, então, deve ser direcionada para o reservatório superior de água não potável, por meio de uma motobomba de recalque. Para estimativa de projeto, foi dimensionado um sistema de motobombas composto por duas unidades idênticas, que trabalharão em paralelo. A potência estimada foi de 10 cv, e foi adotada essa potência para fins de estimativa de custos.

Devem ser utilizados sensores de nível elétricos, para automatizar o funcionamento da motobomba.

4.8. Dispositivo de desinfecção

Apesar de ser considerada intuitivamente uma água pura, a água de chuva faz contato com diversos meios poluentes desde a sua precipitação até o armazenamento. Os principais meios poluentes são a atmosfera, que contém gases poluentes, e a superfície de captação, que mesmo geralmente sendo o telhado, pode conter poeira, material orgânico deixado por animais, folhas, galhos e outros detritos. Por isso, a água de chuva não é considerada potável em primeira instância. É necessário filtrá-la e destiná-la a usos finais que não requerem potabilidade. Em países mais desenvolvidos nesse tema, como Austrália, um tratamento mais avançado, com uso de desinfecção, é realizado para deixar a água de chuva potável e utilizada para todas as finalidades como cozinhar, tomar banho, beber, lavar roupa, descarga de vaso sanitário, rega de jardim e limpeza de calçadas. A norma brasileira NBR 15.527 (ABNT, 2007) estabelece os parâmetros e valores aos quais a água de chuva deve se enquadrar, mesmo para fins não potáveis. O Quadro 8 apresenta essa consideração da norma.

Quadro 8 – Parâmetros de qualidade da água.

PARÂMETRO	ANÁLISE	VALOR
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100mL
Cloro residual livre*	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT, para usos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

* No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.

Fonte: Adaptado de ABNT (2007).

No caso do presente estudo, as medidas adotadas no sistema para que a água de chuva se enquadre nos parâmetros indicados, e para as finalidades não potáveis indicadas, serão: o uso de equipamento para descarte inicial das primeiras chuvas (*first flush*), filtro/gradeamento para retirada de sólidos e sistema de cloração para

desinfecção. Além disso, recomenda-se a verificação dos parâmetros por meio de ensaios técnicos, conforme relacionado pelo Quadro 8.

Como já mencionado, o meio mais influente no grau de pureza da água de chuva coletada é a superfície de captação. O Quadro 9 apresenta a classificação de grau de pureza de acordo com o tipo de área de coleta e seus usos aconselháveis.

Quadro 9 – Classificação do grau de pureza da água da chuva de acordo com o tipo de área de captação.

CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE PUREZA	TIPO DE ÁREA DE COLETA	USOS ACONSELHÁVEIS
A	Telhados não utilizados por animais ou pessoas	Sanitários e regas de jardim. Se purificadas, podem ser consumidas.
B	Telhados utilizados por animais ou pessoas	Sanitários e regas de jardim. Não podem ser consumidas.
C	Estacionamentos e jardins artificiais	Sanitários e regas de jardim. Não podem ser consumidas e é necessário um tratamento mais avançado.
D	Superfícies pavimentadas (estradas, rodovias, ruas e ferrovias)	Sanitários e regas de jardim. Não podem ser consumidas e é necessário um tratamento mais avançado.

Fonte: Adaptado de Fendrich; Oliylik (2002).

No caso deste estudo, em que a área de captação é o telhado não utilizado por animais ou pessoas, o grau de pureza da água de chuva é classificado como A, podendo ser utilizada em sanitários, jardins e até ser consumida, se purificada.

Destaca-se ainda a influência do entorno das edificações na qualidade da água. Há fontes que emitem poeiras, partículas, elementos tóxicos e gases que irão depreciar a qualidade da água (EMBRAPA, 2016). O descarte da primeira chuva e a limpeza periódica das instalações de cobertura, condução, filtragem e armazenamento de água, auxiliam a reduzir o impacto de eventuais fontes poluentes, como áreas descobertas e movimentação de solo, por exemplo.

Numa ampliação futura do sistema, caso haja um tratamento adequado, a água poderá ser utilizada para consumo inclusive nos fins em que a potabilidade é exigida. Neste caso, o Quadro 10 apresenta os métodos de tratamento, locais de instalação ou de atuação do processo e o resultado de tratamento desejado para que se possa proporcionar o melhor e mais adequado tratamento da água coletada, e que se tenha a possibilidade de utilizá-la em consumos potáveis.

Quadro 10 – Tipos de tratamento nas etapas do aproveitamento.

MÉTODO	LOCAL	RESULTADO
Telas e grades	Calhas e tubos de queda	Previne entrada de resíduos sólidos como folhas e galhos
Sedimentação*	No reservatório	Sedimenta matéria particulada
Filtração: Na linha de água	Após bombeamento	Filtra sedimentos
Filtração: Carvão ativado	Na torneira	Remove cloro
Filtração: Osmose reversa	Na torneira	Remove contaminantes
Filtração: Camadas mistas	Tanque separado	Captura material particulado
Filtração: Filtro lento	Tanque separado	Captura material particulado
Desinfecção: Fervura/Destilação	Antes do uso	Elimina micro-organismos
Desinfecção: Tratamento químico (cloro ou iodo)	No reservatório ou no bombeamento	Elimina micro-organismos e deixa residual na água, prolongando a durabilidade da desinfecção
Desinfecção: Radiação ultravioleta	Após passagem por filtro	Elimina micro-organismos
Desinfecção: Ozonização	Antes da torneira	Elimina micro-organismos

* A fim de favorecer a sedimentação, o dispositivo de freio aerador é instalado na entrada de água, evitando o turbilhonamento da água.

Fonte: Adaptado de *Texas* (2005).

Conforme o documento de orientações técnicas da Vigilância Sanitária de Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2016), os métodos mais usuais de desinfecção das águas pluviais são por meio da cloração, ozonização ou por radiação ultravioleta, a critério do projetista. Dessa forma, a opção adotada na estimativa de projeto do CTC/UFSC é tratar a água de chuva por meio de cloração, utilizando uma bomba dosadora, que injeta hipoclorito de sódio (cloro líquido) na tubulação ao ser acionado o sistema de recalque entre o reservatório inferior e o superior, conforme esquemático apresentado na Figura 30. A cloração foi recomendada também em conversa com professores do Laboratório de Potabilização de Água da UFSC (LAPOA/UFSC), uma vez que, além da desinfecção, o método possibilita a existência de um residual de cloro na água, assegurando a manutenção da qualidade microbiológica, e sua oxidação acaba por clarear a água, evitando manchas nas louças.

Conforme orientado pela Vigilância Sanitária de Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2016), no caso de uso de cloração como método de desinfecção, deve-se garantir o tempo de contato mínimo de 30 minutos.

4.9. Tubulações, conexões, registros e hidrômetros

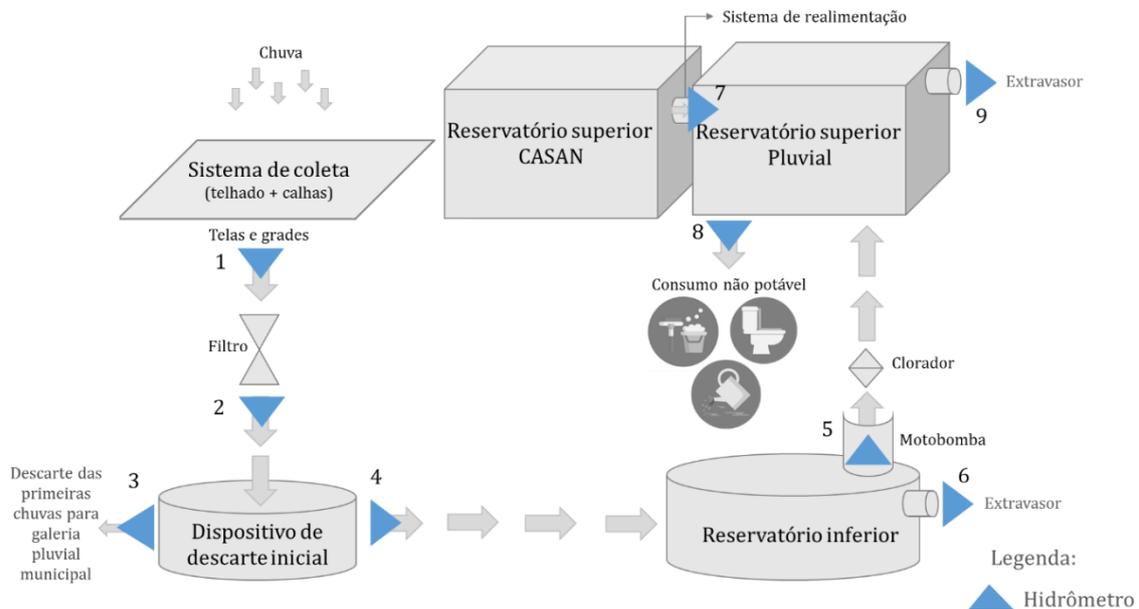
Foram estimadas tubulações e conexões (tês, joelhos de 90°, joelhos de 45°, luvas de conexão e buchas de redução) de PVC rígido, soldável, classe 15, com diâmetro variável. Foram estimados veda juntas, para conexões roscáveis, pasta e fita adesiva.

Foram estimados os registros de gaveta, que devem ser usados como registro de manutenção, e não como controle do fluxo ou instalações em fim de rede. Devem sempre trabalhar totalmente abertos ou fechados.

Sugere-se a instalação de hidrômetros para mensurar a quantidade de água pluvial e água da CASAN utilizadas. Assim, a fim de possibilitar estudos futuros do aproveitamento da água de chuva e o conhecimento e controle do uso efetivo da água de chuva, sugere-se a instalação de hidrômetro nos seguintes pontos (que podem ser acompanhados também por meio da Figura 34 conforme a numeração):

1. Entrada do filtro;
2. Saída do filtro;
3. Saída do dispositivo de descarte inicial para rede pluvial;
4. Saída do dispositivo de descarte inicial para o reservatório de água pluvial inferior;
5. Saída do reservatório de água pluvial inferior para o reservatório de água pluvial superior;
6. Extravasador do reservatório de água pluvial inferior;
7. Saída do reservatório de água da CASAN para reservatório de água pluvial superior;
8. Saída do reservatório de água pluvial superior para alimentação predial;
9. Extravasador do reservatório de água pluvial superior.

Figura 34 – Previsão de hidrômetros.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.10. Instalações hidráulicas exclusivas

Deve ser realizada a diferenciação entre sistemas de distribuição de água fria, sendo um para água potável e outro para água não potável, evitando a conexão cruzada e obedecendo a NBR 5.626 (ABNT, 1998). Os pontos de consumo, como por exemplo uma torneira de jardim, devem ser identificados com placa de advertência com a seguinte inscrição “água não potável” e advertência visual destinada a pessoas que não saibam ler e a crianças, conforme exemplificado pela Figura 35.

Figura 35 – Exemplo de placa de advertência.



Fonte: ABCCAMP (2017).

4.11. Limpeza e manutenção

A limpeza e manutenção periódica do sistema de coleta e aproveitamento da água de chuva é essencial para garantir a qualidade da água e bom funcionamento

do sistema. Desta forma, o presente item apresenta recomendações normativas, bibliográficas e de fornecedores de SAAP com relação a manutenção e limpeza mínimas do sistema.

Conforme recomendação normativa, o construtor deve entregar a instalação predial de água fria em condições de uso (ABNT, 1998). A limpeza e manutenção das tubulações e reservatórios devem seguir as recomendações normativas da NBR 5.626 (ABNT, 1998) e NBR 15.527 (ABNT, 2007).

A NBR 15.527 (ABNT, 2007) recomenda a realização de manutenção em todo o sistema de aproveitamento de água de chuva, conforme exposto no Quadro 11.

Quadro 11 – Frequência de manutenção dos componentes do SAAP.

COMPONENTE	FREQUÊNCIA DE MANUTENÇÃO
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte de chuva inicial	Limpeza mensal Ou após chuva de grande intensidade (TOMAZ, 2009)
Calhas, condutores verticais e horizontais	Manutenção semestral
Dispositivo de desinfecção	Manutenção mensal
Bombas	Manutenção mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: Adaptado de ABNT (2007).

Buzeti (2016) complementa que o aumento da periodicidade de limpeza e desinfecção dos reservatórios de água de chuva para duas vezes por ano contribuiria para melhorar a qualidade da água armazenada.

Conforme a NBR 15.527 (ABNT, 2007), os reservatórios devem ser limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio, no mínimo uma vez por ano, de acordo com a NBR 5.626 (ABNT, 1998). O volume não aproveitável da água de chuva pode ser lançado na rede de galerias de águas pluviais, na via pública ou ser infiltrado total ou parcialmente, desde que não haja perigo de contaminação do lençol freático, a critério da autoridade local competente. A descarga de fundo pode ser feita por gravidade ou por bombeamento.

A água de chuva reservada deve ser protegida contra a incidência direta da luz solar e do calor, bem como de animais que possam adentrar o reservatório através da tubulação de extravasão.

Conforme Embrapa (2016), os diversos tipos de telha (zinco, cerâmica, etc.) irão influenciar de forma diferente na qualidade da água, pois ao longo do tempo os materiais que compõem a telha poderão ser dissolvidos na água. Independentemente do tipo de telha, a correta instalação, manutenção e consideração da vida útil do material são essenciais para manter a água com qualidade. Os materiais utilizados na fixação do telhado, como pregos e chapas também podem influenciar na qualidade da água devido ao desgaste e à corrosão. Esses devem ser mantidos em bom estado de conservação e substituídos quando necessário. Deve-se conhecer os elementos presentes na tinta utilizada na pintura das telhas, optando-se por tintas que não contenham substâncias que prejudiquem a saúde de humanos e dos animais.

A manutenção e a limpeza das coberturas e calhas são obrigatórias. Recomenda-se a limpeza dessas instalações a cada seis meses. Esse período pode ser reduzido em certos casos como: após estiagens, queimadas e intensa movimentação dos solos ao redor da propriedade, em que o acúmulo de poeiras nas instalações será elevado e, quando houver grande acúmulo de excrementos de animais no telhado (EMBRAPA, 2016).

Embrapa (2016) ainda recomenda que a água armazenada na cisterna seja monitorada mensalmente e que mesmo nas épocas de estiagem a água armazenada deve ser monitorada. Para se realizar a coleta da amostra de água é preciso o conhecimento de técnicas de amostragem. Amostra má coletada significa resultado não confiável e gasto de tempo e dinheiro.

Algumas ações para inspeção e manutenção do SAAP da norma alemã DIN 1989-1:2001-10 estão apresentadas no Quadro 12.

Quadro 12 – Medidas de inspeção e manutenção de SAAP.

PARTE DO SISTEMA	MEDIDA	EXECUÇÃO	PERIODICIDADE
Drenos do telhado	Inspeção	Verificar se há obstrução dos drenos (também transbordamentos), a estanqueidade contra vazamentos, locais onde a sujeira possa se acumular	6 meses
Calhas/Tubos de queda	Inspeção	Verificar a estanqueidade contra vazamentos, limpeza, os encaixes/conexões, a limpeza das telas	6 meses
Sistemas de filtros	Inspeção	Verificar as condições do filtro	1 ano
Sistemas de filtros	Manutenção	Limpeza do filtro	1 ano
Reservatório	Inspeção	Checar a limpeza, a estanqueidade contra vazamentos, a estabilidade	1 ano
Reservatório	Manutenção	Extravasamento/esvaziamento do reservatório, limpeza do interior do reservatório, remoção de sedimentos se aplicável	10 anos
Bomba	Inspeção	Verificação visual da operação/funcionamento do sistema e da estanqueidade contra vazamentos	6 meses
Bomba	Manutenção	<p>Teste:</p> <p>Os seguintes itens devem ser checados antes, durante e após os testes:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Proteção do fusível da motobomba – Pressão mínima admissível – Ajuste do anel de vedação da motobomba – Estanqueamento do ruído da motobomba – Limpeza do sistema – Proteção contra corrosão – Aferição da estanqueidade e firmeza das peças do sistema 	1 ano
Tubulações	Inspeção	Verificação de todas as tubulações visíveis, suas condições, estanqueidade, conexões e corrosão externa (quando aplicável)	1 ano
Hidrômetro	Inspeção	Verificação do funcionamento do hidrômetro (capacidade e estanqueidade)	1 ano

Fonte: Adaptado de DIN 1989-1 (2001).

5. Estimativa de custos

A partir da estimativa de projeto, foi realizada uma estimativa de custos para os cenários selecionados. Esta estimativa de custos foi feita considerando-se as estimativas de implantação e operação. Foi considerado também um BDI (Benefícios e despesas indiretas) de 22,47%. Este valor foi adotado por ser o padrão de contratos de obras da UFSC. Além do BDI, foi considerada uma margem de erro de 5% em relação aos valores estimados, justamente pela imprecisão inerente da natureza da estimativa de custos sem a elaboração de um projeto executivo.

5.1. Estimativa de implantação

A Tabela 15 apresenta um resumo da estimativa de custos de implantação para o cenário indicado como ótimo (Blocos A+B), mostrando os custos estimados por item conforme apresentado na estimativa de projeto, e com acréscimo de BDI.

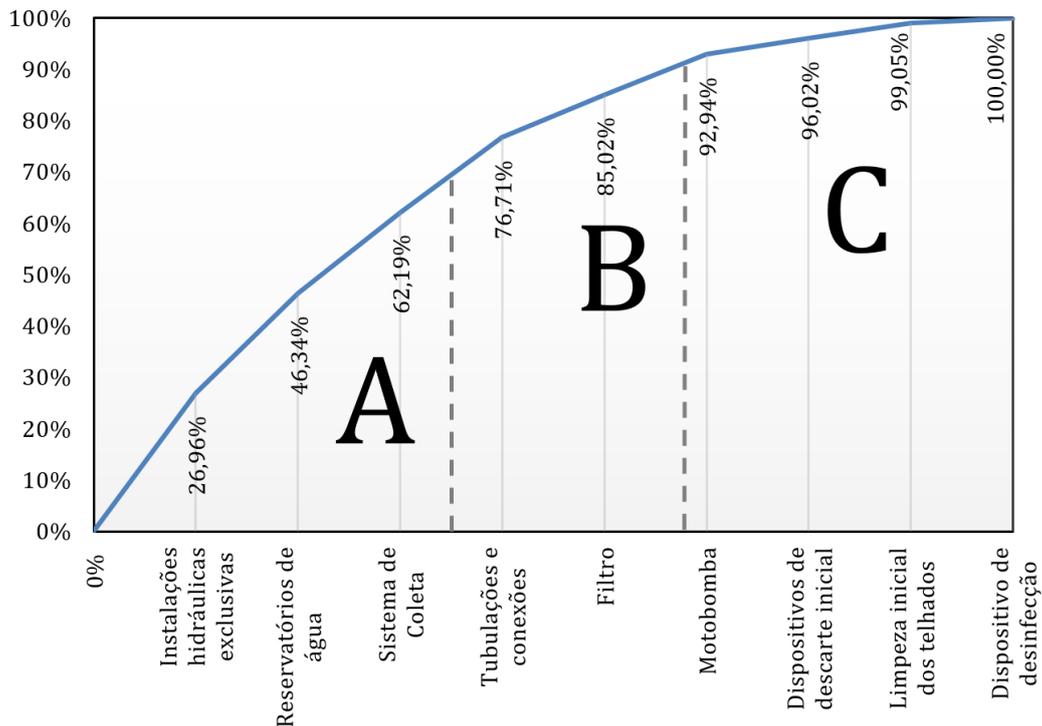
Tabela 15 – Resumo da estimativa de custos de implantação do cenário indicado (A+B).

DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL (R\$)	VALOR TOTAL + BDI + 5% (R\$)	PERCENTUAL (%)
Sistema de Coleta	13.677,55	17.588,44	15,84
Filtro	7.169,90	9.220,03	8,31
Dispositivos de descarte inicial	2.662,01	3.423,17	3,08
Reservatórios de água	16.730,72	21.514,62	19,38
Motobomba	6.835,78	8.790,37	7,92
Dispositivo de desinfecção	820,00	1.054,47	0,95
Tubulações, conexões, registros e hidrômetros	12.539,88	16.125,47	14,53
Instalações hidráulicas exclusivas	23.271,62	29.925,80	26,96
Limpeza inicial dos telhados	2.614,56	3.362,15	3,03
TOTAL	86.322,03	111.004,52	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base na porcentagem de cada custo listado na Tabela 15 foi elaborada a Curva ABC da estimativa de custos do cenário A+B. A Figura 36 apresenta os custos de implantação, classificados conforme a representatividade do percentual do custo de cada item em relação ao custo total.

Figura 36 – Curva ABC de implantação do sistema (Cenário A+B).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio da Figura 36, é possível observar que os itens de maior impacto no custo de implantação do cenário são respectivamente as adequações de instalações hidráulicas, os reservatórios de água e o sistema de coleta, que juntos, representam aproximadamente 70% dos custos totais. Já os custos intermediários referem-se às tubulações, conexões, registros, hidrômetros e filtro, totalizando aproximadamente 20% dos custos. A motobomba e dispositivo de desinfecção e de descarte inicial são os custos menos representativos, totalizando aproximadamente 10% dos custos totais.

5.2. Estimativa de operação

Para estimativa de custos de operação foi considerado o custo com energia elétrica para operação da motobomba pela utilização do sistema. A periodicidade adotada para o cálculo foi anual. Para definição da faixa de consumo de energia elétrica, se seria em ponta ou fora de ponta, foi utilizada uma composição de uso do edifício a partir do pico de alunos, considerando que um terço do consumo diário ocorrerá no período noturno (faixa de consumo de ponta) e dois terços no período matutino e vespertino (faixa de consumo fora de ponta).

Quadro 13 – Faixas de consumo de energia elétrica – Tarifa de edifícios públicos.

FAIXA	TARIFA (R\$/kWh)	HORÁRIO DE APLICAÇÃO
Ponta	1,514985	18h30 - 21h30
Fora da ponta	0,437878	00h00 - 18h30 e 21h30 - 00h00

Fonte: CELESC (2017).

Foi considerada a aquisição de um volume de cloro líquido (hipoclorito de sódio) para cloração e desinfecção da água coletada durante um ano.

É importante salientar que sobre os custos de operação não há incidência de BDI. Dessa forma, o custo de operação, considerando as hipóteses avaliadas é apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 – Resumo da estimativa de custos de operação do cenário indicado (A+B).

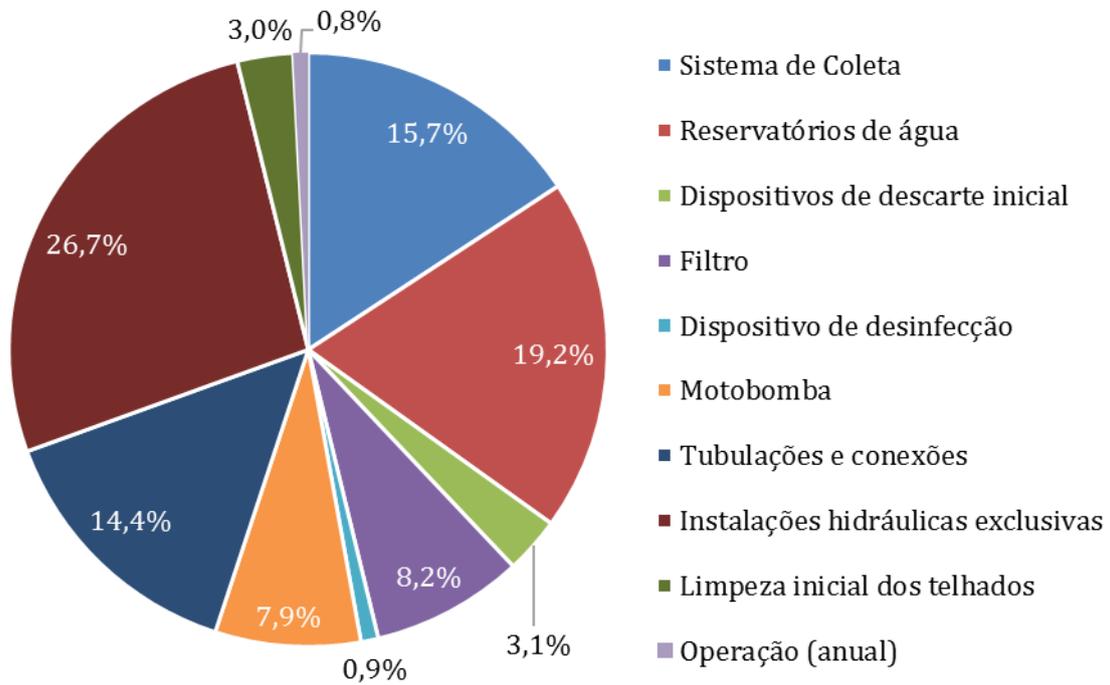
DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL (R\$)	PERCENTUAL (%)
Hipoclorito de Sódio (Cloro líquido 2,5%)	280,94	30,88
Energia para operação da motobomba	628,84	69,12
TOTAL	909,78	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3. Estimativa de custo total para o cenário indicado (Cenário A+B)

A somatória dos custos de implantação e custos de operação formam o custo total do sistema. Fazendo-se uma análise simples, a partir da proporção significativa de cada custo, é possível verificar o quanto cada item do sistema impacta financeiramente no sistema de aproveitamento de água da chuva, tanto no que se refere à implantação quanto à operação. A Figura 37 apresenta uma análise gráfica dessa proporção.

Figura 37 – Proporção entre os custos de implantação em um ano de operação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

6. Potencial de economia em outros edifícios

O presente capítulo apresenta um estudo complementar de aproveitamento da água de chuva para o Campus Reitor João David Ferreira Lima da UFSC. Em tal estudo, foi realizado um levantamento proativo da viabilidade potencial de implantação de SAAP nos demais centros de ensino, a fim de mostrar a possibilidade de obter benefícios ambientais e econômicos a partir de uma solução ainda pouco difundida no campus.

6.1. Abrangência do estudo

Para o estudo de potencial de economia de água e financeiro, foram levantados os centros de ensino que possuem estruturas similares às do Centro Tecnológico, de forma que as análises feitas nele pudessem ser extrapoladas para as demais edificações. Com esse critério, os seguintes centros foram selecionados:

- Centro de Comunicação e Expressão (CCE)
- Centro de Ciências da Saúde (CCS)
- Centro de Ciências Jurídicas (CCJ)
- Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH)
- Centro Socioeconômico (CSE)

6.2. Levantamento de dados e considerações

A partir do mapeamento dos hidrômetros da UFSC e demais dados de faturas de água disponibilizados pelo DPAE/UFSC, foram reunidas informações de espaço físico, consumo de água, serviços faturados e a estrutura tarifária enquadrada na CASAN. A Tabela 17 apresenta os dados gerais dos hidrômetros analisados.

Tabela 17 – Dados das faturas de água dos hidrômetros da UFSC analisados.

Hidrômetro	Volume mensal médio faturado (L)	Tarifa total média (valor bruto, sem descontos)*	Estrutura tarifária (% aplicada sobre o volume faturado)	Serviço faturado
H20 Matrícula: 229682-9	771.417	R\$ 14.383,66	100% categoria Pública	Água e Esgoto
H17 Matrícula: 229695-0	744.417	R\$ 13.808,40	100% categoria Pública	Água e Esgoto
H08 Matrícula: 229715-9	547.667	R\$ 5.077,90	100% categoria Pública	Água
H48 Matrícula: 229676-4	441.083	R\$ 8.174,58	100% categoria Pública	Água e Esgoto
H42 Matrícula: 229680-2	279.750	R\$ 5.161,88	100% categoria Pública	Água e Esgoto
H41 Matrícula: 229681-0	237.417	R\$ 4.621,94	50% categoria Pública e 50% Comercial	Água e Esgoto
H19 Matrícula: 909782-1	85.667	R\$ 1.525,86	50% categoria Pública e 50% Comercial	Água e Esgoto

* Quando da cobrança de serviços de água e esgoto, 50% do valor refere-se ao tratamento de água e 50% de esgoto. No caso do hidrômetro H08, 100% do valor refere-se ao tratamento e distribuição de água.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nas tabelas seguintes, pode-se observar dados detalhados de cada bloco (edificação) alimentado pelos hidrômetros discriminados anteriormente. Nota-se que foram desconsiderados prédios de centros não mencionados no item 6.1. Também não foram simulados sistemas de aproveitamento em edifícios com tipologia distinta daquela avaliada nos blocos A, B, C, D e E do CTC/UFSC. Essas características são listadas na Tabela 18 e também são indicadas nas colunas “Obs.” da Tabela 19 à Tabela 25.

Tabela 18 – Características da edificação.

OBS.	CARACTERÍSTICA
1	Edificação muito isolada das demais: dificulta direcionar as águas de chuva captadas para um mesmo sistema de tratamento, armazenamento e distribuição de água pluvial.
2	Edificação com pouca altura: associada à distância entre as edificações, dificulta também a junção das águas no mesmo sistema de aproveitamento.
3	Pequena área de captação disponível.
4	Proporção de consumo do hidrômetro muito pequena ou inexistente, não compensando ter um SAAP individual.
5	Edificação com tipologia diferente à do CTC/UFSC.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir, da Tabela 19 à Tabela 25, são apresentadas as edificações abastecidas com água tratada conforme o hidrômetro.

Tabela 19 – Dados das edificações abastecidas pelo hidrômetro H20 e SAAPs definidos.

BLOCO	ÁREA DE COBERTURA (m ²)	CONSUMO DE ÁGUA	ÁREA CONSTRUÍDA (m ²)	PROPOR. CONSUMO ÁGUA ¹	OBS.	SAAP	ÁREA DE CAPTAÇÃO DO SAAP (m ²)	PROPOR. DO HIDR. ²
CSE01	536,1	sim	1.668,2	13%	-			
CSE02	1111,0	sim	2.994,6	24%	-	CSE1	3.048,4	69%
CSE03	728,8	sim	2.238,5	18%	-			
CSE04	672,6	sim	1.834,0	14%	-			
CSE08	39,1	não ³	38,6	-	1,2,3,4,5	-	-	-
CCJ01	531,1	sim	2.124,2	17%	-	CCJ	1036,0	31%
CCJ02	504,9	sim	1.831,1	14%	-			
Total							4.084,4	100%

¹ Proporção do consumo de água: relação entre a área total construída da edificação e a soma das áreas construídas das edificações com consumo de água.

² Proporção do hidrômetro: proporção de consumo do hidrômetro direcionada ao sistema de aproveitamento proposto.

Uso da edificação: ³ Subestação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 20 – Dados das edificações abastecidas pelo hidrômetro H17 e SAAP definido.

BLOCO	ÁREA DE COBERTURA (m ²)	CONSUMO DE ÁGUA	ÁREA CONSTRUÍDA (m ²)	PROPOR. CONSUMO ÁGUA ¹	OBS.	SAAP	ÁREA DE CAPTAÇÃO DO SAAP (m ²)	PROPOR. DO HIDR. ²
CCS01	521,7	sim	1.595,4	10%	-			
CCS02	1104,3	sim	2.994,6	18%	-			
CCS03	844,4	sim	2.583,7	15%	-			
CCS04	1306,3	sim	3.813,5	23%	-			
CCS16	612,5	sim	1.662,6	10%	-	CCS1	5.126,0	96%
CCS17	435,1	sim	2.158,8	13%	-			
CCS18	90,3	sim	355,1	2%	-			
CCS29	121,8	sim	484,3	3%	-			
CCS22	89,6	sim	379,5	2%	-			
CCS05	187,2	sim	194,4	1%	1,2,4,5	-	-	-
CCS09	437,0	sim	457,7	3%	1,2,4,5	-	-	-
CCS08	38,8	não ³	38,6	-	1,2,3,4,5	-	-	-
CCS13	25,5	não ⁴	19,2	-	1,2,3,4,5	-	-	-
Total							5.126,0	96%

¹ Proporção com consumo de água: relação entre a área total construída da edificação e a soma das áreas construídas das edificações com consumo de água.

² Proporção do hidrômetro: proporção de consumo do hidrômetro direcionada ao sistema de aproveitamento proposto.

Uso da edificação: ³ Subestação; ⁴ Abrigo de compressores II.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 21 – Dados das edificações abastecidas pelo hidrômetro H08 e SAAP definido.

BLOCO	ÁREA DE COBERTURA (m ²)	CONSUMO DE ÁGUA	ÁREA CONSTRUÍDA (m ²)	PROPOR. CONSUMO ÁGUA ¹	OBS.	SAAP	ÁREA DE CAPTAÇÃO DO SAAP (m ²)	PROPOR. DO HIDR. ²
CCS19	416,9	sim	1.662,6	23%	-			
CCS20	73,1	sim	287,2	4%	-	CCS2	906,8	49%
CCS21	416,9	sim	1.662,6	23%	-			
CDS27	138,2	sim	127,2	2%	5	-	-	-
CTC32	811,2	sim	3.016,0	41%	1		Edificação nova, requer análise mais aprofundada	
PU03	677,7	sim	570,6	8%	5	-	-	-
PU04	402,9	não ³	427,8	-	5	-	-	-
Total							906,8	49%

¹ Proporção com consumo de água: relação entre a área total construída da edificação e a soma das áreas construídas das edificações com consumo de água.

² Proporção do hidrômetro: proporção de consumo do hidrômetro direcionada ao sistema de aproveitamento proposto.

Uso da edificação: ³ Restaurante - grêmio PU (desativado).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 22 – Dados das edificações abastecidas pelo hidrômetro H48 e SAAP definido.

BLOCO	ÁREA DE COBERTURA (m ²)	CONSUMO DE ÁGUA	ÁREA CONSTRUÍDA (m ²)	PROPOR. CONSUMO ÁGUA ¹	OBS.	SAAP	ÁREA DE CAPTAÇÃO DO SAAP (m ²)	PROPOR. DO HIDR. ²
CFH01	608,7	sim	1.523,0	16%	-			
CFH02	1109,6	sim	2.994,5	31%	-			
CFH03	877,3	sim	2.670,5	27%	-	CFH	3.319,5	100%
CFH12	723,6	sim	2.595,2	27%	-			
CFH10	39,1	não ³	38,6	-	1,2,3,4,5	-	-	-
Total							3.319,5	100%

¹ Proporção com consumo de água: relação entre a área total construída da edificação e a soma das áreas construídas das edificações com consumo de água.

² Proporção do hidrômetro: proporção de consumo do hidrômetro direcionada ao sistema de aproveitamento proposto.

Uso da edificação: ³ Subestação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 23 – Dados das edificações abastecidas pelo hidrômetro H42 e SAAP definido.

BLOCO	ÁREA DE COBERTURA (m ²)	CONSUMO DE ÁGUA	ÁREA CONSTRUÍDA (m ²)	PROPOR. CONSUMO ÁGUA ¹	OBS.	SAAP	ÁREA DE CAPTAÇÃO DO SAAP (m ²)	PROPOR. DO HIDR. ²
CCE02	712,2	sim	4.794,3	40%	-	CCE1	712,2	40%
CFM02	620,1	sim	620,1	5%	5	-	-	-
CFM03	586,1	sim	586,1	5%	5	-	-	-
CFM04	639,7	sim	639,7	5%	5	-	-	-
CFM05	691,2	sim	691,2	6%	5	-	-	-
CFM06	665,2	sim	665,2	6%	5	-	-	-
CFM07	670,1	sim	670,1	6%	5	-	-	-
CFM08	670,1	sim	670,1	6%	5	-	-	-
CCB01	667,0	sim	667,0	6%	5	-	-	-
CCB10	589,0	sim	589,0	5%	5	-	-	-
APU01	185,0	sim	185,0	2%	5	-	-	-
CCB19	121,3	sim	121,3	1%	5	-	-	-
CCB27	418,4	sim	1.004,9	8%	5	-	-	-
Total							712,2	40%

¹ Proporção com consumo de água: relação entre a área total construída da edificação e a soma das áreas construídas das edificações com consumo de água.

² Proporção do hidrômetro: proporção de consumo do hidrômetro direcionada ao sistema de aproveitamento proposto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 24 – Dados das edificações abastecidas pelo hidrômetro H41 e SAAP definido.

BLOCO	ÁREA DE COBERTURA (m ²)	CONSUMO DE ÁGUA	ÁREA CONSTRUÍDA (m ²)	PROPOR. CONSUMO ÁGUA ¹	OBS.	SAAP	ÁREA DE CAPTAÇÃO DO SAAP (m ²)	PROPOR. DO HIDR. ²
CCE01	2.092,0	sim	8.041,7	91%	-	CCE2	2.568,4	100%
CCE09	476,4	sim	772,7	9%	-			
Total							2.568,4	100%

¹ Proporção com consumo de água: relação entre a área total construída da edificação e a soma das áreas construídas das edificações com consumo de água.

² Proporção do hidrômetro: proporção de consumo do hidrômetro direcionada ao sistema de aproveitamento proposto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 25 – Dados das edificações abastecidas pelo hidrômetro H19 e SAAP definido.

BLOCO	ÁREA DE COBERTURA (m ²)	CONSUMO DE ÁGUA	ÁREA CONSTRUÍDA (m ²)	PROPOR. CONSUMO ÁGUA ¹	OBS.	SAAP	ÁREA DE CAPTAÇÃO DO SAAP (m ²)	PROPOR. DO HIDR. ²
CSE09	358,3	sim	1.791,1	45%	-	CSE2	708,6	100%
CSE10	350,2	sim	2.170,0	55%	-			
Total							708,6	100%

¹ Proporção com consumo de água: relação entre a área total construída da edificação e a soma das áreas construídas das edificações com consumo de água.

² Proporção do hidrômetro: proporção de consumo do hidrômetro direcionada ao sistema de aproveitamento proposto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A divisão do consumo dos hidrômetros entre os diferentes blocos ligados a eles foi realizada com base na área total construída de cada edifício que possui consumo de água. Dessa forma, foi possível obter o percentual de consumo do hidrômetro direcionado a cada SAAP proposto para compor os dados de demanda de água nas simulações de cada sistema de aproveitamento. Na sequência (Tabela 26 a Tabela 32), são apresentados os volumes de consumo mensais e diários calculados para cada sistema proposto.

Tabela 26 – Dados de consumo para os SAAPs CSE1 e CCJ.

HIDRÔMETRO	MÊS DA FATURA (MÉDIA DE 2 MESES)	CONSUMO MÉDIO FATURADO DO HIDRÔMETRO (L)	CONSUMO MENSAL PROPORCIONAL - CSE1 (L)	CONSUMO DIÁRIO DO PERÍODO - CSE1 (L/DIA)	CONSUMO MENSAL PROPORCIONAL - CCJ (L)	CONSUMO DIÁRIO DO PERÍODO - CCJ (L/DIA)
H20 Matrícula: 229682-9	abr/15 e abr/16	523.000	359.996	14.400	163.004	6.520
	mai/15 e mai/16	716.000	492.844	12.637	223.156	5.722
	jun/15 e jun/16	579.500	398.887	9.972	180.613	4.515
	jul/15 e jul/16	619.500	426.420	21.321	193.080	9.654
	ago/15 e ago/16	1.030.000	708.979	26.258	321.021	11.890
	set/15 e set/16	922.500	634.983	19.843	287.517	8.985
	out/15 e out/16	481.500	331.430	11.048	150.070	5.002
	nov/15 e nov/16	1.349.500	928.900	32.031	420.600	14.503
	dez/15 e dez/16	738.500	508.331	15.885	230.169	7.193
	jan/16 e jan/17	450.000	309.748	9.992	140.252	4.524
	fev/16 e fev/17	508.500	350.015	11.291	158.485	5.112
	mar/16 e mar/17	592.500	407.835	13.594	184.665	6.156

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 27 – Dados de consumo para o SAAP CCS1.

HIDRÔMETRO	MÊS DA FATURA	CONSUMO FATURADO DO HIDRÔMETRO (L)	CONSUMO MENSAL PROPORCIONAL - CCS1 (L)	CONSUMO DIÁRIO DO PERÍODO - CCS1 (L/DIA)
H17 Matrícula: 229695-0	abr/16	1.082.000	1.039.698	34.657
	mai/16	1.234.000	1.185.756	35.932
	jun/16	600.000	576.543	19.881
	jul/16	554.000	532.341	18.357
	ago/16	443.000	425.681	14.679
	set/16	864.000	830.221	25.944
	out/16	744.000	714.913	23.830
	nov/16	672.000	645.728	21.524
	dez/16	678.000	651.493	21.016
	jan/17	432.000	415.111	13.391
	fev/17	507.000	487.178	17.399
	mar/17	1.123.000	1.079.096	33.722

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 28 – Dados de consumo para o SAAP CCS2.

HIDRÔMETRO	MÊS DA FATURA	CONSUMO FATURADO DO HIDRÔMETRO (L)	CONSUMO MENSAL PROPORCIONAL - CCS2 (L)	CONSUMO DIÁRIO DO PERÍODO - CCS2 (L/DIA)
H08 Matrícula: 229715-9	abr/16	540.000	266.266	8.876
	mai/16	528.000	260.349	6.350
	jun/16	737.000	363.403	17.305
	jul/16	503.000	248.021	8.552
	ago/16	466.000	229.777	7.923
	set/16	620.000	305.712	9.554
	out/16	567.000	279.579	9.319
	nov/16	722.000	356.007	11.867
	dez/16	570.000	281.058	9.066
	jan/17	364.000	179.483	5.790
	fev/17	464.000	228.791	8.171
	mar/17	491.000	242.104	7.566

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 29 – Dados de consumo para o SAAP CFH.

HIDRÔMETRO	MÊS DA FATURA (MÉDIA DE 2 MESES)	CONSUMO MÉDIO FATURADO DO HIDRÔMETRO (L)	CONSUMO MENSAL PROPORCIONAL - CFH (L)	CONSUMO DIÁRIO DO PERÍODO - CFH (L/DIA)
H48 Matrícula: 229676-4	abr/15 e abr/16	485.500	485.500	19.420
	mai/15 e mai/16	543.500	543.500	18.117
	jun/15 e jun/16	378.500	378.500	7.724
	jul/15 e jul/16	591.000	591.000	29.550
	ago/15 - ago/16	449.000	449.000	16.630
	set/15 e set/16	530.500	530.500	16.578
	out/15 e out/16	478.000	478.000	15.933
	nov/15 e nov/16	450.500	450.500	15.534
	dez/15 e dez/16	405.000	405.000	12.656
	jan/16 e jan/17	194.500	194.500	6.274
	fev/16 e fev/17	222.500	222.500	7.177
	mar/16 e mar/17	368.000	368.000	12.267

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 30 – Dados de consumo para o SAAP CCE1.

HIDRÔMETRO	MÊS DA FATURA	CONSUMO FATURADO DO HIDRÔMETRO (L)	CONSUMO MENSAL PROPORCIONAL - CCE1 (L)	CONSUMO DIÁRIO DO PERÍODO - CCE1 (L/DIA)
H42 Matrícula: 229680-2	abr/16	331.000	133.312	5.332
	mai/16	278.000	111.966	2.946
	jun/16	250.000	100.689	3.356
	jul/16	233.000	93.842	3.027
	ago/16	258.000	103.911	3.849
	set/16	270.000	108.744	3.398
	out/16	270.000	108.744	3.625
	nov/16	259.000	104.314	3.161
	dez/16	256.000	103.105	3.682
	jan/17	257.000	103.508	3.339
	fev/17	568.000	228.765	7.380
	mar/17	127.000	51.150	1.705

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 31 – Dados de consumo para o SAAP CCE2.

HIDRÔMETRO	MÊS DA FATURA	CONSUMO FATURADO DO HIDRÔMETRO (L)	CONSUMO MENSAL PROPORCIONAL - CCE2 (L)	CONSUMO DIÁRIO DO PERÍODO - CCE2 (L/DIA)
H41 Matrícula: 229681-0	abr/16	245.000	245.000	9.800
	mai/16	352.000	352.000	9.026
	jun/16	283.000	283.000	9.433
	jul/16	213.000	213.000	7.100
	ago/16	201.000	201.000	7.444
	set/16	340.000	340.000	10.625
	out/16	506.000	506.000	16.867
	nov/16	315.000	315.000	10.862
	dez/16	78.000	78.000	2.438
	jan/17	28.000	28.000	903
	fev/17	93.000	93.000	3.000
	mar/17	195.000	195.000	6.500

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 32 – Dados de consumo para o SAAP CSE2.

HIDRÔMETRO	MÊS DA FATURA (MÉDIAS DE 2 MESES)	CONSUMO MÉDIO FATURADO DO HIDRÔMETRO (L)	CONSUMO MENSAL PROPORCIONAL - CSE2 (L)	CONSUMO DIÁRIO DO PERÍODO - CSE2 (L/DIA)
H19 Matrícula: 909782-1	abr/15 e abr/16	127.500	127.500	5.100
	mai/15 e mai/16	55.000	55.000	1.410
	jun/15 e jun/16	68.500	68.500	2.283
	jul/15 e jul/16	89.000	89.000	2.967
	ago/15 e ago/16	112.000	112.000	4.148
	set/15 e set/16	208.000	208.000	6.500
	out/15 e out/16	222.000	222.000	7.400
	nov/15 e nov/16	183.500	183.500	6.328
	dez/15 e dez/16	146.000	146.000	4.563
	jan/16 e jan/17	177.500	177.500	5.726
	fev/16 e fev/17	75.500	75.500	2.435
	mar/16 e mar/17	63.500	63.500	2.117

Fonte: Elaborado pelo autor.

A demanda total por água nas edificações foi levantada a partir do volume medido nas faturas dos últimos 12 meses em cada hidrômetro. Tendo em vista que em anos anteriores as ligações poderiam atender a diferentes edifícios, optou-se por considerar o consumo mais recente, no período de um ano. No caso dos hidrômetros H19, H20 e H48, foram consideradas médias de consumo para um período de dois anos (24 últimos meses), pois nesses casos foi verificada elevada oscilação nas leituras entre os meses do ano e não condizentes com os períodos letivos e de férias. Essas oscilações podem ocorrer em função de eventos específicos nos centros, como paralisações relativas a greves, por exemplo.

6.3. Potencial de economia

A partir da definição dos sistemas de aproveitamento de água de chuva e suas demandas diárias de água, foram realizadas simulações dos SAAPs no simulador gratuito da RainMap (rainmap.com.br), que utiliza o mesmo algoritmo de cálculo de potencial de economia apresentado e utilizado no capítulo 3 deste documento. Foi considerado o mesmo percentual de substituição de água potável por água de chuva adotado para o CTC/UFSC, equivalente a 70% do consumo, referente a usos não potáveis, como rega de jardim, limpeza de área externa, vasos sanitários, mictórios e tanques. Os relatórios de pré-viabilidade estão disponíveis em Apêndices.

Resumidamente, os dados de economia para cada centro de ensino podem ser visualizados pela Tabela 33.

Tabela 33 – Dados de economia dos SAAPs simulados pelo RainMap.

SAAP/CENTRO	APÊNDICE	POTENCIAL ÓTIMO DE SUBSTITUIÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL POR ÁGUA DE CHUVA	ECONOMIA ANUAL DE ÁGUA POTÁVEL (L)	ECONOMIA ANUAL TOTAL (R\$)
CSE1	A	19,49%	1.177.000	R\$ 27.399,10
CSE2	B	33,48%	520.000	R\$ 13.072,90
CSE total:			1.697.000	R\$ 40.472,00
CCJ	C	21,85%	590.000	R\$ 13.776,90
CCS1	D	16,64%	1.421.000	R\$ 33.018,80
CCS2	E	17,57%	588.000	R\$ 6.870,45
CCS total:			2.009.000	R\$ 39.889,25
CFH	F	20,91%	1.137.000	R\$ 26.443,80
CCE1	G	37,28%	505.000	R\$ 11.800,50
CCE2	H	28,13%	806.000	R\$ 20.478,80
CCE total:			1.311.000	R\$ 32.279,30
Total			6.744.000	R\$ 152.861,25

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se que o centro que resultou num maior potencial de economia financeira foi o CSE, apesar de a maior economia anual de água potável ter sido a do Centro de Ciências da Saúde. Isso se deve ao fato de que 50% do consumo de água do CSE é tarifado pela categoria Comercial, que atinge valores superiores à categoria Pública.

De maneira geral, as economias levantadas para parte dos edifícios dos 5 centros de ensino analisados são significativas. Por ano, é possível economizar cerca de R\$152 mil na fatura de água e esgoto (quando aplicável) água, e o volume anual de água potável economizada (6.744.000 L) representa o equivalente à quase 3 piscinas olímpicas, ou o suficiente para suprir o consumo total diário de 123 pessoas durante um ano.

Ressalta-se ainda que as economias podem ser maiores se implantados sistemas de aproveitamento de água de chuva em todas as edificações que foram desconsideradas, que necessitam de um estudo mais aprofundado para levantar o percentual de usos com fins não potáveis. A exemplo, temos os edifícios novos

CFH15 e CFH16 do hidrômetro H48, as edificações dos centros CFM e CCB do hidrômetro H42 e o novo bloco da Engenharia Química (CTC32).

Para o hidrômetro H08, é possível obter uma economia ainda maior a partir de um estudo específico nos edifícios desconsiderados. Além disso, atualmente não é cobrada tarifa de esgoto para esse medidor. Contudo, sabe-se que a tendência é de que no futuro os edifícios sejam ligados à rede pública de tratamento de esgoto. Nessa situação, o benefício econômico sentido com o uso de uma fonte alternativa de água pode ser ainda maior.

Finalmente, apresenta-se o estudo em caráter preliminar, uma vez que o mesmo não levou em conta análises de cenários como as realizadas no CTC/UFSC (variação de área de contribuição, consideração dos investimentos financeiros necessários, avaliação de peculiaridades de implantação). Sua função é fornecer uma primeira quantificação dos benefícios advindos do aproveitamento da água de chuva em diferentes centros do campus Reitor João David Ferreira Lima, a fim de viabilizar a tomada de decisão e instigar o interesse nessa solução sustentável.

Considerações finais

A utilização de água da chuva para fins não potáveis em edificações vem se tornando cada vez mais uma alternativa às fontes convencionais de água. Além de ser uma forma de combater a escassez de água, contribui para a preservação do meio ambiente na forma da conservação dos corpos hídricos. A redução de picos de alagamentos também é uma ação importante desta prática, bem como a redução dos riscos de erosão, uma vez que há a retenção de um volume que seria dispensado na rede ou no ambiente. A implantação do sistema de aproveitamento de água da chuva, em particular em edifícios públicos, pode gerar uma economia financeira ao proporcionar redução nas despesas públicas com água e esgoto, além de ser prevista em legislação.

A partir do Decreto nº 99 de 1º de março de 2007, a implantação de sistema de captação ou retenção de águas pluviais tornou-se obrigatória em edificações públicas ou privadas no estado de Santa Catarina. O artigo 1º estabelece que “Todas as construções novas e reformas de prédios públicos deverão prever sistema para captação de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos” (SANTA CATARINA, 2007).

No presente estudo, foi avaliada a viabilidade de implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva no Centro Tecnológico – CTC/UFSC. Foram elaborados cenários com diversas possibilidades de implantação, variando-se área de coleta e volume de reservatórios, e realizadas simulações para predição de economia de água e financeira em substituição das demandas não-potáveis do edifício principal do CTC/UFSC (Bloco A). Considerou-se um balanço entre dados históricos tratados de chuva diária ao longo de 30 anos (oferta de água) e de consumo de água (demanda de água). Foram realizadas análises técnico-econômicas para avaliar o cenário ideal (equilibrando área de coleta, volume do reservatório e custos relacionados), e selecionada a opção ótima a partir do critério de escolha de menor *payback*. Como resultado, a implantação de um SAAP com área de captação de 1.676 m² (relativa à área de cobertura dos Blocos A e B do CTC) e 50.000 L de volume de reserva de água de chuva mostrou-se como ótima para o CTC/UFSC. Cenário esse que proporcionaria a redução de gastos anuais em média

de R\$27.531,78, ou seja, 68,5% de redução quando comparado ao total de R\$40.186,60 cobrados no último ano (out. 2015 a set.2016) nas faturas de água e esgoto. Considerando os custos de implantação, manutenção e operação do primeiro ano, os investimentos necessários totalizam R\$111.914,30 e resultariam em um *payback* equivalente a 4,17 anos.

Ressalta-se que o critério de escolha do cenário ideal pode ser mudado de acordo com o interesse do tomador de decisão, podendo ser, por exemplo, adotado o critério de maior economia de água, uma vez que os benefícios do SAAP são perpétuos.

Tendo em vista a crescente falta de água nos grandes centros urbanos, a redução do consumo de água como um todo é outro desafio complementar ao aproveitamento da água de chuva. Algumas ações como a simples substituição de aparelhos sanitários de caixa acoplada, instalação de válvulas de descarga *dual flush* e aeradores de torneiras podem ser aplicadas para reduzir o consumo de água. O objetivo das instalações de equipamentos economizadores como esses é reduzir o consumo de água independente da ação do usuário ou da sua mudança de comportamento (ANA *et al.*, 2005). Assim, além da economia de água potável advinda do aproveitamento da água de chuva, é possível reduzir como um todo o consumo de água da edificação. Outra oportunidade possível para redução do consumo de água potável da edificação é o reúso de águas cinzas, que por sua vez não só proporciona uma fonte alternativa de água para o usuário, mas também trata o esgoto da edificação.

Finalmente, destaca-se que elaborar estratégias de uso racional da água é fundamental e possibilitará não só benefícios financeiros e ambientais. Servirá para incorporar conceitos de sustentabilidade à edificação, servindo de exemplo aos usuários do CTC/UFSC e demais centros de ensino, além de possibilitar uma maior autonomia de água, reduzindo a dependência da concessionária local.

Referências

- 3PTECHNICK. **Catálogo de produtos**. Disponível em: < <http://www.agua-de-chuva.com/>>. Acesso em: 20 novembro de 2016.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.626/1998** – Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1989.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.688/2010** – Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Requisitos. Rio de Janeiro, 2010.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.844/1989** – Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento. Rio de Janeiro, 1989.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527/2007** – Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.213/1992** – Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público – Procedimento. Rio de Janeiro, 1992.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.818/1989** – Qualidade da água de piscina – Procedimento. Rio de Janeiro, 1989.
- ABCCAMP. Solução em sinalização. **Catálogo de produtos**. Disponível em: abccamp.com.br/index.php?route=product/product&product_id=435. Acesso em: 20 de abril de 2017.
- ANA, Agência Nacional das Águas; SAS/ANA, Superintendência de Conservação de Água e Solo; FIESP, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; DMA, Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; SindusCon-SP, Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo; COMASP, Comitê de Meio Ambiente do SindusCon- SP - **Conservação e Reuso da Água em Edificações**. Prol Editora Gráfica, São Paulo, 2005.
- AQUASTOCK. **Catálogo De Produtos**. Disponível em: <<http://www.aquastock.com.br/>>. Acesso em: 20 novembro de 2016.
- ARALDI, B.; NICOLINI, G. T.; VIEIRA, S. F.; FERNANDES, J. S. Análise do aproveitamento da água da chuva nas escolas do município de Videira-sc e estudo da viabilidade da implantação de um sistema de captação e aproveitamento dessa água no IFC – câmpus videira (Relatório Final de Iniciação Científica) **Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio**. Instituto Federal Catarinense, Videira, 2014.
- BASTOS, P. B. **Tratamento de água de chuva através de filtração lenta e desinfecção UV**. 2007, 135 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.
- BERTOLO, E. J. P. **Aproveitamento da Água da Chuva em Edificações**. 2006. 174 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto (Portugal), Porto, 2006.
- BRASIL. MEC. **Guia do Professor - Conteúdos Digitais**. Audiovisual 10 - Medindo a chuva. Brasília, 2014.
- BUZETI, J. C. Qualidade da água de chuva armazenada em reservatórios. **Revista Hydro**, 2016.
- COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Tarifa de água**. Disponível em: <http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/tarifas#0> – Vigente desde agosto de 2016. Acesso em: 20 de abril de 2017.
- COUTO, V. B. **Projeto de aproveitamento da água da chuva para o ginásio de esportes da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) em Joinville**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2012.

- DANIEL, L. A. **Desinfecção de esgotos com radiação ultravioleta: fotorreativação e obtenção de parâmetros cinéticos**. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, 1993.
- DANIEL, L. A. **Processos de Desinfecção e Desinfetantes Alternativos na Produção de Água Potável**. 1ª edição, São Carlos, 2001.
- DIN (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG, do alemão: INSTITUTO ALEMÃO DE NORMALIZAÇÃO). **DIN 1989-1:2001-10** - Rainwater harvesting systems - Part 1: Planning, installation, operation and maintenance, 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Captação de água de chuva e armazenamento em cisterna para uso na produção animal**. Disponível em : <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1050541/1/documentos122.pdf> . Acesso em: 20 de abril de 2017. ISSN 1980-6841 Agosto, 2016.
- FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. **Manual de utilização das águas pluviais: 100 Maneiras Práticas**. Curitiba: Livraria do Chain Editora, 2002.
- FERRAZ, A. A. DURANTE, L. C. NOGUEIRA, M. C. J. A. ROSSETI, K. A. C. CALLEJAS, I. J. A. Aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em edificações escolares: proposta de planejamento sustentável. **XIV ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Minas Gerais, 2012.
- FLORIANÓPOLIS. Vigilância Sanitária e Ambiental de Florianópolis. **Orientação Técnica: Aproveitamento de Águas Pluviais. Florianópolis-SC**, Rev. 1, 2016. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/05_12_2016_18.51.38.3e5b3013a01ef5980d1c45d3ad8c7bcc.pdf>. Acesso em: 20 de janeiro de 2017.
- GHISI, E.; FERREIRA, D.F. Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil. **Building and Environment**, v.42, v.7, p.2512–2522, 2007.
- GIACCHINI, M. **Estudo quali-quantitativo do aproveitamento da água de chuva no contexto da sustentabilidade dos recursos hídricos**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- GROUP RAINDROPS. Aproveitamento de Água de Chuva. Curitiba, 2002.
- HORIZONTE VERDE. **Hypoclorito X Cloro Orgânico**. Disponível em: <http://www.horizonteverde.com.br/hypoclorito_cloro_organico.html>. Acesso em: 20 de janeiro de 2017.
- INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acessado em: 20 de junho de 2016.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **SIDRA – Sistema IBGE de recuperação automática**. 2010. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=25&i=P&c=1395>. Acessado em: 15 de setembro de 2016.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA e Índice Nacional de Preços ao Consumidor – INP**. 2016. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/236/inpc_ipca_2016_dez.pdf. Acessado em: 20 de abril de 2017.
- JABUR, A. S.; BENETTI H. P.; SILIPRANDI, E. M. Aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis. **Congresso nacional de excelência em gestão**. Rio de Janeiro, 7 ed., 2011.
- JAQUES, R. C. Qualidade da água de chuva no município de **Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. 2005. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2005.

JENNINGS, S. A.; LAMBERT M. F.; KUCZERA, G. Generating synthetic high resolution rainfall time series at sites with only daily rainfall using a master–target scaling approach. **Journal of Hidrology**, v.393, p163-173, 2010.

JONES, A.J. **Factors affecting the operation and maintenance of biosand filters for rainwater treatment in developing countries**. 2007. Dissertation. (Master of Science in Civil Engineering) University of Arkansas. Arkansas, United States, 2007.

MAESTRI, R. S., **Análise Custo-Benefício para o Aproveitamento de Água de Chuva em Florianópolis**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MANO, R. S.; SCHMITT, C. M. Captação Residencial de Água Pluvial, para Fins Não Potáveis, em Porto Alegre: Aspectos Básicos da Viabilidade Técnica e dos Benefícios do Sistema. **CLACS' 04 - I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, São Paulo, Anais, 2004.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis-SC**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

MAY, S.; PRADO, R.T.A., **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria N° 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_2914-11.pdf>. Acesso em: 15 de outubro de 2016.

NADDEO, V.; SCANNAPIECO, D.; BELGIOMO, V. Enhanced drinking water supply through harvested rainwater treatment. Elsevier: **Journal of Hidrology**. v.498. p 287-291, Fisciano, 2013.

PERDOMO, C.C., FIGUEREDO, E.A.P.; **Critérios para a Captação e Aproveitamento da Água da Chuva na Avicultura de Corte**. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/artigos/2004/artigo-2004-n002.html>>. Acesso em 10 de dezembro de 2016.

RIBEIRO, E. N., SOUZA JR, W. C., URRUCHI, W. M. I., LEITE, A. F., NOLASCO, M. A. Implementação do tratamento de água de chuva com tecnologia de ozônio no Aeroporto Internacional de São Paulo. **25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 9p. São José dos Campos, 2009.

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

SANTA CATARINA (Estado). Decreto nº 99 de 1º de março de 2007. Florianópolis, 2007.

SILVA, A. P. R., BARBOSA, B. A., LACERDA, C.R., FIGUEIREDO, L. C., COSTA, R.F., COELHO, R. **Captação e tratamento de águas pluviométricas para fim potável. Desenvolvimentos de processos químicos**. 2015.

TEXAS. The Texas Manual on rainwater harvesting. Third Edition, Austin, Texas, 2005.

TOMAZ, P. – **Água da Chuva: Aproveitamento de Água da Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. 1ª Edição. São Paulo: Navegar Editora, 2003. ISBN 8587678-23-x.

USGBC. The U.S. Green Building Council. Homes Table 8 Common runoff coefficients. **LEED V4 HANDBOOK 2017**. Disponível em: <http://www.usgbc.org/resources/homes-table-8-common-runoff-coefficients> Acessado em: 11 de abril de 2017.

YWASHIMA, L. A. **Avaliação do uso de água em edifícios escolares públicos e análise de viabilidade econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

WERNECK, G. A. M. **Sistemas de utilização da água da chuva nas edificações: o estudo de caso da aplicação em escola de Barra do Pirai**. Dissertação (Mestrado). Universidade federal do rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

ZHANG, Y.; CHEN, D.; CHEN, L.; ASHBOLT, S. Potential for rainwater use in high-rise buildings in Australian cities. **Journal of environmental management**, v.91, n.1, p.222–6. 2009.

Apêndices

Apêndice A – CSE1

Análise de pré-viabilidade do aproveitamento da água de chuva - CSE1

Centro Sócio-Econômico, a partir das informações repassadas, a RainMap simulou um sistema de aproveitamento no tamanho ideal para os edifícios CSE01, CSE02, CSE03 e CSE04!

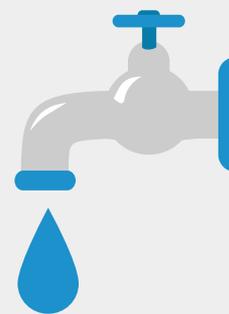
É possível substituir anualmente cerca de **1.177 mil litros** do consumo atual de água desses edifícios por água de chuva!

Isso equivale a **19,49%** do consumo atual.¹

Ou seja, uma economia anual de **R\$ 27.399,1** na fatura de água!²

Não desperdice uma gota! O volume de água poupada é o equivalente a esquecer uma torneira aberta por

204 dias!



Dados da sua simulação

Localização:
CSE/UFSC

Área de captação:
3.048,44 m²

Tipo de edificação:
Instituição de Ensino

Estágio:
Construída

Consumo médio mensal de água potável:
502.917 L

Sistema de tratamento de esgoto considerado:
Realizado pelo município

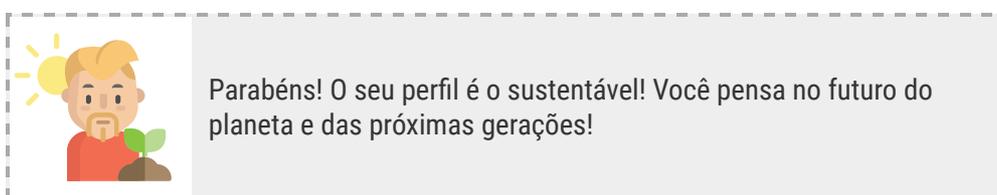
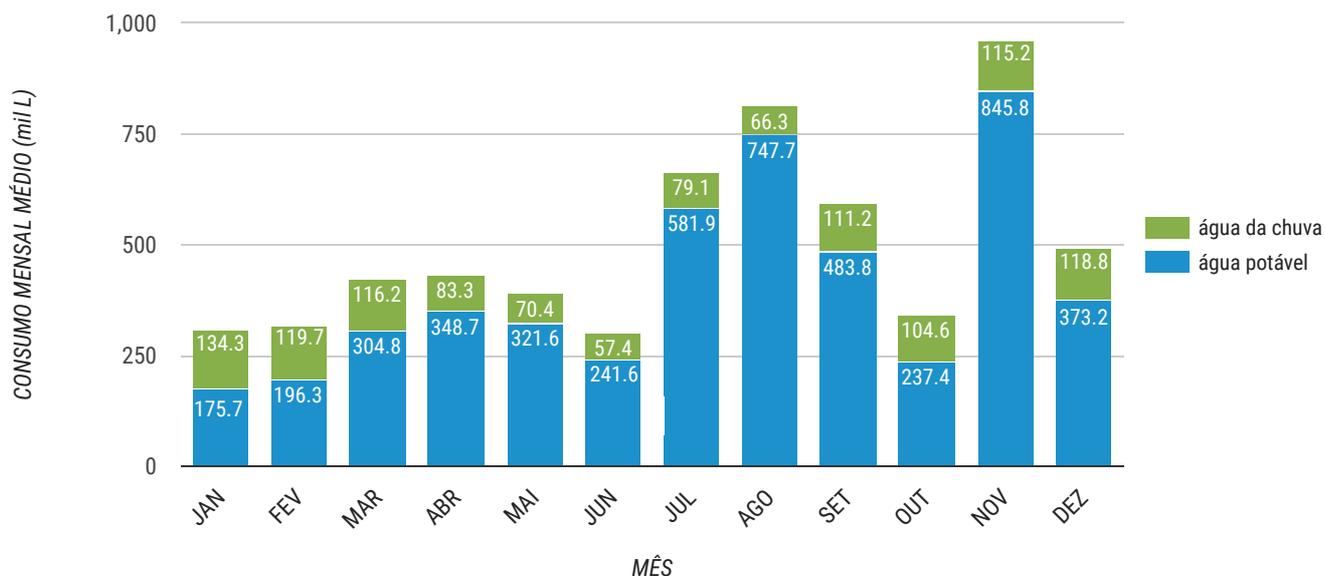
Período da série de precipitação:
01/07/1986 a 30/06/2016



Aplicação



Sua estimativa de consumo



O jardineiro

Esse perfil é de quem aproveita a água da chuva para cuidar do seu jardim.

O responsável

Além de cuidar do jardim, é possível economizar água na limpeza das áreas externas! Mas para isso é necessário fazer a desinfecção da água de chuva.

O sustentável

Com instalações mais preparadas e um reservatório superior para armazenar a água da chuva, é possível aproveitá-la dentro da edificação, atingindo uma economia considerável!

O campeão

Esse perfil é de quem realmente precisa de muita água disponível e quer mais autonomia. É de fundamental importância o acompanhamento de profissional habilitado para garantir a qualidade da água para o consumo humano!

Nossos parceiros na sua região

Converse com um profissional especializado que poderá orientar o projeto do seu sistema de aproveitamento de água da chuva!

Engenheiro Matheus Geraldi

Projetos hidrossanitários com aproveitamento da água de chuva

[Orçar agora](#)

Conheça os modelos de equipamentos que melhor se adaptam à sua edificação com quem entende do assunto:

Terra Potável

Equipamentos e soluções para aproveitamento da água de chuva

[Orçar agora](#)

1. O cálculo adotado utiliza o método de simulação de modelo comportamental, previsto na norma brasileira ABNT NBR 15.527/2007. A estimativa é feita com base no tamanho ideal de reservatório escolhido para a sua edificação, que leva em conta a disponibilidade de chuva da sua cidade, a área de captação da água e o

quanto de água é consumida diariamente pelos usuários. Isso significa que a sua economia pode ser ainda maior, de acordo com a capacidade do reservatório, a ser definida juntamente com o responsável técnico.

Ressalta-se que os resultados fazem parte de um método de estimativa, com base em séries históricas diárias de chuva e informações inseridas pelo usuário. Nós cuidamos de realizar a estimativa com a técnica mais adequada. Com informações mais detalhadas, um profissional pode realizar simulações mais precisas, refletindo melhor a sua realidade.

2. Economia financeira anual estimada com base nas tarifas de água e esgoto da CASAN para a categoria pública. Ao implantar um sistema de aproveitamento de água de chuva, sugerimos veementemente informar-se junto à concessionária de esgoto local sobre os procedimentos cabíveis. Foi considerado o IPCA para a correção monetária e uma média de aumento dos preços na ordem de 8,0% ao ano.

Apêndice B – CSE2

Análise de pré-viabilidade do aproveitamento da água de chuva - CSE2

Centro Sócio-Econômico, a partir das informações repassadas, a RainMap simulou um sistema de aproveitamento no tamanho ideal para os edifícios CSE09 e CSE10!

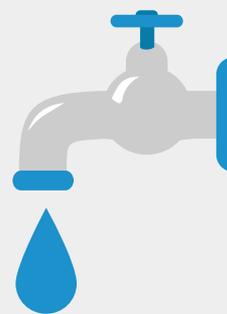
É possível substituir anualmente cerca de **520 mil litros** do consumo atual de água desses edifícios por água de chuva!

Isso equivale **33,48%** do consumo atual.¹

Ou seja, uma economia anual de **R\$ 13.072,9** na fatura de água!²

Não desperdice uma gota! O volume de água poupada é o equivalente a esquecer uma torneira aberta por

90 dias!



Dados da sua simulação

Localização:
CSE/UFSC

Área de captação:
708,55 m²

Tipo de edificação:
Instituição de Ensino

Estágio:
Construída

Consumo médio mensal de água potável:
129.500 L

Sistema de tratamento de esgoto considerado:
Realizado pelo município

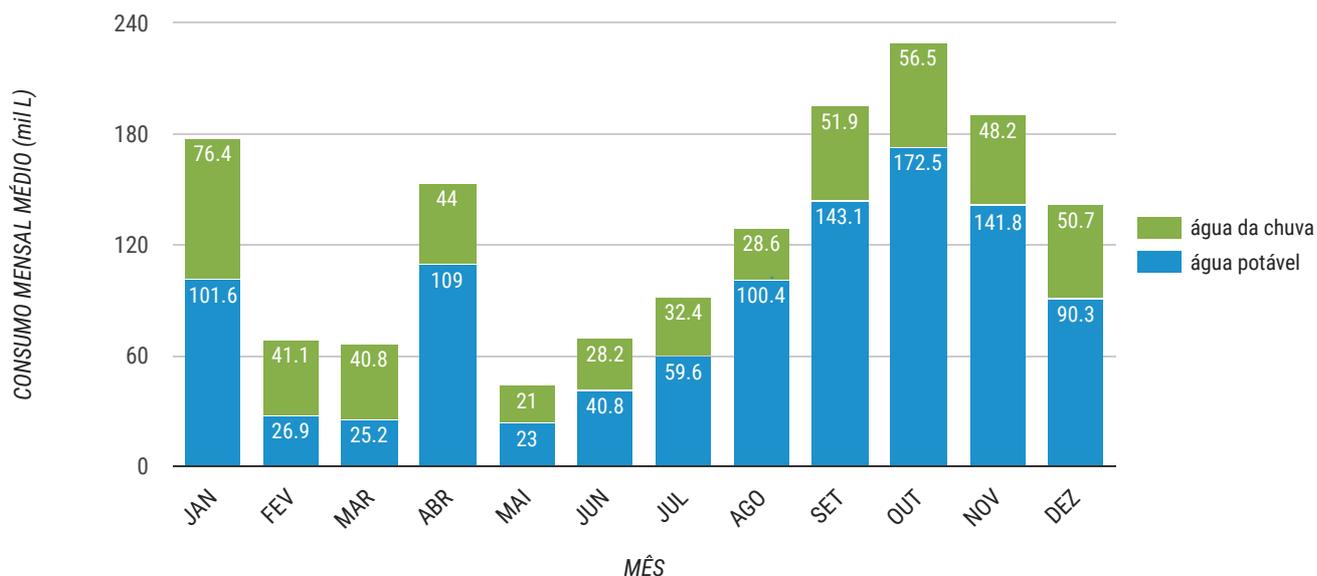
Período da série de precipitação:
01/07/1986 a 30/06/2016



Aplicação



Sua estimativa de consumo



Parabéns! O seu perfil é o sustentável! Você pensa no futuro do planeta e das próximas gerações!

O jardineiro

Esse perfil é de quem aproveita a água da chuva para cuidar do seu jardim.

O responsável

Além de cuidar do jardim, é possível economizar água na limpeza das áreas externas! Mas para isso é necessário fazer a desinfecção da água de chuva.

O sustentável

Com instalações mais preparadas e um reservatório superior para armazenar a água da chuva, é possível aproveitá-la dentro da edificação, atingindo uma economia considerável!

O campeão

Esse perfil é de quem realmente precisa de muita água disponível e quer mais autonomia. É de fundamental importância o acompanhamento de profissional habilitado para garantir a qualidade da água para o consumo humano!

Nossos parceiros na sua região

Converse com um profissional especializado que poderá orientar o projeto do seu sistema de aproveitamento de água da chuva!



Engenheiro Matheus Geraldi

Projetos hidrossanitários com aproveitamento da água de chuva

Orçar agora

Conheça os modelos de equipamentos que melhor se adaptam à sua edificação com quem entende do assunto:



TERRA POTÁVEL

Terra Potável

Equipamentos e soluções para aproveitamento da água de chuva

Orçar agora

1. O cálculo adotado utiliza o método de simulação de modelo comportamental, previsto na norma brasileira ABNT NBR 15.527/2007. A estimativa é feita com base no tamanho ideal de reservatório escolhido para a sua edificação, que leva em conta a disponibilidade de chuva da sua cidade, a área de captação da água e o

quanto de água é consumida diariamente pelos usuários. Isso significa que a sua economia pode ser ainda maior, de acordo com a capacidade do reservatório, a ser definida juntamente com o responsável técnico.

Ressalta-se que os resultados fazem parte de um método de estimativa, com base em séries históricas diárias de chuva e informações inseridas pelo usuário. Nós cuidamos de realizar a estimativa com a técnica mais adequada. Com informações mais detalhadas, um profissional pode realizar simulações mais precisas, refletindo melhor a sua realidade.

2. Economia financeira anual estimada com base nas tarifas de água e esgoto da CASAN para as categorias comercial e pública. Ao implantar um sistema de aproveitamento de água de chuva, sugerimos veementemente informar-se junto à concessionária de esgoto local sobre os procedimentos cabíveis. Foi considerado o IPCA para a correção monetária e uma média de aumento dos preços na ordem de 8,0% ao ano.

Apêndice C – CCJ

Análise de pré-viabilidade do aproveitamento da água de chuva - CCJ

Centro de Ciências Jurídicas, a partir das informações repassadas, a RainMap simulou um sistema de aproveitamento no tamanho ideal para os edifícios CCJ01 e CCJ02!

É possível substituir anualmente cerca de **590 mil litros** do consumo atual de água desses edifícios por água de chuva!

Isso equivale a **21,85%** do consumo atual.¹

Ou seja, uma economia anual de **R\$ 13.776,9** na fatura de água!²

Não desperdice uma gota! O volume de água poupada é o equivalente a esquecer uma torneira aberta por

102 dias!



Dados da sua simulação

Localização:
CCJ/UFSC

Área de captação:
1.036 m²

Tipo de edificação:
Instituição de Ensino

Estágio:
Construída

Consumo médio mensal de água potável:
227.750 L

Sistema de tratamento de esgoto considerado:
Realizado pelo município

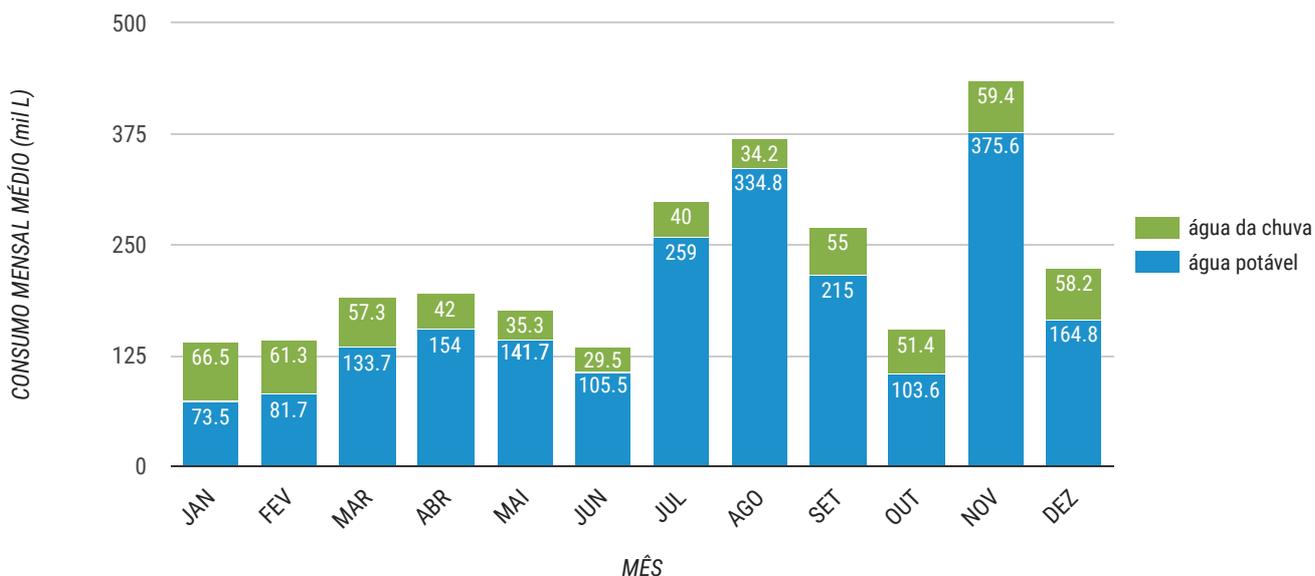
Período da série de precipitação:
01/07/1986 a 30/06/2016



Aplicação



Sua estimativa de consumo



Parabéns! O seu perfil é o sustentável! Você pensa no futuro do planeta e das próximas gerações!

O jardineiro

Esse perfil é de quem aproveita a água da chuva para cuidar do seu jardim.

O responsável

Além de cuidar do jardim, é possível economizar água na limpeza das áreas externas! Mas para isso é necessário fazer a desinfecção da água de chuva.

O sustentável

Com instalações mais preparadas e um reservatório superior para armazenar a água da chuva, é possível aproveitá-la dentro da edificação, atingindo uma economia considerável!

O campeão

Esse perfil é de quem realmente precisa de muita água disponível e quer mais autonomia. É de fundamental importância o acompanhamento de profissional habilitado para garantir a qualidade da água para o consumo humano!

Nossos parceiros na sua região

Converse com um profissional especializado que poderá orientar o projeto do seu sistema de aproveitamento de água da chuva!



Engenheiro Matheus Geraldi

Projetos hidrossanitários com aproveitamento da água de chuva

Orçar agora

Conheça os modelos de equipamentos que melhor se adaptam à sua edificação com quem entende do assunto:

TERRA POTÁVEL

Terra Potável

Equipamentos e soluções para aproveitamento da água de chuva

Orçar agora

1. O cálculo adotado utiliza o método de simulação de modelo comportamental, previsto na norma brasileira ABNT NBR 15.527/2007. A estimativa é feita com base no tamanho ideal de reservatório escolhido para a sua edificação, que leva em conta a disponibilidade de chuva da sua cidade, a área de captação da água e o

quanto de água é consumida diariamente pelos usuários. Isso significa que a sua economia pode ser ainda maior, de acordo com a capacidade do reservatório, a ser definida juntamente com o responsável técnico.

Ressalta-se que os resultados fazem parte de um método de estimativa, com base em séries históricas diárias de chuva e informações inseridas pelo usuário. Nós cuidamos de realizar a estimativa com a técnica mais adequada. Com informações mais detalhadas, um profissional pode realizar simulações mais precisas, refletindo melhor a sua realidade.

2. Economia financeira anual estimada com base nas tarifas de água e esgoto da CASAN para a categoria pública. Ao implantar um sistema de aproveitamento de água de chuva, sugerimos veementemente informar-se junto à concessionária de esgoto local sobre os procedimentos cabíveis. Foi considerado o IPCA para a correção monetária e uma média de aumento dos preços na ordem de 8,0% ao ano.

Apêndice D – CCS1

Análise de pré-viabilidade do aproveitamento da água de chuva - CCS1

Centro de Ciências da Saúde, a partir das informações repassadas, a RainMap simulou um sistema de aproveitamento no tamanho ideal para os edifícios CCS01, CCS02, CCS03, CCS04, CCS16, CCS17, CCS18, CCS22 e CCS29!

É possível substituir anualmente cerca de **1.421 mil litros** do consumo atual de água desses edifícios por água de chuva!

Isso equivale a **16,64%** do consumo atual.¹

Ou seja, uma economia anual de **R\$ 33.018,8** na fatura de água!²

Não desperdice uma gota! O volume de água poupada é o equivalente a esquecer uma torneira aberta por

247 dias!



Dados da sua simulação

Localização:
CCS/UFSC

Área de captação:
5.125,99 m²

Tipo de edificação:
Instituição de Ensino

Estágio:
Construída

Consumo médio mensal de água potável:
711.250 L

Sistema de tratamento de esgoto considerado:
Realizado pelo município

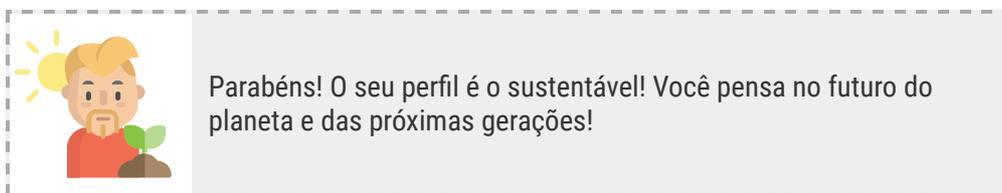
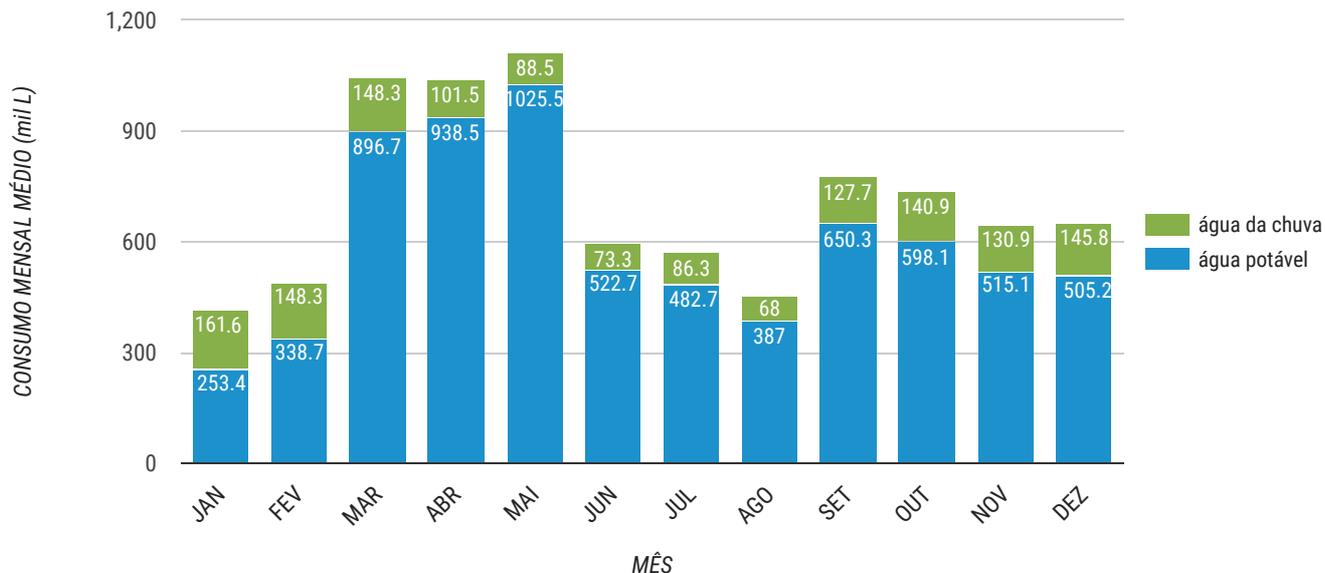
Período da série de precipitação:
01/07/1986 a 30/06/2016



Aplicação



Sua estimativa de consumo



O jardineiro

Esse perfil é de quem aproveita a água da chuva para cuidar do seu jardim.

O responsável

Além de cuidar do jardim, é possível economizar água na limpeza das áreas externas! Mas para isso é necessário fazer a desinfecção da água de chuva.

O sustentável

Com instalações mais preparadas e um reservatório superior para armazenar a água da chuva, é possível aproveitá-la dentro da edificação, atingindo uma economia considerável!

O campeão

Esse perfil é de quem realmente precisa de muita água disponível e quer mais autonomia. É de fundamental importância o acompanhamento de profissional habilitado para garantir a qualidade da água para o consumo humano!

Nossos parceiros na sua região

Converse com um profissional especializado que poderá orientar o projeto do seu sistema de aproveitamento de água da chuva!



Engenheiro Matheus Geraldi

Projetos hidrossanitários com aproveitamento da água de chuva

Orçar agora

Conheça os modelos de equipamentos que melhor se adaptam à sua edificação com quem entende do assunto:

Terra Potável

Equipamentos e soluções para aproveitamento da água de chuva

Orçar agora

1. O cálculo adotado utiliza o método de simulação de modelo comportamental, previsto na norma brasileira ABNT NBR 15.527/2007. A estimativa é feita com base no tamanho ideal de reservatório escolhido para a sua edificação, que leva em conta a disponibilidade de chuva da sua cidade, a área de captação da água e o

quanto de água é consumida diariamente pelos usuários. Isso significa que a sua economia pode ser ainda maior, de acordo com a capacidade do reservatório, a ser definida juntamente com o responsável técnico.

Ressalta-se que os resultados fazem parte de um método de estimativa, com base em séries históricas diárias de chuva e informações inseridas pelo usuário. Nós cuidamos de realizar a estimativa com a técnica mais adequada. Com informações mais detalhadas, um profissional pode realizar simulações mais precisas, refletindo melhor a sua realidade.

2. Economia financeira anual estimada com base nas tarifas de água e esgoto da CASAN para a categoria pública. Ao implantar um sistema de aproveitamento de água de chuva, sugerimos veementemente informar-se junto à concessionária de esgoto local sobre os procedimentos cabíveis. Foi considerado o IPCA para a correção monetária e uma média de aumento dos preços na ordem de 8,0% ao ano.

Apêndice E – CCS2

Análise de pré-viabilidade do aproveitamento da água de chuva - CCS2

Centro de Ciências da Saúde, a partir das informações repassadas, a RainMap simulou um sistema de aproveitamento no tamanho ideal para os edifícios CCS19, CCS20, CCS21!

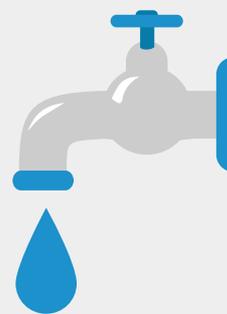
É possível substituir anualmente cerca de **588 mil litros** do consumo atual de água desses edifícios por água de chuva!

Isso equivale a **17,57%** do consumo atual.¹

Ou seja, uma economia anual de **R\$ 6.870,45** na fatura de água!²

Não desperdice uma gota! O volume de água poupada é o equivalente a esquecer uma torneira aberta por

102 dias!



Dados da sua simulação

Localização:
CCS/UFSC

Área de captação:
906,82 m²

Tipo de edificação:
Instituição de Ensino

Estágio:
Construída

Consumo médio mensal de água potável:
279.083 L

Sistema de tratamento de esgoto considerado:
Não paga o esgoto municipal

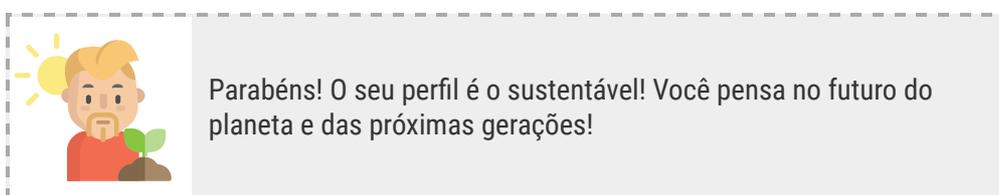
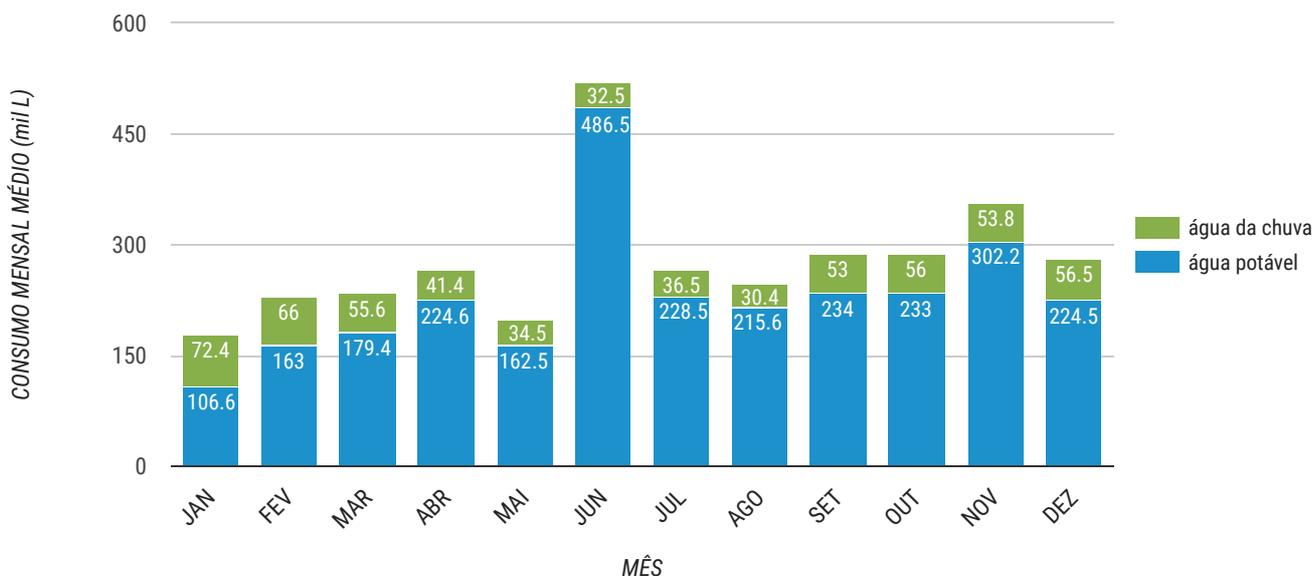
Período da série de precipitação:
01/07/1986 a 30/06/2016



Aplicação



Sua estimativa de consumo



O jardineiro

Esse perfil é de quem aproveita a água da chuva para cuidar do seu jardim.

O responsável

Além de cuidar do jardim, é possível economizar água na limpeza das áreas externas! Mas para isso é necessário fazer a desinfecção da água de chuva.

O sustentável

Com instalações mais preparadas e um reservatório superior para armazenar a água da chuva, é possível aproveitá-la dentro da edificação, atingindo uma economia considerável!

O campeão

Esse perfil é de quem realmente precisa de muita água disponível e quer mais autonomia. É de fundamental importância o acompanhamento de profissional habilitado para garantir a qualidade da água para o consumo humano!

Nossos parceiros na sua região

Converse com um profissional especializado que poderá orientar o projeto do seu sistema de aproveitamento de água da chuva!



Engenheiro Matheus Geraldi

Projetos hidrossanitários com aproveitamento da água de chuva

[Orçar agora](#)

Conheça os modelos de equipamentos que melhor se adaptam à sua edificação com quem entende do assunto:



Terra Potável

Equipamentos e soluções para aproveitamento da água de chuva

[Orçar agora](#)

1. O cálculo adotado utiliza o método de simulação de modelo comportamental, previsto na norma brasileira ABNT NBR 15.527/2007. A estimativa é feita com base no tamanho ideal de reservatório escolhido para a sua edificação, que leva em conta a disponibilidade de chuva da sua cidade, a área de captação da água e o

quanto de água é consumida diariamente pelos usuários. Isso significa que a sua economia pode ser ainda maior, de acordo com a capacidade do reservatório, a ser definida juntamente com o responsável técnico.

Ressalta-se que os resultados fazem parte de um método de estimativa, com base em séries históricas diárias de chuva e informações inseridas pelo usuário. Nós cuidamos de realizar a estimativa com a técnica mais adequada. Com informações mais detalhadas, um profissional pode realizar simulações mais precisas, refletindo melhor a sua realidade.

2. Economia financeira anual estimada exclusivamente com base nas tarifas de água da CASAN para a categoria pública. Foi considerado o IPCA para a correção monetária e uma média de aumento dos preços na ordem de 8,0% ao ano.

Apêndice F – CFH

Análise de pré-viabilidade do aproveitamento da água de chuva - CFH

Centro de Filosofia e Ciências Humanas, a partir das informações repassadas, a RainMap simulou um sistema de aproveitamento no tamanho ideal para os edifícios CFH01, CFH02, CFH03 e CFH12!

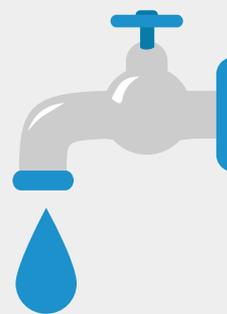
É possível substituir anualmente cerca de **1.137 mil litros** do consumo atual de água desses edifícios por água de chuva!

Isso equivale a **20,91%** do consumo atual.¹

Ou seja, uma economia anual de **R\$ 26.443,8** na fatura de água!²

Não desperdice uma gota! O volume de água poupada é o equivalente a esquecer uma torneira aberta por

197 dias!



Dados da sua simulação

Localização:
CFH/UFSC

Área de captação:
3.319,45 m²

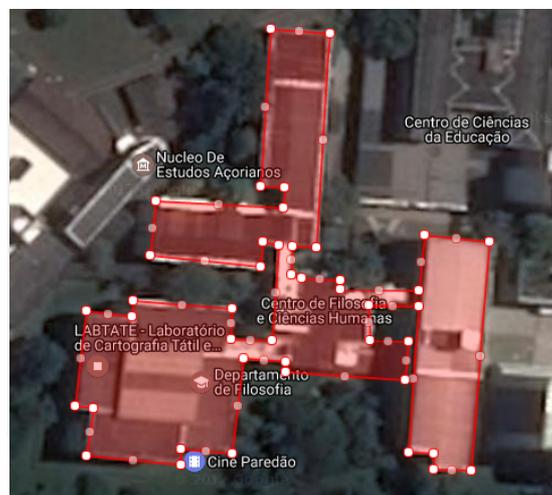
Tipo de edificação:
Instituição de Ensino

Estágio:
Construída

Consumo médio mensal de água potável:
452.833 L

Sistema de tratamento de esgoto considerado:
Realizado pelo município

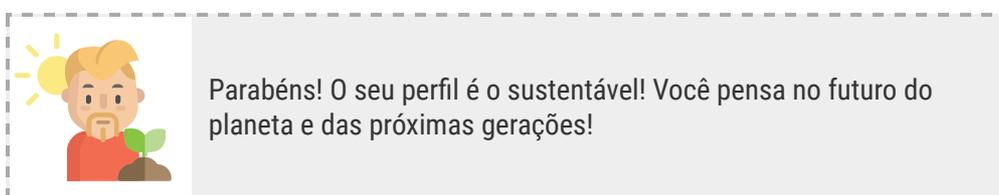
Período da série de precipitação:
01/07/1986 a 30/06/2016



Aplicação



Sua estimativa de consumo



O jardineiro

Esse perfil é de quem aproveita a água da chuva para cuidar do seu jardim.

O responsável

Além de cuidar do jardim, é possível economizar água na limpeza das áreas externas! Mas para isso é necessário fazer a desinfecção da água de chuva.

O sustentável

Com instalações mais preparadas e um reservatório superior para armazenar a água da chuva, é possível aproveitá-la dentro da edificação, atingindo uma economia considerável!

O campeão

Esse perfil é de quem realmente precisa de muita água disponível e quer mais autonomia. É de fundamental importância o acompanhamento de profissional habilitado para garantir a qualidade da água para o consumo humano!

Nossos parceiros na sua região

Converse com um profissional especializado que poderá orientar o projeto do seu sistema de aproveitamento de água da chuva!



Engenheiro Matheus Geraldi

Projetos hidrossanitários com aproveitamento da água de chuva

Orçar agora

Conheça os modelos de equipamentos que melhor se adaptam à sua edificação com quem entende do assunto:

Terra Potável

Equipamentos e soluções para aproveitamento da água de chuva

Orçar agora

1. O cálculo adotado utiliza o método de simulação de modelo comportamental, previsto na norma brasileira ABNT NBR 15.527/2007. A estimativa é feita com base no tamanho ideal de reservatório escolhido para a sua edificação, que leva em conta a disponibilidade de chuva da sua cidade, a área de captação da água e o

quanto de água é consumida diariamente pelos usuários. Isso significa que a sua economia pode ser ainda maior, de acordo com a capacidade do reservatório, a ser definida juntamente com o responsável técnico.

Ressalta-se que os resultados fazem parte de um método de estimativa, com base em séries históricas diárias de chuva e informações inseridas pelo usuário. Nós cuidamos de realizar a estimativa com a técnica mais adequada. Com informações mais detalhadas, um profissional pode realizar simulações mais precisas, refletindo melhor a sua realidade.

2. Economia financeira anual estimada com base nas tarifas de água e esgoto da CASAN para a categoria pública. Ao implantar um sistema de aproveitamento de água de chuva, sugerimos veementemente informar-se junto à concessionária de esgoto local sobre os procedimentos cabíveis. Foi considerado o IPCA para a correção monetária e uma média de aumento dos preços na ordem de 8,0% ao ano.

Apêndice G – CCE1

Análise de pré-viabilidade do aproveitamento da água de chuva - CCE1

Centro de Comunicação e Expressão, a partir das informações repassadas, a RainMap simulou um sistema de aproveitamento no tamanho ideal para o edifício CCE02!

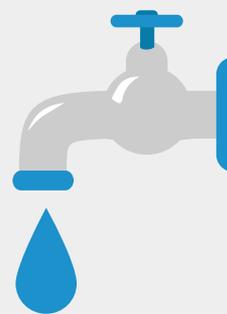
É possível substituir anualmente cerca de **505 mil litros** do consumo atual de água por água de chuva!

Isso equivale a **37,28%** do consumo atual.¹

Ou seja, uma economia anual de **R\$ 11.800,5** na fatura de água!²

Não desperdice uma gota! O volume de água poupada é o equivalente a esquecer uma torneira aberta por

88 dias!



Dados da sua simulação

Localização:
CCE/UFSC

Área de captação:
712,2 m²

Tipo de edificação:
Instituição de Ensino

Estágio:
Construída

Consumo médio mensal de água potável:
112.667 L

Sistema de tratamento de esgoto considerado:
Realizado pelo município

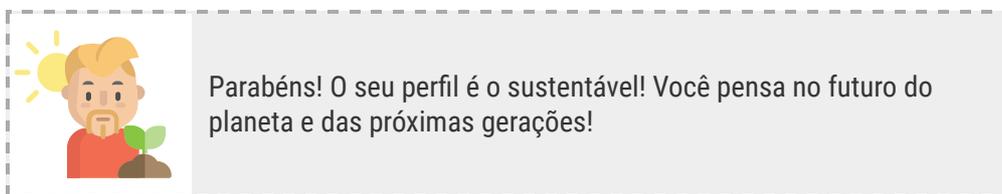
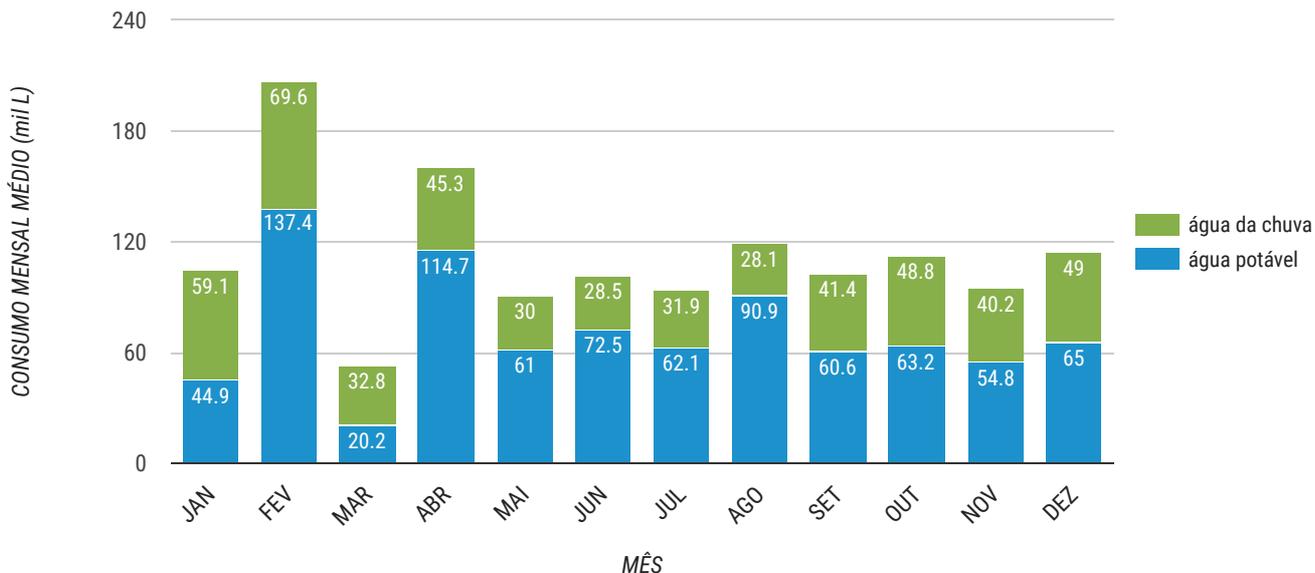
Período da série de precipitação:
01/07/1986 a 30/06/2016



Aplicação



Sua estimativa de consumo



O jardineiro

Esse perfil é de quem aproveita a água da chuva para cuidar do seu jardim.

O responsável

Além de cuidar do jardim, é possível economizar água na limpeza das áreas externas! Mas para isso é necessário fazer a desinfecção da água de chuva.

O sustentável

Com instalações mais preparadas e um reservatório superior para armazenar a água da chuva, é possível aproveitá-la dentro da edificação, atingindo uma economia considerável!

O campeão

Esse perfil é de quem realmente precisa de muita água disponível e quer mais autonomia. É de fundamental importância o acompanhamento de profissional habilitado para garantir a qualidade da água para o consumo humano!

Nossos parceiros na sua região

Converse com um profissional especializado que poderá orientar o projeto do seu sistema de aproveitamento de água da chuva!

Engenheiro Matheus Geraldi

Projetos hidrossanitários com aproveitamento da água de chuva

[Orçar agora](#)

Conheça os modelos de equipamentos que melhor se adaptam à sua edificação com quem entende do assunto:

Terra Potável

Equipamentos e soluções para aproveitamento da água de chuva

[Orçar agora](#)

1. O cálculo adotado utiliza o método de simulação de modelo comportamental, previsto na norma brasileira ABNT NBR 15.527/2007. A estimativa é feita com base no tamanho ideal de reservatório escolhido para a sua edificação, que leva em conta a disponibilidade de chuva da sua cidade, a área de captação da água e o

quanto de água é consumida diariamente pelos usuários. Isso significa que a sua economia pode ser ainda maior, de acordo com a capacidade do reservatório, a ser definida juntamente com o responsável técnico.

Ressalta-se que os resultados fazem parte de um método de estimativa, com base em séries históricas diárias de chuva e informações inseridas pelo usuário. Nós cuidamos de realizar a estimativa com a técnica mais adequada. Com informações mais detalhadas, um profissional pode realizar simulações mais precisas, refletindo melhor a sua realidade.

2. Economia financeira anual estimada com base nas tarifas de água e esgoto da CASAN para a categoria pública. Ao implantar um sistema de aproveitamento de água de chuva, sugerimos veementemente informar-se junto à concessionária de esgoto local sobre os procedimentos cabíveis. Foi considerado o IPCA para a correção monetária e uma média de aumento dos preços na ordem de 8,0% ao ano.

Apêndice H – CCE2

Análise de pré-viabilidade do aproveitamento da água de chuva - CCE2

Centro de Comunicação e Expressão, a partir das informações repassadas, a RainMap simulou um sistema de aproveitamento no tamanho ideal para os edifícios CCE01 e CCE09!

É possível substituir anualmente cerca de **806 mil litros** consumo atual de água desses edifícios por água de chuva!

Isso equivale a **28,13%** do consumo atual.¹

Ou seja, uma economia anual de **R\$ 20.478,8** na fatura de água!²

Não desperdice uma gota! O volume de água poupada é o equivalente a esquecer uma torneira aberta por

140 dias!



Dados da sua simulação

Localização:
CCE/UFSC

Área de captação:
2.568,39 m²

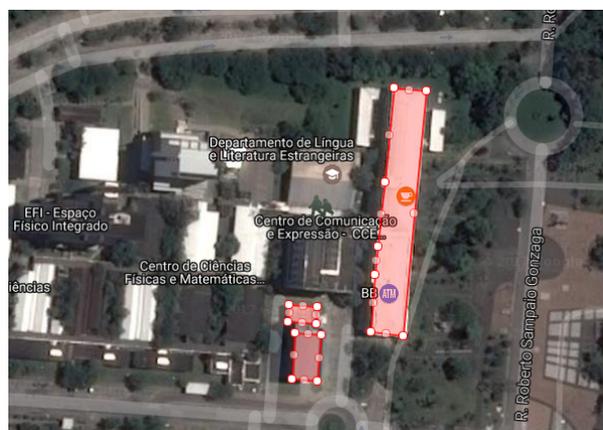
Tipo de edificação:
Instituição de Ensino

Estágio:
Construída

Consumo médio mensal de água potável:
238.833 L

Sistema de tratamento de esgoto considerado:
Realizado pelo município

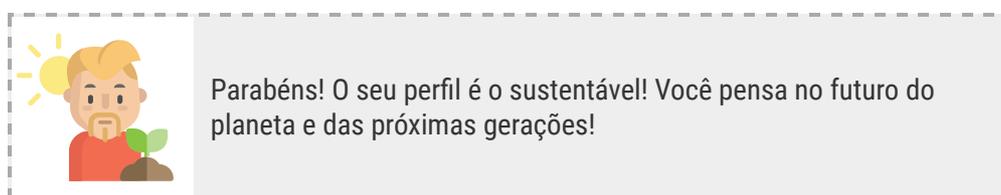
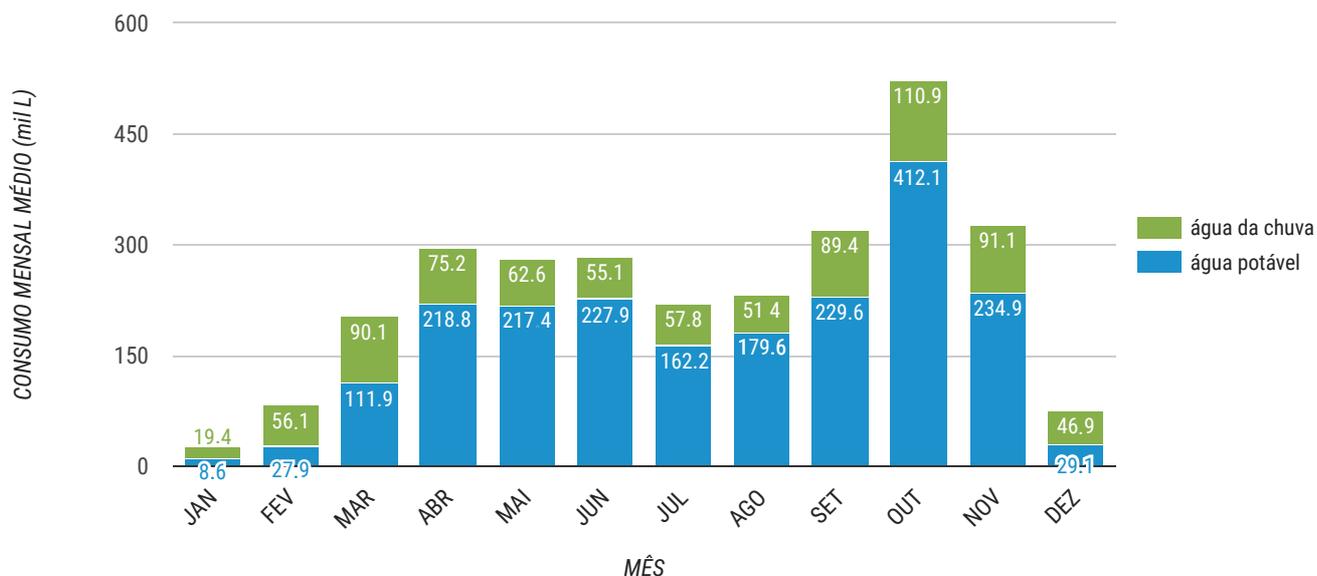
Período da série de precipitação:
01/07/1986 a 30/06/2016



Aplicação



Sua estimativa de consumo



O jardineiro

Esse perfil é de quem aproveita a água da chuva para cuidar do seu jardim.

O responsável

Além de cuidar do jardim, é possível economizar água na limpeza das áreas externas! Mas para isso é necessário fazer a desinfecção da água de chuva.

O sustentável

Com instalações mais preparadas e um reservatório superior para armazenar a água da chuva, é possível aproveitá-la dentro da edificação, atingindo uma economia considerável!

O campeão

Esse perfil é de quem realmente precisa de muita água disponível e quer mais autonomia. É de fundamental importância o acompanhamento de profissional habilitado para garantir a qualidade da água para o consumo humano!

Nossos parceiros na sua região

Converse com um profissional especializado que poderá orientar o projeto do seu sistema de aproveitamento de água da chuva!

Engenheiro Matheus Geraldi

Projetos hidrossanitários com aproveitamento da água de chuva

[Orçar agora](#)

Conheça os modelos de equipamentos que melhor se adaptam à sua edificação com quem entende do assunto:

Terra Potável

Equipamentos e soluções para aproveitamento da água de chuva

[Orçar agora](#)

1. O cálculo adotado utiliza o método de simulação de modelo comportamental, previsto na norma brasileira ABNT NBR 15.527/2007. A estimativa é feita com base no tamanho ideal de reservatório escolhido para a sua edificação, que leva em conta a disponibilidade de chuva da sua cidade, a área de captação da água e o

quanto de água é consumida diariamente pelos usuários. Isso significa que a sua economia pode ser ainda maior, de acordo com a capacidade do reservatório, a ser definida juntamente com o responsável técnico.

Ressalta-se que os resultados fazem parte de um método de estimativa, com base em séries históricas diárias de chuva e informações inseridas pelo usuário. Nós cuidamos de realizar a estimativa com a técnica mais adequada. Com informações mais detalhadas, um profissional pode realizar simulações mais precisas, refletindo melhor a sua realidade.

2 Economia financeira anual estimada com base nas tarifas de água e esgoto da CASAN para as categorias comercial e pública. Ao implantar um sistema de aproveitamento de água de chuva, sugerimos veementemente informar-se junto à concessionária de esgoto local sobre os procedimentos cabíveis. Foi considerado o IPCA para a correção monetária e uma média de aumento dos preços na ordem de 8,0% ao ano.