

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM
ESTABELECIMENTOS HOSPITALARES NO CONTEXTO DA
CONSERVAÇÃO DA ÁGUA: estudo do caso no Hospital
Universitário da UFSCar, São Carlos – SP

MARÍA CAMILA PERDOMO GAITÁN

São Carlos

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM
ESTABELECIMENTOS HOSPITALARES NO CONTEXTO DA
CONSERVAÇÃO DA ÁGUA: estudo do caso no Hospital
Universitário da UFSCar, São Carlos – SP

MARÍA CAMILA PERDOMO GAITÁN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira

São Carlos

2018




UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

Folha de Aprovação

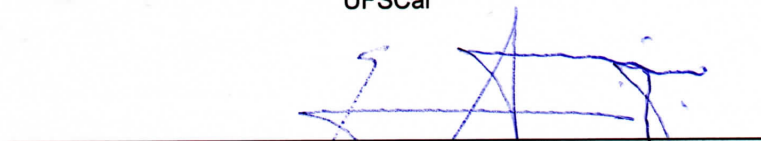
Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Maria Camila Perdomo Gaitán, realizada em 26/01/2018:



Prof. Dr. Bernardo Ayantes do Nascimento Teixeira
UFSCar



Prof. Dr. Douglas Barreto
UFSCar



Prof. Dr. Eduardo Mario Menciondo
USP

Dedico esto a Dios y a mis padres por llenarme de valor cada día. Este es el fruto del esfuerzo de ellos.

Agradeço:

Ao meu orientador, o Prof. Dr. Bernardo Arantes pelo seu apoio constante neste processo e por sempre ter tido uma visão positiva das coisas, isso foi inestimável neste processo.

Ao DECiv e ao PPG em Engenharia Urbana da UFSCar, especialmente ao Antônio Carlos, "Pepe", por toda sua ajuda.

Aos meus colegas de G-Hidro e “agregados” por sua ajuda, momentos de aprendizagem, convivência e amizade.

Ao Hospital Universitário da UFSCar, em especial ao Eng. Fabio Lucenti e à Arq. Anali Furlan por toda sua ajuda na busca de informações e sua disposição para realizar este projeto.

Ao Brasil por me acolher. Ao Programa de Parcerias para Educação e Treinamento (PAEC) da Organização dos Estados Americanos (OEA), do Grupo das Universidades Brasileiras de Coimbra (GCUB) e a CAPES por me proporcionar a oportunidade de crescer profissional e pessoalmente.

Também quero agradecer aos meus amigos, que me acompanharam durante esse período, especialmente à María Gabriela e a Margarita.

Por último, mas não menos importante, a meus pais, Hernando e Olga, por sempre estar comigo e me dar uma palavra de encorajamento em tempos difíceis. Aos meus irmãos pelo apoio incondicional, mesmo na distância e ao Santiago por sua companhia e carinho.

“El arte del ingeniero es el arte de lo posible”

Santiago Calatrava

RESUMO

O aproveitamento de água pluvial está sendo estimulado para diferentes fins: como fonte alternativa de abastecimento em regiões sujeitas ao estresse hídrico, como instrumento de sensibilização para o uso eficiente da água, e constitui uma ferramenta importante no gerenciamento dos recursos hídricos nas cidades. A implantação destes sistemas em edificações com altos consumos de água, como estabelecimentos da saúde, pode trazer benefícios, tanto econômicos aos usuários, como ambientais para o entorno. Por isto, este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade de implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais como alternativa de abastecimento de água em estabelecimento hospitalares, tendo como objeto de estudo o Hospital Universitário da Universidade Federal de São Carlos – SP (HU). Para tanto, foi adotada uma metodologia científica, replicável, baseada em critérios técnicos, financeiros e de sustentabilidade ambiental, que constitui-se de pontos importantes, como a classificação da demanda de água em relação a seus usos finais, o potencial de economia da água mediante diferentes cenários de oferta e demanda, análises dos principais requerimentos de infraestrutura para a implantação dos sistemas e determinação da viabilidade financeira do projeto. A partir da água pluvial disponível e de diferentes cenários de consumo de água de abastecimento da edificação, foi determinada a relação oferta – demanda, a qual evidenciou um potencial de economia de água do sistema público de abastecimento entre 85% e 100% do total do consumo do hospital, com diferentes tamanhos de reservatório, um volume máximo de aproveitamento de até 13.420 m³ anuais. Assim, de acordo a disponibilidade de infraestrutura no HU, foram determinados os componentes do sistema a implantar e seu custo, de tal forma que, em relação às tarifas de abastecimento da água da rede pública, foi avaliada a viabilidade técnica do projeto por meio dos indicadores financeiros de Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e tempo de retorno do investimento. Em conclusão foi definido um projeto viável para implantação no HU, sendo possível obter uma de economia de água potável de 7.660 m³ anuais para usos não potáveis atuais, e até 12.300 m³ anuais para usos não potáveis no final de ocupação projetada do HU, com um tamanho de reservatório de 40 m³; um retorno do investimento inferior a 10 anos, e indicadores financeiros positivos em um período de análise de 20 anos. Procedimentos combinados de aproveitamento de águas de chuva e diminuição de consumo de água podem economizar entre 71% do consumo atual e 39% no final de projeto, níveis considerados significativos e que refletem a necessidade de um gerenciamento estratégico da água, com benefícios financeiros, ambientais e sociais.

Palavras-Chave: aproveitamento de águas pluviais, potencial de economia de água potável, edificações mais sustentáveis, conservação da água em estabelecimentos de saúde

RESUMEN

El aprovechamiento de agua pluvial está siendo estimulado para diferentes fines: como fuente alternativa de abastecimiento en regiones sujetas a estrés hídrico, como instrumento de sensibilización para el uso eficiente del agua, y constituye una herramienta importante en el gerenciamiento de los recursos hídricos en las ciudades. La implantación de estos sistemas en edificaciones con altos consumos de agua, como establecimientos de salud, pueden traer beneficios, tanto económicos a los usuarios, como ambientales para el entorno. Por esto, este trabajo tiene como objetivo evaluar la viabilidad de implantación de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales como alternativa de abastecimiento de agua en establecimientos de hospitalarios, teniendo como objeto de estudio el Hospital Universitario de la Universidad Federal de São Carlos – SP, Brasil (HU). Para esto, fue adoptada una metodología científica, replicable, basada en criterios técnicos, financieros y de sustentabilidad ambiental, que se constituye de puntos importantes, como la clasificación de la demanda de agua en relación a sus usos finales, el potencial de ahorro de agua mediante diferentes escenarios de oferta y demanda, análisis de los principales requerimientos de infraestructura para la implantación de los sistemas, y la determinación de la viabilidad financiera del proyecto. A partir del agua pluvial disponible y de diferentes escenarios de consumo de agua de abastecimiento de la edificación, se determinó la relación oferta – demanda, la cual evidenció un potencial de ahorro de agua del sistema de abastecimiento público entre 85% y 100% del total del consumo del hospital, con diferentes tamaños de reservorio, un volumen máximo de aprovechamiento de hasta 13.420 m³ anuales. Así, de acuerdo a la disponibilidad de infraestructura en el HU, se determinaron los componentes del sistema a implantar y su costo, de tal forma que en relación a las tarifas de abastecimiento de agua de la red pública, se evaluó la viabilidad técnica del proyecto por medio de los indicadores financieros de Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno y tiempo de retorno de la inversión. En conclusión fue definido un proyecto viable para su implantación en el HU, siendo posible obtener una economía de agua potable de 7.660 m³ anuales para usos no potables actuales, y hasta 12.300 m³ anuales para usos no potables al final de ocupación proyectada del HU, con un tamaño de reserva de 40 m³. Hallándose un retorno de la inversión menor a 10 años, e indicadores financieros positivos en un período de análisis de 20 años. Finalmente, se analizó el potencial del ahorro de agua con la implementación de acciones independientes de disminución de consumo de agua y aprovechamiento de aguas de lluvia, estimándose un potencial de ahorro de agua de hasta 71% del consumo actual de agua y de 39% del consumo proyectado para el final de su construcción.

Palabras Clave: Aprovechamiento de aguas pluviales, potencial de ahorro de agua potable, edificaciones más sustentables, conservación del agua en establecimientos de salud

ABSTRACT

The use of rainwater is being stimulated by different purposes: as an alternative source of supply in regions subject to the lack of water, as an instrument to raise awareness of the efficient use of water and will constitute an important tool in the management of water resources in the cities. The implementation of exploitation rainwater systems in buildings with significant water consumption, such as health centers, can bring great benefits, as well as economic for users and environmental for environment. Since water represents an essential element in the development of the activities that occur in these buildings, and they require a significant daily amount, for their different purpose, correspond largely to uses that not require special quality characteristics. Taking account all the above the purpose of this article is to evaluate the viability of implementing a rainwater harvesting system as an alternative to water supply in a health center, having as an object of study the University Hospital of the Federal University of São Carlos - SP (HU). This was determined by the conception of a replicable scientific methodology based on technical, financial and environmental sustainability criteria; which is constituted main aspects, as the classification of water demand in relation to its ends uses, the potential of water savings through different scenarios of supply and demand, the analysis of the main infrastructure requirements for the implementation of systems, and so the financial viability of the project can be determined. Based on the available rainwater and the water consumption of the current building supply, the monthly supply-demand was determined for three consumption and catchment scenarios, which showed a potential for water savings between 85% and 100% of the total current hospital consumption, with different reservoir sizes, and a maximum volume of up to 13.420 m³ per year. Therefore, according to the infrastructure availability in the HU, the components of the system to be implemented and their cost were determined, in such a way that in relation to the current water supply rate of the public network, the project technical viability was evaluated through the financial indicators: net present value, internal rate of return and period for return on investment. Concluding that it is a viable project for its implementation in the HU, being possible to obtain a drinking water economy of 7,660 m³ per year for current non-potable uses, and up to 12,300 m³ per year for non-potable uses, at the end of projected occupation of the HU, with a reserve size of 40 m³. Finding a return on investment of less than 10 years, and positive financial indicators in a period of analysis of 20 years. Finally, the water potential saving was analyzed with the implementation of actions to reduce water consumption in the building and the potential achieved with the use of rainwater on its own, and the union of the two procedures. Being estimated a water potential saving of up to 71% of the water consumption and of 39% of the consumption projected at the end of its constructions.

Key words: Rainwater harvesting, drinking water saving potential, buildings more sustainable, water conservation in health facilities

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Esquema de SAAP de captação total.	7
Figura 2.2 Esquema de SAAP com derivação.....	8
Figura 2.3 Esquema de SAAP com volume de retenção.	8
Figura 2.4 Esquema de SAAP com infiltração.....	8
Figura 2.5 tipo de reservatório em relação a sua posição respeito ao solo.	12
Figura 2.6 Etapas da captação da água de chuva.....	14
Figura 2.7 Usos da água no setor comercial e institucional.	20
Figura 2.8 Disponibilidade de água, área, população das principais regiões do Brasil...	27
Figura 2.9 Usos finais de água em hospitais.	32
Figura 2.10 Usos finais de água no INCOR.	34
Figura 2.11 Usos finais de água medida mensalmente no Instituto de Criança do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo em 1998.	34
Figura 2.12 Diagrama conceptual de resiliência.	37
Figura 2.13 Processo de seleção de um projeto de conservação de água em estabelecimentos de saúde.....	39
Figura 2.14 Hierarquia de risco para projetos de conservação de água.....	41
Figura 2.15 Hierarquia de risco para fontes de água para reuso e reciclagem de água. .	42
Figura 3.1 Características definíveis para os SAAP nas edificações novas.....	51
Figura 3.2 Diagrama de Fluxo de Caixa.	52
Figura 4.1 Localização da cidade de São Carlos no Brasil.....	55
Figura 4.2 Imagem do HU e numeração de blocos.	56
Figura 4.3 Corte esquemático do sistema de ventilação do HU.....	56
Figura 4.4 Espelho de água no bloco B do HU.	57
Figura 4.5 Reservatório de abastecimento atual de água potável (a. Planta e b. Corte Transversal).	58

Figura 4.6 Configuração drenagem dos telhados e localização de calhas, Bloco 1 e 2..	59
Figura 4.7 Configuração drenagem dos telhados e localização de calhas, Bloco 3 e 4..	59
Figura 4.8 Detalhe configuração de drenagem dos telhados e calha.	59
Figura 4.9 Detalhe conexão tubulações de drenagem (a. Corte e b. Planta).	60
Figura 4.10 Consumo médios diários interno e externo de água medidos.	61
Figura 4.11 Consumo diário por aparelho para cada prazo e consumo total dos banheiros.	62
Figura 4.12 Distribuição do consumo interno e sua relação com o número de leitos. ...	63
Figura 4.13 Volumes de consumo internos segundo os usos para cada prazo.	64
Figura 4.14 Precipitação atmosférica mínima, máxima e média mensal dos dados registrados entre 1970 e 2016, e a precipitação registrada em 2016.	65
Figura 4.15 Precipitação atmosférica mínima, máxima e média diária dos dados registrados entre 1970 e 2016, e a precipitação registrada em 2016.	66
Figura 4.16 Corte geral do HU.	66
Figura 4.17 Volume de água de chuva mensal disponível para cada cenário analisado.	68
Figura 4.18 Relação Oferta – Demanda Mensal para Cenário 1, 2 e 3.	69
Figura 4.19 Relação oferta – demanda acumuladas para os Cenários 1, 2 e 3.	70
Figura 4.20 Relação oferta – demanda mensal para Cenário 4, 5 e 6.	72
Figura 4.21 Relação oferta – demanda acumuladas para o Cenário 4, 5 e 6.	72
Figura 4.22 Relação oferta – demanda mensal para Cenário 7, 8 e 9.	73
Figura 4.23 Relação oferta – demanda acumuladas para o Cenário 7, 8 e 9.	74
Figura 4.24 Relação entre as E_a , E_h , demandas e tempos de amortização para diferentes volumes de reservatório e área de captação total, sem desconto na tarifa da água.	78
Figura 4.25 Relação entre as E_a , E_h , demandas e tempos de amortização para diferentes volumes de reservatório e área de captação total, com desconto na tarifa da água.	79
Figura 4.26 Relação entre as E_a , E_h , demandas e tempos de amortização para diferentes volumes de reservatório e área de captação Blocos 1-3, sem desconto na tarifa da água.	82

Figura 4.27 Relação entre as E_a , E_h , demandas e tempos de amortização para diferentes volumes de reservatório e área de captação Blocos 1-3, com desconto na tarifa da água.	82
Figura 4.28 Relação entre as E_a , E_h , demandas e tempos de amortização para diferentes volumes de reservatório e área de captação Blocos 2-3, sem desconto na tarifa da água.	85
Figura 4.29 Relação entre as E_a , E_h , demandas e tempos de amortização para diferentes volumes de reservatório e área de captação Blocos 2-3, com desconto na tarifa da água.	85
Figura 4.30 Volume aproveitável para os três cenários de captação.	86
Figura 4.31 Características disponíveis para o SAAP no HU.	87
Figura 4.32 Esquema de sistema de captação nos telhados.	88
Figura 4.33 Esquema condução horizontal até reservatório.	90
Figura 4.34 Relação de consumo com aparelhos existentes e potencial de economia de água em porcentagem em banheiros.	102
Figura 4.27 Consumo de água anual com implementação das ações de conservação..	104
Figura 4.28 Consumo de água para os diferentes cenários de conservação para cada prazo analisado.	106
Figura 4.29 Consumo de água para os diferentes cenários de conservação, em banheiros e externos, para cada prazo analisado.	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Uso típico diário de água em Edificações de Escritórios e Hotéis.	20
Tabela 2.2 Qualidade da água de chuva segundo a literatura.	23
Tabela 3.1 Uso de água por descarga e número de vezes por usuário dia	47
Tabela 3.2 Potencial de economia de água em hospitais.	54
Tabela 4.1 Usuários atuais e projetados do HU.....	62
Tabela 4.2 Demanda de água por uso para cada prazo de consumo analisado.	63
Tabela 4.3 Áreas Telhados por Blocos.	66
Tabela 4.4 Volume de água de chuva mensal captável dos telhados por Bloco.	67
Tabela 4.5 Déficit de oferta para a demanda mensal acumulada dos Cenários 1, 2 e 3. 71	
Tabela 4.6 Déficit de oferta para a demanda mensal acumulada dos Cenários 7, 8 e 9. 75	
Tabela 4.7 Análise de eficiências para captação de Blocos 1 a 4.....	76
Tabela 4.8 Análise de eficiências para captação de Blocos 1 a 3.....	80
Tabela 4.9 Análise de eficiências para captação de Blocos 2e 3.....	83
Tabela 4.10 Orçamento de SAAP para HU.....	96
Tabela 4.11 Tarifas de água para consumidores comerciais em São Carlos.....	98
Tabela 4.12 Economia anual gerada com a implantação do SAAP para os diferentes prazos de consumo.....	98
Tabela 4.13 Custo estimado de Operação e Manutenção para os diferentes prazos de consumo.	99
Tabela 4.12 Indicadores financeiros para Implantação do SAAP no HU.....	99
Tabela 4.13 Indicadores financeiros para Implantação do SAAP no HU sem desconto na tarifa de água.	100
Tabela 4.14 Potencial de conservação de água para cada prazo de consumo.	103
Tabela 4.15 Evaporação média mensal e volume de reposição de água no espelho d'água.....	103
Tabela 4.16 Potencial de economia de água anual por uso final.....	104

Tabela 4.17 Potencial de economia de água com redução de consumo ou aproveitamento em porcentagem.....	105
Tabela 4.18 Potencial de economia da água com redução de consumo ou aproveitamento em volume.	105
Tabela 4.19 Potencial de economia da água potável da rede pública, segundo ações a implementar, para cada prazo avaliado.....	106
Tabela 4.20 Consumo de água no HU com os diferentes cenários de conservação da água, para cada prazo analisado.	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 Técnicas de tratamento da água.....	14
Quadro 2.2 Eficiência de remoção de filtros lentos.....	17
Quadro 2.3 Usos para água não portátil e potável nas atividades humanas.	21
Quadro 2.4 Poluentes nas águas em relação a sua origem.	22
Quadro 2.5 Fatores que influem na qualidade da água de escoamento em telhados.	23
Quadro 2.6 Parâmetros da qualidade de água de chuva para usos não potáveis internos.	26
Quadro 2.7 Parâmetros da qualidade de água pluvial para usos restritivos não potáveis.	26
Quadro 2.8 Parâmetros mínimos de qualidade para aproveitamento de água de chuva e opção de tratamento.	27
Quadro 2.9 Resumo dos principais impactos esperados para a saúde da variabilidade climática e das mudanças climáticas globais até meados do século atual.	35
Quadro 2.10 Estratégias para redução de consumo de água em serviços de saúde.....	40
Quadro 2.11 Fontes alternativas de abastecimento de água em edificações de saúde....	41
Quadro 2.12 Risco indicativo da saúde humana, associado às opções de fontes alternativas e usos finais da água.....	43
Quadro 4.1 Especificações Equipamentos Sanitários.....	58
Quadro 4.2 Cenários de consumo e disponibilidade de água avaliados.	68
Quadro 4.3 Pontos de demanda avaliados, segundo cenários, usos e prazos.....	76
Quadro 4.4 Exemplo de riscos, controles e monitoramentos para armazenamento.	91
Quadro 4.5 Inspeção e manutenção de reservatório.	92
Quadro 4.6 Exemplo de riscos, controles e monitoramentos para sistemas de tratamento de água.	93
Quadro 4.7 Especificações Equipamentos Sanitários Economizadores.	102

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Cd	Cádmio
Cl^-	Íon (ânion) Cloreto
Cu	Cobre
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxigênio em dia 5
DMed	Departamento de Medicina da UFSCar
DoH Victoria	Victorian Government Department of Health
DQO	Demanda Química de Oxigênio
E. coli	Escherichia coli
EPA	United States Environmental Protection Agency
FHNW	University of Applied Sciences Northwester Switzerland
HLS	<i>School of Life Sciences</i>
HU	Hospital Universitário da Universidade Federal de São Carlos – SP
IEC	<i>Institute for Ecopreneurship</i>
INCOR	Instituto do Coração de São Paulo
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
NBR	Norma Brasileira
NHS	<i>National Health Service</i>
NH_3	Amônio
NH_4^+	Nitrato
NO_3^-	Nitrato
NO_2^-	Nitrito
°C	Graus Celsius (unidade de temperatura)
OMS	Organização Mundial da Saúde
OR	Osmoses Reversa
Pb	Chumbo
pH	Potencial Hidrogênio
PRO-ÁGUA/HC	Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas, em Campinas
RSS	<i>Royal Scientific Society</i>
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SAAP	Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial

SBA	<i>Sustainable Business Associate</i>
SDT	Sólidos Dissolvidos totais
SST	Sulfato
SST	Sólidos suspensos totais
ST	Sólidos totais
TIR	Taxa Interna de Retorno
UAB	<i>Universitat Autònoma de Barcelona</i>
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
uT	Unidade de turbidez
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
UV	Radiação Ultravioleta
VPL	Valor Presente Líquido
Zn	Zinco

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	1
1. INTRODUÇÃO.....	3
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	3
1.2 OBJETIVOS	5
2. ASPECTOS CONCEITUAIS	6
2.1. SISTEMAS DE APROVEITAMENTO.....	6
2.1.1. COLETA.....	9
2.1.1.1. TELHADOS.....	9
2.1.2. CONDUÇÃO.....	10
2.1.3. ARMAZENAMENTO.....	11
2.1.4. TRATAMENTO.....	13
2.1.4.1. PRELIMINARES	15
2.1.4.2. FIRST-FLUSH.....	16
2.1.4.3. FILTRAÇÃO.....	16
2.1.4.4. DESINFECÇÃO	17
2.1.5. DISTRIBUIÇÃO	18
2.1.5.1. BOMBEAMENTO	18
2.2. USOS DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, INSTITUCIONAIS E INDUSTRIAIS	19
2.3. USOS DA ÁGUA CHUVA.....	21
2.3.1. QUALIDADE DA ÁGUA CHUVA	21
2.3.2. REQUISITOS DE QUALIDADE PARA USOS DAS ÁGUAS PLUVIAIS	25
2.4. PANORAMA NACIONAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS ...	27
2.4.1. CENÁRIO LEGISLATIVO	28
2.4.2. EXPERIÊNCIAS NACIONAIS	29

2.5.	EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS	30
2.6.	ÁGUA EM ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE	32
2.6.1.	HOSPITAIS E SUSTENTABILIDADE	35
2.6.1.1.	<i>PROGRAMAS DE ECONOMIA DE ÁGUA EM ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE</i> 39	
2.6.1.2.	EXPERIÊNCIAS DE IMPLEMENTAÇÃO	44
3.	MÉTODO.....	46
3.1.	CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	46
3.2.	ESTIMATIVA DA DEMANDA DE ÁGUA	46
3.3.	ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....	47
3.4.	POTENCIAL DE APROVEITAMENTO E VOLUME ÓTIMO DE ARMAZENAMENTO.....	48
3.5.	SELEÇÃO DOS COMPONENTES DO SISTEMA	50
3.6.	ANÁLISE FINANCEIRA	51
3.7.	ESTIMATIVA DA ECONOMIA DA ÁGUA COM SAAP EM RELAÇÃO COM PROGRAMAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA	53
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	55
4.1.	CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	55
4.1.2.	SISTEMA DE ABASTECIMENTO	57
4.1.2.1.	APARELHOS SANITÁRIOS.....	58
4.1.3.	DRENAGEM ÁGUAS PLUVIAIS.....	59
4.2.	DEMANDA DE ÁGUA	60
4.2.1.	USOS DA ÁGUA.....	62
4.3.	DISPONIBILIDADE DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	64
4.3.1.	PRECIPITAÇÃO ATMOSFÉRICA	64
4.3.2.	ÁREA DE CAPTAÇÃO	66
4.3.3.	VOLUME DISPONÍVEL	67

4.4.	POTENCIAL DE APROVEITAMENTO E VOLUME ÓTIMO DE ARMAZENAMENTO.....	68
4.4.1.	RELAÇÃO OFERTA-DEMANDA.....	68
4.4.1.1.	CENÁRIOS 100% DA DEMANDA.....	69
4.4.1.2.	CENÁRIOS DOS USOS EXTERNOS.....	71
4.4.1.3.	CENÁRIOS DOS USOS NÃO POTÁVEIS.....	73
4.4.2.	TAMANHO ÓTIMO DE ARMAZENAMENTO.....	75
4.4.2.1.	CAPTAÇÃO TOTAL	76
4.4.2.2.	CAPTAÇÃO BLOCOS 1, 2 E 3.....	80
4.4.2.3.	CAPTAÇÃO BLOCOS 2 E 3	83
4.4.2.4.	COMPARAÇÃO DOS CENÁRIOS.....	86
4.5.	COMPONENTES DO SISTEMA.....	87
4.5.1.	COLETA.....	88
4.5.2.	CONDUÇÃO.....	89
4.5.3.	ARMAZENAMENTO.....	90
4.5.4.	TRATAMENTO.....	92
4.5.5.	DISTRIBUIÇÃO	95
4.5.5.1.	BOMBEAMENTO	95
4.6.	ANÁLISE FINANCEIRA	96
4.6.1.	ORÇAMENTO	96
4.6.2.	FLUXO DE CAIXA	98
4.7.	ESTIMATIVA DA ECONOMIA DA ÁGUA COM SAAP EM RELAÇÃO COM PROGRAMAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA	101
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	108
6.	REFERÊNCIAS.....	112
	APÊNDICE 1	122
	APÊNDICE 2	124

APÊNDICE 3	128
APÊNDICE 4	131
APÊNDICE 5	137
APÊNDICE 6	147
APÊNDICE 7	178
APÊNDICE 8	182
APÊNDICE 9	186
ANEXO 1	189
ANEXO 2	201
ANEXO 3	204

APRESENTAÇÃO

A presente pesquisa foi desenvolvida pela pesquisadora, graduada em Engenharia Civil da *Pontificia Universidad Javeriana* de Bogotá, Colômbia (2011). Tem trabalhado em projetos de consultoria de planos maestros de aqueduto, esgoto e drenagem urbana na cidade de Bogotá e municípios da Colômbia (2011-2014), também trabalhou na gestão dos projetos de construção do Aeroporto Internacional El Dorado da cidade de Bogotá (2014-2015), e é atualmente bolsista do Programa de Alianças para a Educação e a Capacitação (PAEC) da Organização dos Estados Americanos (OEA) e o Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras (GCUB).

O foco deste trabalho é o potencial de economia de água em estabelecimentos de saúde mediante a implantação de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP), tendo como caso do estudo o Hospital Universitário da Universidade Federal de São Carlos UFSCar, São Paulo – Brasil, seguindo na linha de pesquisa desenvolvida pelo Grupo de Pesquisa G-Hidro – Sistemas Hídricos Urbanos, sediado no Departamento de Engenharia Civil da UFSCar, atuando no Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana da mesma universidade.

O desenvolvimento da presente pesquisa deu origem à seguinte publicação:

GAITAN, M. C. P.; TEIXEIRA, B. A. N. Avaliação do Potencial de Economia da Água com o Aproveitamento das Águas Pluviais no Hospital Universitário da UFSCar, São Carlos – SP. In: 29º Congresso da ABES, 2017, São Paulo. Anais do Congresso ABES-FENASAN 2017. São Paulo: ABES, 2017. v. 1. p. 1-10.

De conformidade com o desenvolvimento do trabalho, este documento consta de cinco capítulos, distribuídos assim: o primeiro apresenta uma breve introdução sobre o tema de estudo e os objetivos desta pesquisa; seguidamente, o segundo capítulo contém os aspectos conceituais da pesquisa, os SAAP, da sustentabilidade dos estabelecimentos hospitalares, e programas de conservação da água nestes; no terceiro capítulo se faz a caracterização da edificação de estudo do caso e se estipulam os lineamentos metodológicos utilizados na realização da pesquisa.

No quarto capítulo se divulgam e analisam os resultados obtidos, os quais contemplam a estimativa da demanda de água do HU e sua discriminação por uso final,

a avaliação da disponibilidade de água de chuva segundo as áreas de captação estabelecidas e o regime de chuva do local, seguido do cálculo do potencial de economia da água, a seleção dos componentes do sistema para sua implantação no HU, uma análise financeira, e por fim realiza-se a avaliação da relação entre a economia de água com a implantação de um SAAP e ações de diminuição do consumo da água.

Por último é dedicado um capítulo para as conclusões e considerações finais do trabalho, seguido das propostas para estudos futuros em relação a esta pesquisa.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Conforme é destacado em nível mundial, cerca de 75% da superfície da terra é composta por água, mas menos de 1,0% dessa corresponde a água doce, disponível em fontes superficiais e subterrâneas, para o desenvolvimento das atividades humanas (Mancuso e Santos, 2003). O balanço nestas fontes permanece estável graças ao ciclo hidrológico que as regula naturalmente (Baptista, Nascimento e Barraud, 2015). No entanto, devido a fatores como o crescimento populacional, o aumento das atividades agrícolas e de produção industrial, de resíduos e poluição, somado à gestão deficiente dos recursos, são cada vez menos as fontes aptas para atender as demandas qualitativas e quantitativas requeridas para seus diferentes fins, gerando grandes problemas de escassez de água doce em nível mundial (May, 2004).

Brasil tem cerca de 20% dos recursos hídricos mundiais (Freitas, 2003), no entanto, devido à sua disposição geográfica tem grande variabilidade física e climática que não permitem a disponibilidade dos recursos hídricos de maneira uniforme no espaço e no tempo (Nunes, Freitas e Pinguelli, 2011). A distribuição da população e a disponibilidade de recursos hídricos não são diretamente proporcionais, segundo Ghisi (2006) os centros de maior população são aqueles com menor quantidade de água disponível. O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, 2006) destaca que as áreas com maior disponibilidade de recursos hídricos (aprox. 83%) têm a menor densidade populacional, enquanto que as regiões com menor disponibilidade (aprox. 12%) atendem aproximadamente 54% da população nacional. Por esta razão, a alta demanda e baixa disponibilidade do recurso faz que a escassez e o estresse hídrico das fontes sejam um problema cada vez mais importante no país (Nunes, Freitas e Pinguelli, 2011).

Do mesmo modo, dada a situação de insuficiência de água potável, em diferentes países no mundo, está sendo modificado o enfoque na prestação do serviço de abastecimento de água nas cidades. Isto levou a analisar a viabilidade da utilização de fontes alternativas, como a dessalinização da água de mar, o reuso de água cinza e o aproveitamento da água pluvial (Mitchell *et al.*, 2008). O aproveitamento de água de chuva tem sido uma solução mais interessante, devido a seu menor custo e funcionalidade dupla; já que além de reduzir o estresse hídrico nas fontes tradicionais de abastecimento, contribui para a atenuação das

vazões e dos volumes coletados pelos sistemas de drenagem (Mitchell *et al.*, 2008; Rostad, Foti e Montalto, 2016).

Além do anterior, os Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) são geralmente adequados para qualquer tipo de edificação, podendo ser implantados desde a concepção dos projetos ou depois da construção das edificações (Baptista, Nasimento e Barraud, 2015). Neste sentido, a implantação destes sistemas em edificações com altos consumos de água, como comércios e instituições, pode trazer grandes benefícios, tanto econômicos aos usuários, como ambientais para o entorno, já que a maior demanda é para serviços que não requerem qualidades especiais da água, tais como bacias sanitárias, mictórios, sistemas de resfriamento, irrigação e serviços de limpeza (Lawson *et al.*, 2009). Os estabelecimentos de saúde são um exemplo destas, sendo grandes consumidores de água e energia (OMS, 2009).

Ao redor do mundo o setor da saúde tem assumido um papel ativo e responsável frente às mudanças climáticas, para que suas práticas, os produtos que consome e a operação das edificações que opera não prejudiquem a saúde humana e o meio ambiente (NHS, 2009). E em relação à água, estes estabelecimentos têm começado a considerar diferentes formas de redução no consumo de água potável, mediante programas de conservação e a implementação de fontes de água alternativas, como aproveitamento de águas pluviais, reuso de águas residuais de processos hospitalares, ou águas cinza (DoH Victoria, 2009). Por esta razão, a fim de propor uma gestão estratégica e uso sustentável dos recursos hídricos nas instalações de saúde, é essencial conhecer a quantidade e qualidade da água para cada uso final com o objetivo de programar as estratégias mais favoráveis em sua conservação, garantindo a segurança na saúde dos usuários (D'Alessandro *et al.*, 2016).

Para a implementação de SAAP em estabelecimentos hospitalar é importante, além da análise da sua viabilidade técnica e ambiental, sua viabilidade econômica, a qual depende de variáveis próprias de cada instituição, como sua localização, número de leitos e serviços atingidos, o que não faz possível uma padronização das soluções técnicas na projeção de um sistema. Por esta razão é importante o desenvolvimento de metodologias que contemplem as diferentes variáveis que influenciam na adoção destes SAAP em tais edificações, tais como: i) as características qualitativas e quantitativas da demanda e seus usos finais; ii) a disponibilidade de águas pluviais e sua qualidade; iii) o potencial da economia de água potável em relação ao seu fornecimento por fontes tradicionais de água potável; iv) a

avaliação de custos de investimento e o retorno deste, tudo isto prevendo os riscos específicos para estes estabelecimentos. Mas também é importante analisar o potencial de economia de água mediante SAAP em relação às ações básicas de conservação de água em hospitais, que consideram como primeira medida a diminuição do consumo, com a instalação de tecnologias economizadoras do recurso; o que pode representar riscos e custos menores com bons resultados.

No caso particular, o Hospital Universitário da UFSCar (HU) conta com um orçamento anual reduzido para operação e manutenção, pelo qual tem centrado sua atenção nos custos de operação e manutenção, em especial dos sistemas de água. Por este motivo, foi gerada a questão sobre a viabilidade de implantação de um SAAP em instalações de este tipo, já que existe uma compreensão limitada da relação custo – benefício de sua implementação nestes estabelecimentos, bem como uma ausência de regulamentação neste sentido.

1.2 Objetivos

O objetivo geral da presente pesquisa foi avaliar a viabilidade de implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais como alternativa de abastecimento de água em estabelecimentos hospitalares, tendo como objeto de estudo o Hospital Universitário da Universidade Federal de São Carlos – SP (HU).

Como objetivos específicos têm-se:

- Avaliar o potencial de aproveitamento de águas pluviais no HU, considerando aspectos relativos à demanda e à oferta de água pluvial para atendimento dos diferentes usos finais na edificação.
- Selecionar os componentes do sistema de aproveitamento a implementar: coleta, armazenamento, tratamento e distribuição; a partir da análise das características particulares da edificação.
- Determinar a viabilidade econômica da implementação de um SAAP como alternativa de abastecimento ao consumo de água potável no HU.
- Analisar a relação entre o potencial de economia de água mediante a implantação de um SAAP, com ações básicas para diminuição de consumo.

2. ASPECTOS CONCEITUAIS

O aproveitamento da água de chuva é uma técnica antiga que apresenta boa aceitação devido à água ser considerada de boa qualidade. A implementação de sistemas de aproveitamento, data de 2.000 anos A.C em Israel com cisternas para irrigação e na China tem sido usada há mais de 6.000 anos (Gould e Nissen-Petersen, 1999). Atualmente, existe um interesse crescente como fonte alternativa de abastecimento nas cidades, dado o esgotamento dos recursos renováveis de água doce no mundo (Texas Water Development Board, 2005).

Segundo Rüden & König (2007) os sistemas alternativos para abastecimento de água, devem ter quatro características principais: i) segurança higiênica, a fonte não pode representar um risco para os usuários; ii) manter o conforto; iii) tolerância ambiental, com a regulação de produtos químicos e consumo de energia elétrica; iv) custos aceitáveis, os custos de manutenção, monitoramento e reparação dos sistemas deve ser menor que dos sistemas convencionais de abastecimento. Assim é importante conhecer as características dos sistemas a implementar e os estudos que têm sido desenvolvidos no tema.

2.1.Sistemas de Aproveitamento

Um SAAP pode ter diferentes finalidades, as quais incluem a irrigação, usos domésticos potáveis e não potáveis, recarga de aquíferos e redução do escoamento superficial nas cidades, o qual pode ser simples ou complexo em função da sua finalidade e escala. Na concepção de um SAAP devem ser considerados vários fatores, como o tipo e tamanho da área de captação, os dados de chuvas locais e padrões climáticos, caracterização qualitativa e quantitativa dos consumos, fonte convencional de abastecimento e custos da implantação (Khoury-Nolde, 2010).

Segundo Soares *et al.* (1997) um SAAP, basicamente, consiste em três processos:

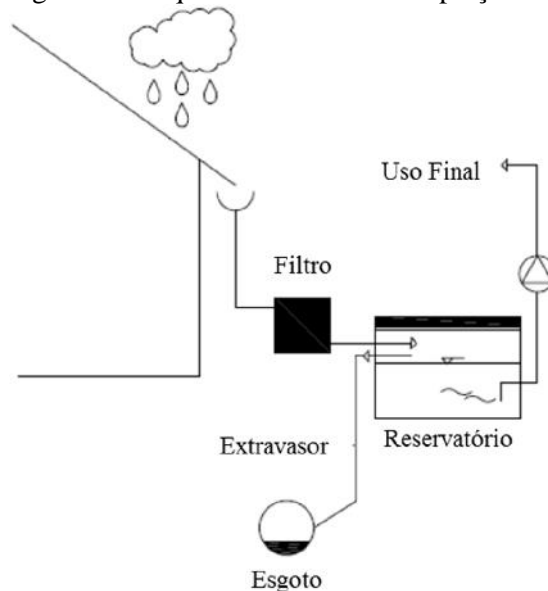
- Coleta: definida pela área de captação da água de chuva. Geralmente, é limitada aos telhados, devido a suas vantagens de qualidade da água, em comparação a superfícies com trânsito constante.
- Armazenamento: a chuva coletada tem que ser armazenada em reservatórios para a regulação e aproveitamento, este deve contar com um extravasamento dirigido à rede pública das águas pluviais.

- Tratamento: os requerimentos de dispositivos de tratamento para a água coletada dependem da sua qualidade e do seu destino final.

Herrmann e Schmida (1999) descrevem quatro SAAP utilizados historicamente na Alemanha:

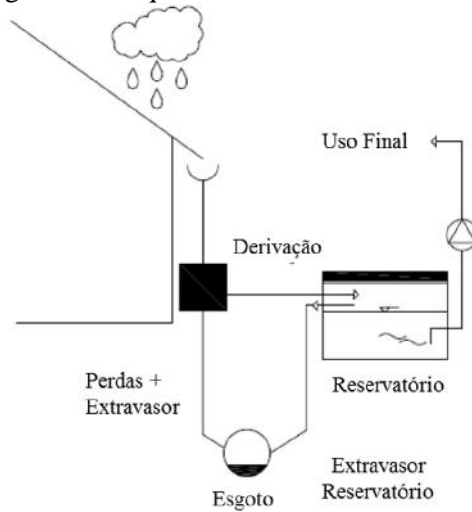
- Sistema de captação total (Figura 2.1): a totalidade da água de chuva escoada nos telhados é armazenada; o extravasamento só ocorre quando o tanque está cheio.
- Sistema com derivação (Figura 2.2): só é armazenada parte da água de chuva escoada para atender a demanda da água potável, mediante uma tubulação de derivação. O extravasamento e o desvio da água é dirigido ao sistema de esgoto público, quando este era aceitável.
- Sistema com volume de retenção (Figura 2.3): além da capacidade para abastecer a demanda de água, o armazenamento conta com um volume adicional de retenção, para redução de cheias ao sistema de drenagem público.
- Sistema com infiltração (Figura 2.4): o extravasamento do armazenamento é dirigido a um local de infiltração.

Figura 2.1 Esquema de SAAP de captação total.



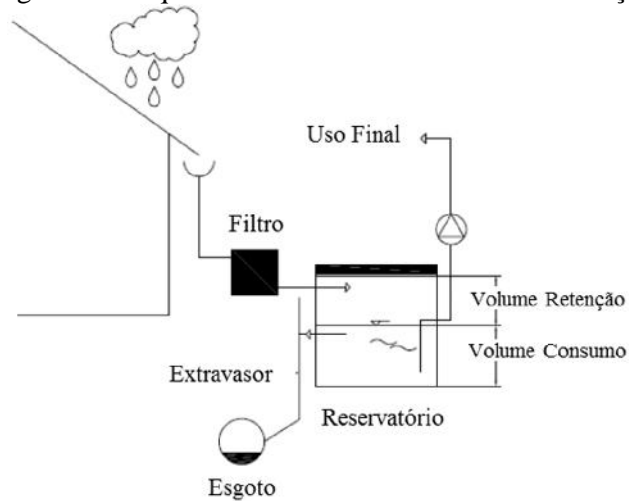
Fonte: Herrmann e Schmida (1999)

Figura 2.2 Esquema de SAAP com derivação.



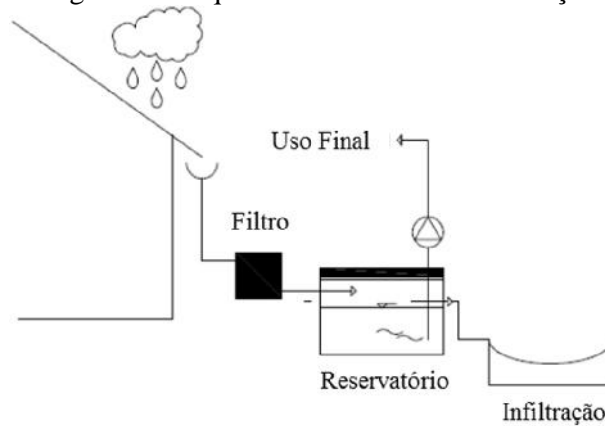
Fonte: Herrmann e Schmida (1999)

Figura 2.3 Esquema de SAAP com volume de retenção.



Fonte: Herrmann e Schmida (1999)

Figura 2.4 Esquema de SAAP com infiltração.



Fonte: Herrmann e Schmida (1999)

No Brasil a NBR15.526 de 2007 (ABNT, 2007) estabelece requisitos mínimos para aproveitamento de águas de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

Dentro dos componentes básicos de um SAAP acha-se a área de captação ou de contribuição como telhados, lajes e pisos; elementos de transporte da água como condutores horizontais, verticais, calhas e do reservatório. Além disso, podem incluir unidades de tratamento da água, sistemas de bombeamento e reservatórios elevados (Roberta, Silva e Tassi, 2005; Souza Lage, 2010).

2.1.1. Coleta

A captação das águas pluviais se podem realizar a traves de diferentes superfícies, solos, telhados, canais, etc. No entanto, a seleção destas coberturas, tem sido limitada a zonas sem circulação de veículos, já que a água pode ser contaminada com óleos dos combustíveis e diferentes metais, restringindo seus fins de uso (Lawson *et al.*, 2009).

As características das superfícies de captação de águas pluviais determinam a eficiência do escoamento superficial direto, por exemplo um área de coleta mais uniforme e lisa tem uma maior eficiência, ou coeficiente de escoamento (C) próximo a 1 ou 100%, ou que significa-se que o 100% do volume precipitado é escoado superficialmente, sem infiltração, retenção, ou outras perdas (ABNT, 2007; FAO, 2013). Numerosos estudos têm demonstrado que o material destas tem um efeito direto na qualidade da água escoada (Chang, McBroom e Scott Beasley, 2004; Lye, 2009; Mendez *et al.*, 2011).

2.1.1.1. Telhados

Os telhados são as primeiras opções para colheita de águas pluviais em áreas urbanas (Förster, 1999; Göbel, Dierkes e Coldewey, 2007). Estas superfícies apresentam uma alta eficiência de escoamento superficial direto, entre 0,75 e 0,95 (Garcia, 2016) e, além disso, facilita a condução da água para o reservatório por meio da gravidade, por sua altura e declividade (Farreny, Gabarrell e Rieradevall, 2011).

Segundo o estudo feito por Chang *et al.* (2004) o material do telhado é o fator mais importante a considerar nos sistemas de captação, dado que pode ter um efeito significativo na qualidade da água de chuva, podendo liberar contaminantes próprios do seu material e também pelas reações químicas geradas pela acidez da chuva e as altas temperaturas. Por exemplo, as coberturas de cobre com componentes de chumbo não devem ser utilizadas em

sistemas com potencial de usos potáveis pelo risco que apresenta para a saúde a ingestão de água poluída com estes. Do mesmo modo, telhados de outros metais (sem cobre e chumbo), embora tenham grandes vantagens pelo alto coeficiente de escoamento e menores concentrações de coliformes totais e E. Coli em comparação com outro tipo de coberturas (Mendez *et al.*, 2011), a qualidade da água é afetada por metais arrastados; sendo o alumínio e zinco os mais frequentes (Chang, McBroom e Scott Beasley, 2004; Lye, 2009).

O escoamento da água em telhados de madeira tende a ser pouco eficiente devido a sua alta porosidade; além disso, a qualidade da água piora devido aos produtos químicos usados para sua conservação e pela decomposição da matéria orgânica que nestes desenvolvem-se (Chang, McBroom e Scott Beasley, 2004), implicando processos de manutenção maiores e rigorosos que em telhados menos degradáveis.

A utilização de coberturas de cimento ou amianto, ou telhas cerâmicas apresentam uma diminuição significativa no coeficiente de escoamento superficial, dado que são superfícies irregulares e porosas; o qual também gera um ambiente apto para o crescimento de bactérias e algas (Lawson *et al.*, 2009). No caso específico das telhas de asbesto, os efeitos negativos para saúde deste material, têm sido demonstrados no caso da inalação, no entanto não têm sido definidos efeitos nocivos para a saúde pela ingestão de água com fibras deste; é por isto que a Organização Mundial da Saúde não tem determinado um número restritivo para a concentração de amianto na água (OMS, 2006).

2.1.2. Condução

O sistema de condução de um SAAP é composto por condutores horizontais (calhas) e condutores verticais que transportam a água de chuva do telhado até o sistema de armazenamento. Estes componentes devem que ser dimensionados de tal forma, que sua capacidade seja adequada para coletar e transportar a vazão do projeto, a qual depende das características físicas da superfície de captação e do regime de precipitações da zona (Texas Water Development Board, 2005).

As calhas se encontram nas extremidades das coberturas, e têm duas funções principais, captar a água do telhado e transportá-la até o lugar desejado. A declividade e o material determinam a capacidade e eficiência destas (Lawson *et al.*, 2009). A *Virginia Rainwater Harvesting Manual* (2009) sugere a implantação de calhas com declividade de 0,5% nos dois primeiros terços de seu comprimento e 1,0% no último terço, segundo estudo

feito por Still e Thomas (2002). Igualmente, este sugere que as calhas de meia-volta (“U”) e trapezoidais são capazes de drenar uma área de telhado maior com a mesma quantidade de material usado para fazer a calha, o que faz este tipo mais eficiente economicamente.

Os materiais de fabricação das calhas devem ser resistentes à corrosão, ter longa durabilidade, baixa afetação por mudanças de temperatura, alto coeficiente de escoamento, leves e rígidos (Tomaz, 2010); por exemplo, chapas de aço galvanizado, chapas de aço inoxidável, alumínio, PVC rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria.

Recentemente, tem-se implementado sistemas sifônicos para a coleta de água de chuva em telhados planos e grandes superfícies; como seu nome o indica, trabalha com tubulações cheias para criar um sifão e transportar às águas a pressão desde a cobertura até sua entrega final; assim as tubulações podem ser de menores dimensões e sem declividade (Lawson *et al.*, 2009).

O dimensionamento dos componentes de condução da água de chuva depende da normativa de cada região. No Brasil estes deverão obedecer à norma brasileira para Instalações Prediais de Águas Pluviais, NBR 10.844 (ABNT, 1989), a qual estabelece critérios mínimos nos projetos de drenagem de águas pluviais para garantir às ótimas condições destes sistemas.

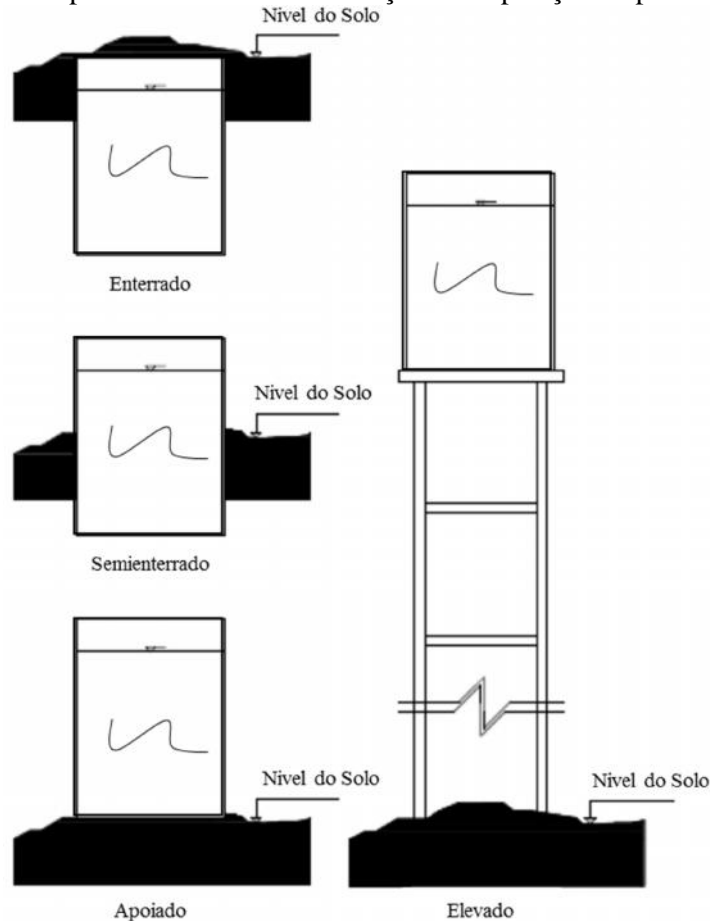
2.1.3. Armazenamento

É o dispositivo destinado para a acumulação e conservação da água de chuva captada em um SAAP. O tanque de armazenamento ou cisterna usualmente representa o componente mais caro na implantação do sistema, gerando um forte impacto na viabilidade econômica projeto (Texas Water Development Board, 2005). No entanto, o sub-dimensionamento deste implica uma baixa eficiência do sistema pela ocorrência de insuficiência de água para abastecer a demanda (Forgiarini Rupp, Munarim e Ghisi, 2011).

O tamanho do reservatório depende principalmente de variáveis como o regime de precipitação da região, a área de captação do projeto e a demanda (Lawson *et al.*, 2009; Forgiarini Rupp, Munarim e Ghisi, 2011); estas variáveis fazem que o dimensionamento destes seja específico para cada projeto (Ghisi, Bressan e Martini, 2007). A localização das cisternas é definida pela disponibilidade de espaço do local, podendo ser enterradas, semienterradas, elevadas, apoiadas no solo (Figura 2.5); idealmente o mais próximos aos

pontos de captação e distribuição da água (Khoury-Nolde, 2010). Nos locais onde o reservatório pode ser elevado, no caso da captação nos telhados, pode facilitar a distribuição da água, evitando o sistema de bombeamento.

Figura 2.5 tipo de reservatório em relação a sua posição respeito ao solo.



Fonte: NBR 12.217 (ABNT, 1994)

Os reservatórios podem ser construídos *in loco* ou ser pré-fabricados, isso depende do tipo de tanque, sua localização e material. Os materiais selecionados são geralmente inertes, como o concreto, aço recoberto para evitar a poluição da água pelos metais soltos, em fibra de vidro ou polietileno; estes também são feitos de madeira em regiões climáticas que não apresentem altas temperaturas e secas (Lawson *et al.*, 2009). O projeto tem que assegurar a estabilidade das estruturas, em relação ao solo do local, lençol freático, às estruturas circundantes, as cargas de tráfego ou estruturais, e ao risco sísmico (FAO, 2013).

As principais características dos dispositivos de armazenamento para um adequado funcionamento são: a impermeabilidade; devem ficar sempre cobertos para evitar a criação de vetores e entrada de poluentes externos e animais; devem ser opacos para a inibição do

crescimento de algas; devem ter sistemas adequados de entrada e saída da água, extravasamento, ventilação e fácil acesso para sua inspeção e lavagem (Lawson *et al.*, 2009). A entrada e saída da água da cisterna é importante para a qualidade da água armazenada, por isso a velocidade de entrada deve evitar a agitação dos sedimentos no fundo; e a tubulação de saída deve estar acima do nível máximo de sedimentos (Khoury-Nolde, 2010).

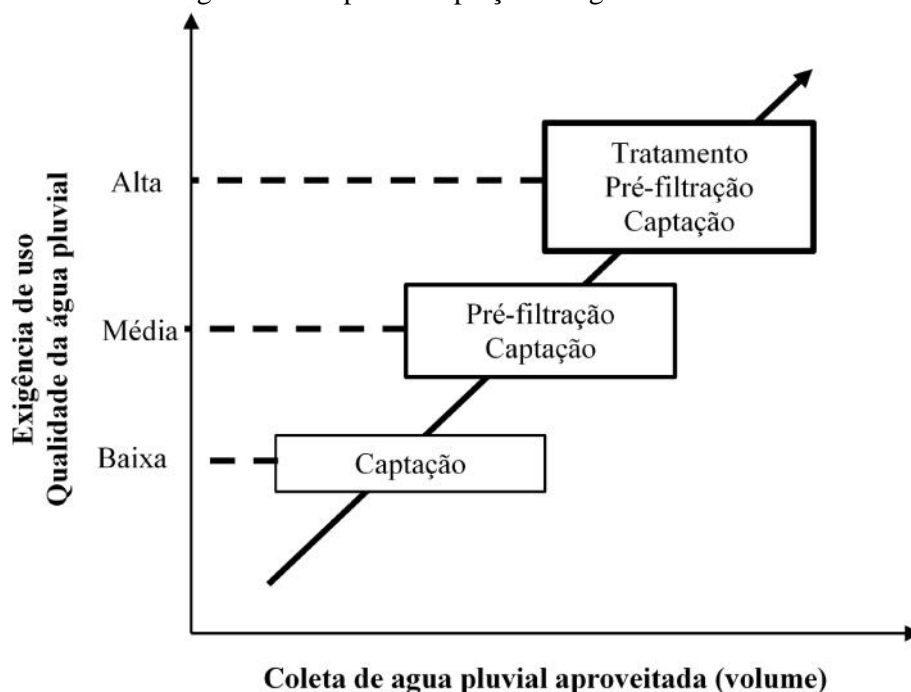
A projeção e construção dos reservatórios para aproveitamento de água devem considerar as normativas de cada local; no Brasil, estes deverão obedecer à norma brasileira para Projetos de Reservatórios de Distribuição de Água para Abastecimento Público, NBR 12.217 (ABNT, 1994), onde estão definidas as atividades mínimas de dimensionamento, locação, forma, material, equipamentos, acessórios e instrumentação para estes. A continuação se descreve alguns destes:

- Forma: deve responder a maior economia estrutural, de operação e interligação com os sistemas.
- Material: dever ser escolhido segundo seu funcionamento mecânico em interação com a água e após estudos técnicos e econômicos completos.
- Implantação: fundo do reservatório acima do nível do lençol freático e da cota de inundação máxima.
- Segurança: pisos, escadas e passadiços devem ser de material antiderrapante, devem ter degraus de espaçamento máximo uniforme de 0,30 m e espaço livre. No topo do reservatório elevado, devem ser previstos para-raios e luz de sinalização de obstáculo elevado, conforme padrões do Ministério da Aeronáutica.

2.1.4. Tratamento

Os requisitos de dispositivos de tratamento para a água coletada dependem da qualidade desta e do seu destino final (Goldenfum, 2004). Assim, com a implementação de tratamentos da água, os usos potáveis podem ser abastecidos pelos SAAP e, em certas ocasiões, maior porcentagem da água coletada pode ser aproveitada, como o indica a Figura 2.6. Estes tratamentos podem ser simples, como a sedimentação natural, filtração simples e cloração (May, 2004), mas cada requisito de tratamento, por simples que seja, acrescenta custos ao sistema.

Figura 2.6 Etapas da captação da água de chuva.



Fonte: Boelhouwer *et al.* (2001)

No entanto, a necessidade de tratamentos não está ligada totalmente aos usos potáveis e não da água coletada, dado que as diferentes regulamentações para a implementação de SAAP têm como exigência tratamentos mínimos como filtração e desinfecção para alguns fins não potáveis, por exemplo, cidades dos Estados Unidos e a Alemanha (Lawson *et al.*, 2009).

O Quadro 2.1 apresenta as algumas das técnicas mais comuns para melhorar a qualidade da água. No entanto, os métodos de tratamento a implementar devem ser analisados segundo as vantagens e desvantagens para cada situação individual (Texas Water Development Board, 2005).

Quadro 2.1 Técnicas de tratamento da água.

Método	Localização	Resultado
Tratamento		
Triagem		
Telas e filtros de folha	Calhas e tubulações	Evitam a entrada de folhas e outros detritos no tanque
Remoção		
Sedimentação	No reservatório	Remove material particulado
Carvão ativado	Antes de Fundo	Remove o cloro*

Método	Localização	Resultado
Filtragem		
Lavagem de telhado	Antes do reservatório	Remove material suspenso
Em linha/multi-cartucho	Após a bomba	Retém o sedimento
Carvão ativado	Após o filtro de sedimentos	Remove o cloro, melhora gosto
Leito de areia	Separador no reservatório	Retém material particulado
Tratamento microbiológico/ Desinfecção		
Ebulição / Destilação	Antes do uso	Mata microrganismos
Tratamentos químicos (Cloro ou iodo)	Dentro do tanque ou na bomba (Líquido comprimido ou granulado)	Mata microrganismos
	Antes do filtro de carvão ativado	
Luz ultravioleta	Após do filtro de carvão ativado	Mata microrganismos
Ozonização	Após do filtro de carvão ativado	Mata microrganismos
	Antes de Fundo	Mata microrganismos
Nano-filtração	Antes do uso; polímero membrana (Poros 10-3 a 10-6 polegadas)	Remove moléculas
	Antes da utilização: polímero membrana (poros 10-9 polegadas)	Remove íons (contaminantes e microrganismos)

*Deve ser usado se o cloro tiver utilizado como desinfetante.

Fonte: Texas Water Development Board (1997); apud Texas Water Development Board (2005).

É necessário que a água atenda os parâmetros de qualidade de acordo ao fim que será destinada. O tratamento deve ser direcionado à remoção das partículas presentes na água e, em segundo lugar, ao condicionamento bacteriológico.

2.1.4.1.Preliminares

O pré-filtrado visa evitar entupimentos nas redes e melhorar remover material grosso da água captada, antes da entrada no reservatório, para evitar efeitos negativos na qualidade da água pela decomposição da matéria orgânica (Fondo Adaptación Honduras, 2013). Estes dispositivos devem considerar a separação de folhas e sólidos grandes, separação da primeira chuva e decantação da água. As grades e caixas de areia podem ser empregados nesta etapa.

2.1.4.2. First-Flush

A primeira água que cai no início do evento de precipitação tem um efeito de lavagem das superfícies de captação, conhecido como *First-Flush*; a qual pode conter uma concentração relativamente maior de poluentes, por isso, é aconselhável o descarte desta primeira água (Barbosa, 2005; Gikas e Tsihrintzis, 2012). Essa água deve ser desviada do reservatório mediante um dispositivo, idealmente automático com uma derivação na torneira de condução e uma válvula de regulação, que a conduza até uma área de infiltração ou no sistema de drenagem convencional.

Conforme sugestão da NBR 15.527 (ABNT, 2007), a implantação de um dispositivo de descarte da precipitação inicial, dimensionado conforme avaliação preliminar da qualidade da água de chuva escoada; ou na ausência de dados, o descarte de mínimo dos primeiros 2 mm da chuva. No entanto, o volume de água a ser descartado varia na bibliografia de 0,3 a 2,0 litros por metro quadrado de superfície (0,3 mm e 2,0 mm) (Tomaz, 2010).

2.1.4.3. Filtração

Ainda com o descarte da primeira chuva, a água transporta sólidos em suspensão que podem ser removidos com um filtro na entrada do reservatório ou à saída antes da sua utilização. Estes dispositivos têm como funções principais a remoção de sólidos em suspensão, redução da concentração de matéria orgânica e redução da turbidez (EPA, 2012a).

Estes dispositivos podem ser classificados segundo o sentido do fluxo, tipo de enchimento, ou pela taxa de aplicação da vazão (Fundespa, 2008). A capacidade da filtração para ajudar a reduzir patógenos é função do tamanho do material de filtração, do tamanho das partículas presentes na água e dos químicos adicionados (no caso de uso de coagulantes) (Lawson *et al.*, 2009).

Para usos internos de água, os filtros lentos podem ser uma boa solução, já que possui uma boa eficiência para melhorar a qualidade bacteriológica da água, e não precisam de produtos químicos para seu funcionamento, e sua operação é simples e de baixo custo (Tomaz, 2010). O Quadro 2.2 apresenta valores de eficiência de remoção de filtros lentos.

Quadro 2.2 Eficiência de remoção de filtros lentos.

Parâmetro de Qualidade	Capacidade de Remoção
Escherichia coli	99 a 99,9%
Cor verdadeira	28 a 41%
Cor aparente	45% e abaixo de 30PtCo
Turbidez do efluente	<2UT
Coliformes totais	2log a 3log

Fonte: Heller (2003), apud Tomaz (2010) .

2.1.4.4.Desinfecção

Para a desinfecção da água podem ser utilizados métodos diversos, entre estes estão processos de osmose em reversa, microfiltros de polímeros, carvão ativado, luz ultravioleta e cloração (Fondo Adaptación Honduras, 2013). A cloração é o método mais recomendado por seu baixo custo e fácil acesso (Helmreich e Horn, 2009).

- Cloração

O processo de cloração implica que a aplicação do produto seja feita após a remoção de partículas da água captada e do armazenamento, dado que o cloro pode reagir com a matéria orgânica e forma subprodutos indesejados(Gordon, Adam e Bubnis, 1995).

A dosagem deve estar entre 0,4-0,5 mg/L de cloro livre, e pode ser feita com comprimidos de cloro ou gás de cloro (Helmreich e Horn, 2009). E o residual de cloro deverá ser de 0,2 ppm e o pH deverá ser mantido entre 6,0 a 9,5 para consumo humano.

- Radiação Ultravioleta (UV)

A luz ultravioleta é um método econômico e eficaz para o tratamento de bactérias e vírus O uso de este método de desinfecção deve ser feito em águas filtradas, já que só é efetiva em águas muito claras, partículas menores a cinco micrones (Lawson *et al.*, 2009). A dose apropriada de luz ultravioleta para desinfecção da água de chuva é de 40.000 uw-sec/cm² (NSF, 2007).

- Ozônio

O processo pelo qual o ozônio destrói bactérias e vírus não é bem entendido, mas o ozônio efetivamente destrói muitas proteínas, o que provavelmente faz parte do mecanismo de desinfecção do ozônio (OMS, 2004). Enquanto o ozônio é um desinfetante altamente eficaz,

geralmente é menos eficaz na destruição de vírus, ao contrário do cloro, o ozônio não deixa um resíduo desinfetante na água acabada (Lawson *et al.*, 2009).

No caso do Brasil, a norma para Aproveitamento de Água de Chuva, segundo a NBR 15.527 (ABNT, 2007) requer a instalação de grades para remoção de detritos que atendam a norma para Projeto de Captação de Água de Superfície para Abastecimento Público, NBR 12.213 (ABNT, 1992a). Enquanto à desinfecção, permite a utilização de cloração, raios ultravioleta, ozônio e outros, mas em aplicações onde é necessário um residual desinfetante, deve ser usado um derivado clorado, entre 0,5 mg/L e 3,0 mg/L (ABNT, 2007).

2.1.5. Distribuição

Entende-se como distribuição, o sistema de condutos que encaminham a água de chuva entre o reservatório e o ponto de consumo; geralmente tubulações projetadas a pressão. Seu dimensionamento depende da vazão e pressão a ser atingida no ponto mais longe do sistema.

O sistema de distribuição de água para usos não potáveis deve ser instalado paralelamente à rede de usos potáveis até os pontos hidráulicos finais. Deve contar com uma entrada auxiliar das redes públicas de água potável, para evitar a interrupção do serviço de abastecimento nos períodos de baixas precipitações e/ou secas. No entanto, é importante a proteção de contaminantes da rede de água potável pelas conexões cruzadas. Assim, normalmente são implantados controles de nível mínimo dentro do reservatório (dispositivos chave-boia ou sensor de nível), assim é ativada a entrada de água da rede pública no sistema reservatório ou diretamente na rede para usos não potáveis (Lawson *et al.*, 2009).

Segundo a NBR 15.526 (ABNT, 2007) as redes de distribuição nos SAAP devem ser independentes do sistema de água potável, e as tubulações devem ser claramente diferenciadas cada uma. Finalmente, as instalações prediais devem atender a NBR 5626 (ABNT, 1998), em quanto à separação atmosférica, materiais de construção das instalações, proteção contra conexões cruzadas, dimensionamento.

2.1.5.1. Bombeamento

O sistema de bombeamento é requerido para atender a demanda de pico projetada para os pontos finais de consumo da água de chuva, atendendo os requerimentos de pressão

(Lawson *et al.*, 2009). Assim, estes sistemas são necessários quando o nível no reservatório não é suficiente para atingir a pressão requerida no sistema de distribuição.

A pressão pode ser atingida de duas maneiras, com sistemas configurados: bombeamento para reservatório de pressão (elevado) ou bombeamento direto (Texas Water Development Board, 2005). O dimensionamento dos sistemas deve ser feito da mesma maneira que os sistemas convencionais de bombeamento para abastecimento de água potável. Então, no Brasil, segundo a NBR 15.527 (ABNT, 2007) o este deve atender à NBR 12.214 (ABNT, 1992b), para Projetos de Sistema de Bombeamento de Água para Abastecimento Público.

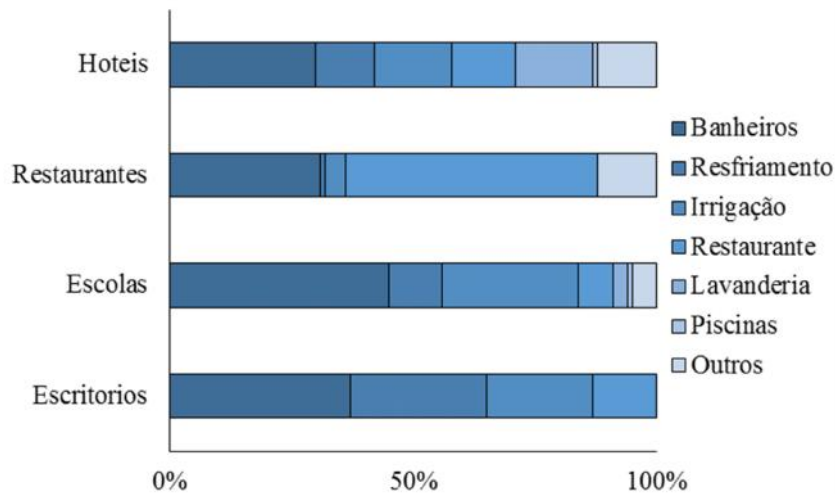
2.2. Usos de Água em Edificações Comerciais, Institucionais e Industriais

Neste trabalho se adotaram as definições feitas por Bailly (1998): entendam-se como edificações comerciais, aqueles estabelecimentos privados que fornecem ou distribuem um produto ou um serviço (hotéis, restaurantes, escritórios). As edificações institucionais são aquelas instalações dedicadas ao serviço público (escolas, edificações governamentais, hospitais). Finalmente, as edificações industriais são aquelas onde se fabricam ou processam materiais de qualquer tipo.

A diferença das edificações residenciais, as edificações comerciais, institucionais e industriais (CII) têm, em sua maioria, necessidades de água não potável (Lawson *et al.*, 2009), sendo o sector comercial e institucional o segundo maior consumidor de água em Estados Unidos, 17% do abastecimento público de água (EPA, 2012c). Cada tipo de instalação possui diferentes padrões de uso de água, dependendo de sua função. A Figura 2.7 mostra como a água é utilizada em diferentes instalações comerciais e institucionais.

Cada tipo de construção enfrenta desafios específicos para conseguir uma redução no consumo da água, nos últimos anos, tem-se implementado diferentes programas de economia com melhoras em equipamentos e práticas operacionais como o aproveitamento de água pluvial e reuso de águas cinza.

Figura 2.7 Usos da água no setor comercial e institucional.



Fonte: Dados da EPA, consultados em novembro de 2017.

Existe uma diferença entre a qualidade da água para usos internos e externos nas edificações. Assim, Kloss (2008) no estudo feito para o *Pacific Institute* da Califórnia, apresenta na Tabela 2.1 a distribuição de consumos diários de água em escritórios e hotéis, segundo sua qualidade, diferenciando os usos internos potáveis e não potáveis.

Tabela 2.1 Uso típico diário de água em Edificações de Escritórios e Hotéis.

Uso	Escritórios % Total Diário	Hotéis % Total Diário
Potáveis Interiores		
Chuveiros	-	27
Torneiras	1	1
Cozinha	3	10
Outros usos	10	19
Subtotal	14	57
Não Potáveis Interiores		
Bacias sanitárias/ mictórios	25	9
Lavagem de roupas	-	14
Sistema de resfriamento	23	10
Subtotal	48	33
Usos Exteriores	38	10

Fonte: Kloss (2008)

Como pode-se observar, em geral, nas edificações deste tipo a maioria da água usada é para fins não potáveis; por exemplo numa edificação de escritórios, 86% da água é consumida em usos não potáveis interiores e exteriores; enquanto aos hotéis, têm um gasto de 43%.

2.3. Usos da Água Chuva

A água destinada para o desenvolvimento das atividades humanas está classificada em potável e não potável, em relação a sua qualidade. A água potável tem exigências de qualidades restritas, já que é utilizada para beber, cocção de alimentos e higiene pessoal; enquanto que a água não potável é utilizada para irrigação, lavagem de veículos, resfriamento e limpeza (May, 2004).

O aproveitamento de água pluvial nos centros urbanos é uma alternativa de abastecimento para atividades que não precisam água potável, mas também pode atender usos mais restritos, se é tratada adequadamente e assim cumprir com parâmetros para fins potáveis (Roberta, Silva e Tassi, 2005). O Quadro 2.3 apresenta os diferentes usos da água não potável e potável das atividades humanas mais simples (Lawson *et al.*, 2009).

Quadro 2.3 Usos para água não potável e potável nas atividades humanas.

Água não Potável	Água Potável
Lavagem das edificações	Consumo humano
Sistemas de resfriamento	Preparação de alimentos
Extinção de incêndios	Banho
Processamento industrial	Lavagem de pratos
Irrigação	
Lavagem de roupa	
Enchimento de espelhos de água	
Descarga de bacias sanitárias	
Lavagem de veículos	

Fonte: Lawson *et al.* (2009)

Alguns usos, incluso para fins não potáveis exigem características específicas, por exemplo para atividades dentro das edificações, pelo qual requerem ter maiores considerações em relação à segurança dos usuários e das instalações internas, como aparatos sanitários (Goldenfum, 2004). Assim, a água da chuva pode ser destinada para usos potáveis só com o controle constante da sua qualidade, já que os parâmetros da água escoada podem sofrer alterações temporais segundo o ambiente (Souza Lage, 2010).

2.3.1. Qualidade da Água Chuva

A gota de chuva, na sua origem, está entre as mais limpas fontes de água (Texas Water Development Board, 2005). No entanto, sua qualidade pode variar em relação à localização da captação, a presença de vegetação e com as cargas poluidoras do ambiente (May, 2009).

As cargas poluidoras do ambiente são o resultado das emissões à atmosfera; originadas nas áreas urbanas pela poluição de atividades indústrias com emissões gasosas, derivados de combustíveis; nas zonas rurais como produto das atividades agrícolas com o uso de pesticidas, fertilizantes, inseticidas e produtos químicos (Goldenfum, 2004; Farreny *et al.*, 2011).

Segundo May (2004), os poluentes presentes na atmosfera podem se classificar em poluentes primários e secundários. Os primários são aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão, como o material particulado, monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrocarbonetos, aldeídos, óxidos de nitrogênio e de enxofre, traços de metais, etc. Os secundários são aqueles o produto de reações químicas dos poluentes primários e os componentes naturais da atmosfera, estes podem ser oxidantes, névoas ácidas, etc.

Além da poluição da atmosfera, a água transporta substâncias em suspensão das superfícies por onde esta escoe. Em relação ao tipo de impurezas ou poluentes presentes na água, é possível conhecer a origem destas. De este modo, Gutierrez (2011) no Quadro 2.4, apresenta as impurezas da água, em relação a sua origem.

Quadro 2.4 Poluentes nas águas em relação a sua origem.

Origem	Poluentes	
Contato com minerais do solo	Cálcio Ferro Fosfato Sódio Zinco Manganês	Bicarbonatos Carbonatos Nitratos Silicatos Sulfatos Magnésio
Atmosfera	Hidrogênio livre (H+) Bicarbonatos	Cloretos Sulfatos
Decomposição de matéria orgânica	Amônia Cloretos Nitratos Sulfitos Hidrogênio	Sódio Nitritos Radicais Orgânicos
Organismos vivos	Bactérias Vírus	Algas
Fontes antropogênicas	Íons inorgânicos Metais pesados	Moléculas orgânicas

Fonte: Gutierrez (2011)

No escoamento superficial direto sobre superfícies urbanas, a água pode adquirir entre 75% e 85% da sua carga de poluição, depois de períodos de estiagem (Baptista, Nasimento e Barraud, 2015). Assim, a qualidade da água escoada varia em relação ao uso e ocupação do solo das superfícies. Do mesmo modo Förster (1999) determinou os fatores que influenciam na qualidade da água de escoamento superficial em telhados, os dependem das características próprias da localização da captação como apresenta no Quadro 2.5.

Quadro 2.5 Fatores que influem na qualidade da água de escoamento em telhados.

Parâmetro	Condição
Material do telhado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Características químicas ▪ Rugosidade ▪ Revestimento superficial ▪ Idade
Características da captação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tamanho ▪ Inclinação ▪ Exposição
Precipitação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intensidade ▪ Vento ▪ Duração
Clima local	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estação climática ▪ Períodos secos antecedentes

Fonte: Lye (2009)

A Tabela 2.2 apresenta as concentrações mínimas e máximas dos parâmetros mais relevantes da qualidade da água de chuva para seu aproveitamento, de quatro casos de estudo encontrados na literatura:

Tabela 2.2 Qualidade da água de chuva segundo a literatura.

Parâmetro	Cidade Und.	Barcelona¹		São Paulo²		Bogotá^{3,4}		São Carlos⁵	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Parâmetros Físico-Químicos									
Condutividade	µS/cm	15,40	456,00	54,20	88,60	9,00	652,00	2,79	27,00
pH	-	6,54	8,85	6,90	7,10	6,60	8,20	-	-
Turbidez	UNT	-	-	0,90	3,60	2,00	64,90	1,29	24,70
Cor	mg PtCo/L	-	-	1,10	98,70	15,00	78,00	1,00	117,00
Parâmetros de Soma									
ST	mg/L	-	-	65,00	187,00	50,00	206,00	0,00	0,11
SDT	mg/L	-	-	37,00	112,00	33,00	126,00	0,00	0,18
SST	mg/L	0,00	38,50	14,00	75,00	10,00	275,00	-	-
DQO	mg/L	-	-	-	-	-	-	1,10	27,40
DBO5	mg/L	-	-	1,80	3,70	9,00	47,00	-	-

Cidade	Parâmetro	Und.	Barcelona ¹		São Paulo ²		Bogotá ^{3,4}		São Carlos ⁵	
			Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Nutrientes										
	PO_4^{3-}	mg/L	0,00	6,60	-	-	0,07	0,16	-	-
	Nitrico ^{NO_3^-}	mg N/L	0,04	2,42	-	-	0,60	1,30	0,05	0,99
	NO_2^-	mg/L	0,01	9,34	3,10	6,90	0,04	0,27	1,20	2,50
	NH_4^+	mg/L	0,00	3,45	0,30	1,40	0,003	0,02	0,00	0,03
Íons Principais										
	NO_3^-	mg/L	0,00	11,50	6,40	14,00	5,30	93,00	0,00	1,00
	SO_4^{2-}	mg/L	0,15	119,00	7,80	10,70	-	-	0,00	1,10
Metais Pesados										
	Cobre (Cu)	mg/L	-	-	-	-	0,01	0,47	2,60E-04	0,26
	Cádmio (Cd)	mg/L	-	-	-	-	0,03	0,07	1,00E-05	0,01
	Chumbo (Pb)	mg/L	-	-	-	-	0,22	0,31	2,10E-04	0,04
	Zinco (Zn)	mg/L	-	-	-	-	0,06	3,75	0,024	1,96

PO_4^{3-} : ortofosfatos, NH_4^+ : amônio, NO_3^- : nitrato, NO_2^- : nitrito, SO_4^{2-} : sulfato, Cl^- : ion (ânion) Cloreto

Fonte: ¹Farreny *et al.* (2011); ²May (2004); ³Torres *et al.* (2011); ⁴Buitrago Medina (2011); ⁵Gutierrez (2011).

- Da cidade de Barcelona se apresentam dados do estudo feito por Farreny *et al.* (2011), por meio da coleta de água num período de dois anos em três telhados inclinados de argila, chapa metálica e plástico policarbonato, e um telhado plano com pedras, no Campus Universitário da *Universitat Autònoma de Barcelona* (UAB), em *Cerdanyola del Vallès* (região metropolitana de Barcelona, Espanha).
- Os dados da cidade de São Paulo foram obtidos mediante a análise de amostras coletadas por May (2004) do telhado de 82 m², do edifício do Centro de Técnicas de Construção Civil, na Escola Politênica da Universidade de São Paulo. A edificação se encontra localizada em uma zona com níveis de tráfego veicular altos.
- Os valores da cidade de Bogotá (Colômbia) foram avaliados no estudo feito por Torres *et al.* (2011) nas localidades de Soacha (Sul da cidade) e Kennedy (Sul - ocidente da cidade), zonas altamente industrializadas, coletada de telhados de zinco e fibrocimento de casas que possuem SAAP caseiros, para múltiplos consumos. Esta informação foi complementada com os dados do estudo feito por Buitrago Medina (2011) no campus da *Universidad Nacional de Colombia*, durante 8 eventos de precipitação, localizada no centro da cidade; água coletada em caixas de inspeção pluvial, escoada sobre telhados de fibrocimento (cimento reforçado com sintéticos) e chapa de aço galvanizado.

- Finalmente, os dados registrados para cidade de São Carlos (Brasil) foram tomados do estudo feito por Gutierrez (2011) na Universidade Federal do São Carlos. A análise foi feita a partir de amostras coletadas no sistema de drenagem do telhado do edifício do Departamento de Medicina (DMed), em área com pouco tráfego veicular ou emissões atmosféricas.

A pesar de a variabilidade dos valores apresentados em cada cidade analisada, se encontram similaridades em parâmetros como o pH, que sempre ficou entre 6,57 e 8,20 (Barcelona e Bogotá). Os valores máximos de turbidez em Bogotá e São Carlos são consideravelmente altos, em relação à análises de São Paulo. Enquanto que na cidade de São Carlos os valores de ST são mínimos em relação aos valores apresentados na cidade de Bogotá. Igualmente, os valores para DBO₅ em Bogotá são até 12 vezes maiores que em São Paulo. Finalmente, o estudo de Bogotá, apresenta os maiores valores de metais pesados, os quais superam as restrições normativas para diferentes usos (Torres *et al.*, 2011).

2.3.2. Requisitos de Qualidade para Usos das Águas Pluviais

Não existem normativas que estabeleçam a qualidade da água de chuva para seu aproveitamento. Porém, a qualidade desta água é definida em relação ao uso pretendido e à proteção dos materiais e equipamentos dos sistemas (Hespanhol, 2008). Assim, os parâmetros de qualidade de água para usos potáveis devem atingir as normativas locais para consumo humano. Para usos não potáveis, diferentes estudos tem proporcionado alguns lineamentos de qualidade para cada fim.

A Organização Mundial da Saúde, em suas Guias para a Qualidade da Água Potável (OMS, 2006), estabelece os requisitos necessários para garantir a inocuidade da água para o consumo humano, assim cada país tem desenvolvido normativas e leis com as exigências mínimas para a água potável. De tal forma, o aproveitamento de água de chuva para usos potáveis, devem atingir as exigências de qualidade das normativas do local de implantação. No caso do Brasil, a Portaria 2.914 (Ministério da Saúde, 2011) dispõe os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Apesar de que a qualidade da água para fins não potáveis não se ache legalmente restrita, diferentes pesquisas têm determinado que para usos não potáveis no interior das edificações, é preciso ter certas restrições para garantir a saúde dos usuários, como é o caso da

água para bacias sanitárias, lavagem de roupas e limpeza. Portanto, Kloss (2008) recomenda manter alguns requisitos de qualidade da água para estes fins, como:

- A água deve estar em sua maioria livre de material em suspensão, sem odor e cor. Assim, esta pode garantir o adequado funcionamento dos equipamentos dos sistemas de abastecimento e mantém o conforto dos usuários;
- Deve estar dentro dos limites recomendados para os parâmetros químicos e microbiológicos, apresentados no Quadro 2.6.

Quadro 2.6 Parâmetros da qualidade de água de chuva para usos não potáveis internos.

Parâmetro	Limites	
Coliformes totais	0/0,001 ml	<100/ml
Escherichia coli	0/0.1 ml	<10/ml
Pseudomonas aeruginosa	0/1.0 ml	<1/ml
DBO ₇	<5mg/l	

Fonte: Kloss (2008)

No caso dos usos não potáveis, a NBR 15.527 (ABNT, 2007) apresenta, no Quadro 2.7, alguns padrões de qualidade que devem ser atingidos para usos não potáveis com algumas restrições, como para sua implementação dentro das edificações.

Quadro 2.7 Parâmetros da qualidade de água pluvial para usos restritivos não potáveis.

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 ml
Coliformes termotolerantes	Mensal	Ausência em 100 ml
Cloro residual livre ^a	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	<0,2 uT para usos mais restritivos <0,5 uT
Cor aparente	Mensal	<15 uT
Ajuste do pH	Mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

^a Podem ser usados outros processos de desinfecção, como aplicação de raio ultravioleta e ozônio.

Fonte: NBR 15.527/2007

Neste sentido, o Quadro 2.8 apresenta um exemplo de diretrizes mínimas de qualidade da água de chuva e os métodos de tratamento sugeridos para seu uso, propostos por (Kloss, 2008).

Quadro 2.8 Parâmetros mínimos de qualidade para aproveitamento de água de chuva e opção de tratamento.

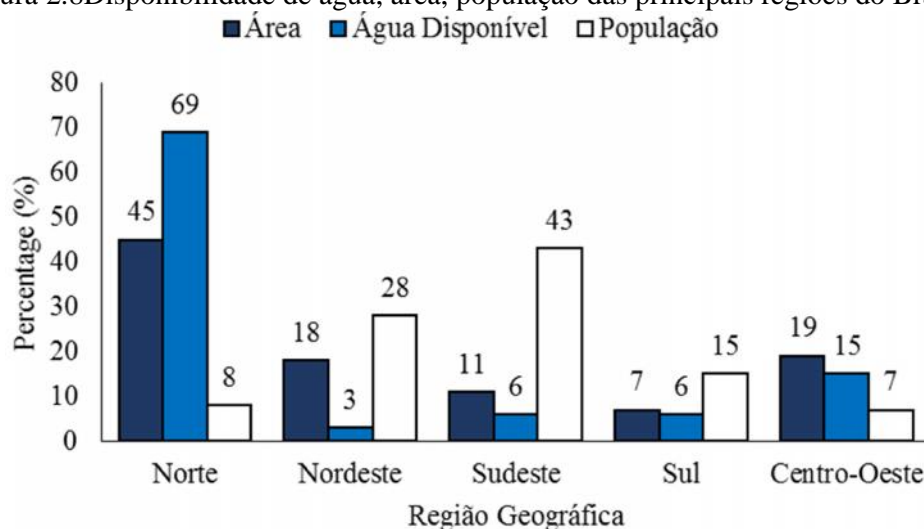
Uso	Parâmetro de Qualidade	Opção de Tratamento
Usos potáveis internos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coliformes totais – 0 ▪ Coliformes fecais – 0 ▪ Quistos protozoários – 0 ▪ Vírus – 0 ▪ Turbidez <1 NTU 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descarte de <i>First-Flush</i> – Pré-filtração ▪ Filtração – filtração com camada filtrante de 3 µm e carvão ativado ▪ • Desinfecção – Cloro residual ou UV
	Usos não potáveis internos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coliformes totais <500 cfu por 100 ml ▪ Coliformes fecais <100 cfu por 100 ml
Usos exteriores	n.a.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descarte de <i>First-Flush</i> e Pré-filtração

Fonte: Kloss (2008)

2.4. Panorama Nacional de Aproveitamento de Águas Pluviais

Duas das cinco regiões do Brasil, têm uma disponibilidade per capita de menos de 5.000 m³ por ano e será menos de 2.000 m³ em 2050 (Ghisi, 2006). Na Figura 2.8 apresenta-se graficamente os percentagens de área, disponibilidade de água e tamanho da população do Brasil, em relação das suas cinco regiões.

Figura 2.8 Disponibilidade de água, área, população das principais regiões do Brasil.



Fonte: Baseado em dados de IBGE e ANA consultado em 2014, apud Ghisi (2006)

Diferentes estudos tem determinado que a disponibilidade de água precipitada na região norte do país é suficiente para abastecer a demanda de toda a área, enquanto que na

região sudeste tem uma oferta potencial de 48% (Ghisi, Montibeller e Schmidt, 2006). Por esta razão, a prática de aproveitamento de águas pluviais tem-se consolidado ao longo do tempo como uma alternativa para atender à crescente demanda de consumo de água no país, para os mais diversos usos (Nunes, Freitas e Pinguelli, 2011; Costa Pacheco *et al.*, 2017). Nesse sentido, o Brasil já tem introduzido diferentes leis e políticas para incentivar a implantação destes sistemas.

2.4.1. Cenário Legislativo

Inicialmente, a lei Federal 9.433 (Brasil, 1997) instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, tendo como objetivo assegurar às gerações atuais e futuras água com padrões de qualidade e quantidade adequada, incentivando a utilização racional e integrada dos recursos hídricos em busca da sustentabilidade. Assim, como a Política Nacional de Saneamento Básico, instituída pela lei Federal 11.445 (Brasil, 2007) estabelece diretrizes para o controle de cheias e a preservação ambiental mediante o manejo adequado das águas pluviais. Neste contexto, o Brasil tem vindo incentivando a implementação de SAAP como fonte alternativas de abastecimento de água, com o desenvolvimento de políticas para sua implementação (Fundespa, 2008).

No entanto, em nível federal existe pouca regulamentação para implementação de SAAP, neste aspecto só tem sido desenvolvida a norma técnica para Água Chuva – Aproveitamento de Coberturas em áreas Urbanas para Usos não Potáveis, NBR 15.526 (ABNT, 2007) como guia para a concepção destes sistemas. Deste modo, é mais comum haver legislação no nível local, conforme às necessidades específicas de cada região, com o principal objetivo de regular e incentivar o uso destes sistemas para cobrir demanda de água, geralmente para fins não potáveis, e a redução de risco de enchentes nas áreas urbanas (Costa Pacheco *et al.*, 2017).

A lei municipal 7.166 (Belo Horizonte, 1997), no início estabeleceu a construção de caixas de captação e drenagem para o retardamento do lançamento das águas pluviais do prédio, de até 30 litros per metro quadrado de terreno impermeabilizado. Em seguida, cidades como São Paulo implantaram leis que tornavam obrigatória a implantação de sistemas de captação e armazenamento de água de chuva; como a lei 13.276 de São Paulo (2002) para construções com coberturas impermeabilizadas maiores a 500 m², a fim de evitar inundações.

O decreto municipal No. 791 (Curitiba, 2003a), estabelecia como medida preventiva contra inundações a implantação de reservatórios de retenção, cisternas ou reservatórios de acumulação para os novos empreendimentos, ampliações ou reformas, que impermeabilizarem um área igual ou superior a 5.000 m²; maiores a 3.000 m², em sua recente atualização (Curitiba, 2007). Embora, este decreto tivesse como fim principal o gerenciamento da água pluvial no espaço urbano, encaminhado principalmente ao controle de cheias, a lei 10.785 (Curitiba, 2003b) criou o programa de conservação e uso racional da água nas edificações. Esta estabeleceu a utilização de fontes alternativas de abastecimento, como captação, armazenamento e aproveitamento de águas de chuva, em atividades que não requeiram uso de água potável da rede pública de abastecimento.

No Rio de Janeiro, o decreto 23.940 (Rio de Janeiro, 2004) tornou obrigatória a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para redes de drenagem, para áreas impermeabilizadas maiores a 500 m². A água captada pode infiltrar-se no solo, ou conduzida ao sistema de drenagem após uma hora de precipitação, podendo também ser utilizada para finalidades não potáveis, atendidas as normas sanitárias vigentes.

Recentemente, a lei municipal No. 17.729 (São Carlos, 2016), institui a instalação de sistemas de captação e aproveitamento de águas de chuva não tratadas, para novos empreendimentos, residências e comerciais, com áreas superiores a 140 m². Esta prevê a instalação de sistemas de dutos ou instrumentos similares que conduza a água captada por telhados, coberturas e terraços, a um reservatório com capacidade mínima de 2.000 litros, localizado no imóvel para seu aproveitada.

Embora, várias cidades brasileiras tenham estabelecido legislações a respeito, ainda grande parte do território não tem regulamentos que incentive a implementação de SAAP. A pesquisa feita por da Costa Pacheco *et al.* (2017) determinou que só 26% (7) dos estados do país, e 62% (16) das capitais apresentam legislação para o aproveitamento de águas pluviais.

2.4.2. Experiências Nacionais

Ghisi *et al.* (2009) realizaram um estudo para avaliar o potencial de economia de água potável com a implementação de sistemas de aproveitamento de água pluvial para lavagem de veículos em duas estações de serviço, situadas em Brasília. Este estudo demonstrou que a economia do consumo de água potável pode variar entre 9,2% e 57,2%, e considerada econômica e tecnicamente viável a utilização destes sistemas na maioria dos casos.

Moreira Neto *et al.* (2012) estudaram a viabilidade de um SAAP instalado no aeroporto Internacional Tancredo Neves, no estado de Minas Gerais, no Brasil. Com a simulação do balanço hídrico e avaliação do desempenho dos tanques de armazenamento instalados na edificação, em relação à precipitação histórica, área de captação e a demanda. Assim, determinou-se que a demanda de água para fins não potáveis no aeroporto é de 65% do consumo do aeroporto. Os tanques instalados nos 5 setores de consumo do aeroporto, permitiriam uma economia da água potável de entre 78% e 100% da demanda de água não potável, com período de retorno do investimento entre 3,4 a 23 anos, para tamanhos de tanque entre 100 e 1000 m³, em fibra de vidro e concreto.

De Gois *et al.* (2014) analisaram a viabilidade de um SAAP combinado com reuso de águas cinzas, implantado num shopping no sul do Brasil. Com a modelagem de variáveis como a precipitação, a forma de captação e a demanda de água, para a otimização dos componentes do sistema. Assim, o estudo verificou que o sistema de reutilização de águas cinzas era inviável por ter uma disponibilidade insuficiente para abastecer os consumos não potáveis da edificação. No entanto, o SAAP foi inteiramente viável e fornece facilmente água para todos os banheiros e além disto contribui no sistema de resfriamento do shopping, com um curto período de retorno do investimento.

2.5.Experiências Internacionais

No âmbito internacional se tem desenvolvido inúmeros estudos para a otimização dos SAAP, a continuação se apresentam alguns destes:

Hanson *et al.* (2009) desenvolveram uma equação, aplicada nos Estados Unidos (EUA), para calcular a capacidade de armazenamento necessária para um sistema de captação de águas pluviais, por meio de um modelo de simulação e um algoritmo de desempenho determinando uma relação de Armazenamento – Confiabilidade – Rendimento.

Eroksuz e Rahman (2010) por meio de um estudo realizado em três cidades na Austrália, determinaram que a economia no consumo de água é diretamente proporcional ao tamanho do tanque de armazenamento, mesmo em períodos de estiagem. Além disso, ele desenvolveu uma equação para estimar a economia média anual obtida através da implementação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais em edifícios residenciais; com base em suposições sobre o terreno, o tamanho do tanque e características de uso da água.

Basinger *et al.* (2010) com a implementação de processos estocásticos, determinaram a confiabilidade de um sistema para a utilização da água da chuva para fins não potáveis. Com este método, eles determinaram que a demanda de água para irrigação de jardins e o abastecimento dos sistemas de ar condicionado foi atendida a partir da coleta de água em telhados e os tanques de armazenamento implantados na área de estudo, em Nova York, em 80% dos casos analisados.

Segundo os dados hidrológicos histórico, Campisano, Nie e Li (2013) definiram curvas de regressão para sistemas de aproveitamento de águas pluviais nas principais regiões climáticas da Itália. Através do desenvolvimento de um modelo para determinar os efeitos da variabilidade da precipitação no desempenho de um sistema, com simulações de balanços de massa diárias, de cada área. Adicionalmente, Campisano *et al.* (2013) avaliaram a eficiência na implementação dos tanques de armazenamento de água da chuva para fluxos de sanitários, reduzindo as descargas aos sistemas de drenagem de águas pluviais convencional na Noruega.

Rostad *et al.* (2016) estimaram o desempenho de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, para as cidades de Filadélfia, Chicago, Seattle e Nova York, com a análise do balanço hídrico. O estudo constatou que um sistema de aproveitamento típico, com uma área de coleta de 100 m², conectado a um tanque de armazenamento de 5 m³ são capazes de reduzir 65% da água consumida em descarga de sanitários e a geração de escoamento em 75%.

Chilton *et al.* (2000) analisaram a eficiência num SAAP implantado num supermercado do Reino Unido, para abastecer as demandas de água para descarga de bacias sanitárias da edificação. Para esta análise, implantaram-se dispositivos de monitoramento, para o cálculo da água captada no sistema, num período de 8 meses. Neste concluiu-se que com uma eficiência do 90% na coleta de águas de chuva, é possível atender 57.4% do consumo de água para fins não potáveis com um período de retorno de 12 anos, apesar da baixa precipitação da região.

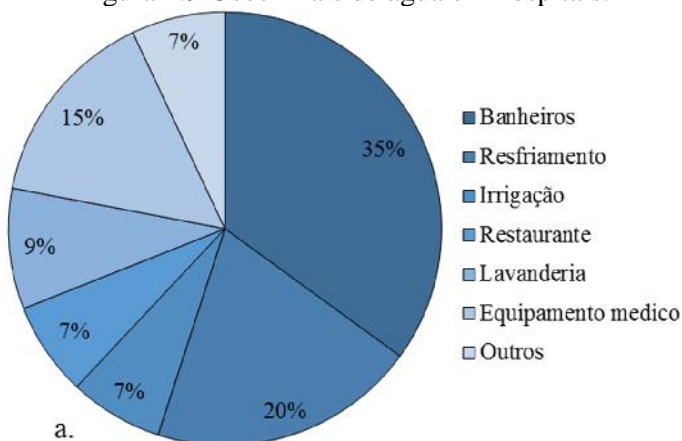
Zaizen *et al.* (2000) descreveram a implantação de SAAP de telhados, em três estádios de cúpula, localizados em Tóquio, Nagoya, e Fukoka no Japão. Nestes, a água pluvial é usada para descarga de vasos sanitárias e irrigação. O estudo, mostrou-se que cerca de 75% do total de chuva que caiu sobre o telhado foi utilizado, representando uma economia do 65% de água e aproximada de US \$120.000 por ano de água no estádio de Fukoka.

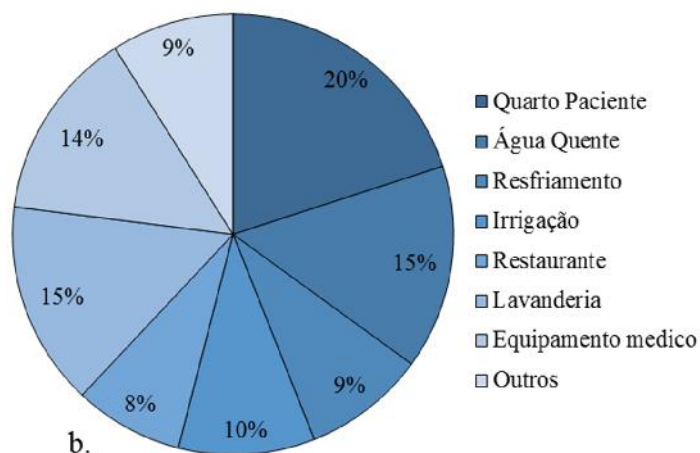
2.6. Água em Estabelecimentos de Saúde

As instalações de estabelecimentos da saúde consome aproximadamente 7% da água fornecida em instalações comerciais e institucionais nos Estados Unidos (EPA, 2012b). Os pontos usuais de consumo de água de um hospital são água quente para higiene, água fria para consumo humano, irrigação de áreas verdes, sistemas de resfriamento, lavanderia, cozinhas, e equipamento médico (Oertlé *et al.*, 2010). Estes usos são classificados em domésticos, os quais compreendem higienização corporal, ambiental e de utensílios, e higienização para preparação de alimento; e de uso específico, que inclui a água utilizada para processos especiais de equipamentos médicos (Lima, 2007).

Como apresenta a Figura 2.9, os pontos de maior consumo em hospitais; segundo a *United States Environmental Protection Agency* (a.), são banheiros (35%), sistemas de resfriamento (20%), equipamento médico (15%) e lavanderia (9%) (EPA, 2012b); enquanto que estudos realizados na Europa (b.) por *Institute for Ecopreneurship (IEC)*, *University of Applied Sciences Northwester Switzerland (FHNW)*, *School of Life Sciences (HLS)*, *Sustainable Business Associate (SBA)*, e a *Royal Scientific Society (RSS)* mostram 35% para consumo por quarto de paciente entre água fria e quente, mas maior consumo em equipamentos médicos (14%) e lavanderia (15%) (Oertlé *et al.*, 2010).

Figura 2.9 Usos finais de água em hospitais.



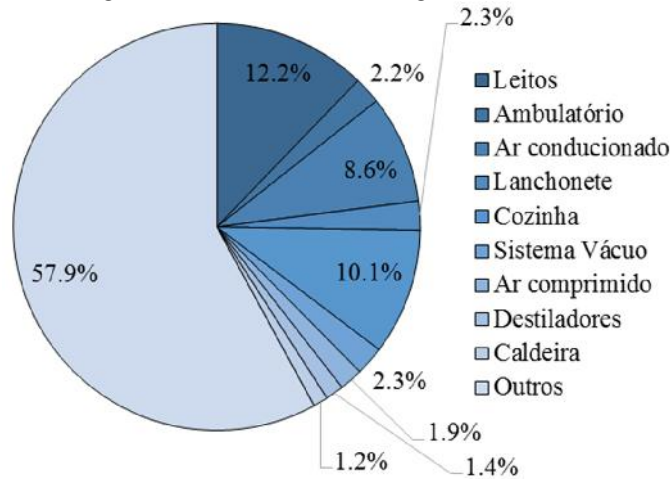


b.
Fonte: a. EPA (2012c) b. Oertlé et al. (2010)

O consumo de água em hospitais é normalmente medido pelo número de leitos de internação disponíveis, o qual varia de acordo à região de localização do hospital, tipo de serviços oferecidos, data de construção e número de usuários (García-Sanz-Calcedo *et al.*, 2017). O volume anual de água por leito oscila entre 182,50 e 365 m³ na Europa (Daschner, 2012), e entre 183,90 e 564,10m³ nos Estados Unidos (SCVWD, 2008). Por enquanto no Brasil, medições feitas no Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas, em Campinas (PRO-ÁGUA/HC) durante os anos 2002 e 2003, calculou-se um consumo de 1.326,8 litros/leito.dia (484,28 m³/leito.ano) (Oliveira Ilha, Nunes e Salermo, 2006).

Do mesmo modo, em um estudo realizado no Instituto do Coração de São Paulo (INCOR), Oliveira (1999) verificou que o consumo de água estava distribuído conforme apresentado na Figura 2.10. O item denominado de Outros Usos se refere ao consumo da parte administrativa, do ambulatório de outros blocos do hospital, laboratórios, centro cirúrgico, vestiários do centro cirúrgico e dos funcionários, biotério, sala de autópsia, entre outros.

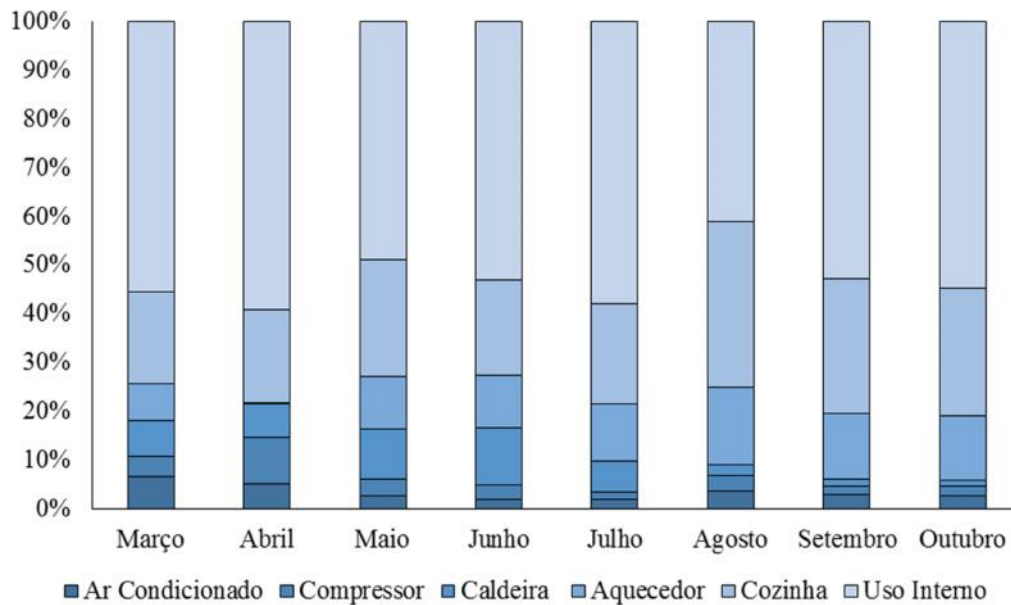
Figura 2.10 Usos finais de água no INCOR.



Fonte: Oliveira (1999)

Igualmente, a Figura 2.11 apresenta medições feitas por Barreto (2001) no Instituto de Criança do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo como parte do programa de economia de água em análise faz parte do Programa de Uso Racional da Sabep desenvolvido para o complexo hospitalar do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo, o PURA-HC.

Figura 2.11 Usos finais de água medida mensalmente no Instituto de Criança do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo em 1998.



Fonte: Barreto (2001)

Os hospitais dispõem de instalações e equipamentos complexos e dispendiosos, cujas condições de funcionamento corretas proporcionam a qualidade dos serviços (Ali Wan, 2009).

O estado de uso desses recursos depende do dimensionamento adequado das instalações e equipamentos, da qualidade da construção e da eficiência da manutenção (Shohet, 2006).

2.6.1. Hospitais e Sustentabilidade

O uso intensivo de energia e recursos, de instituições como hospitais, contribuem nas mudanças climáticas que sofre atualmente o planeta, e favorece involuntariamente as afetações na saúde da sociedade (OMS, 2009). Por exemplo, o *National Health Service* (NHS) da Inglaterra tem calculado sua pegada de carbono em mais de 18 milhões de toneladas de CO₂ anualmente, 25% das emissões totais do setor público do país (NHS, 2009).

O Quadro 2.9 mostra alguns dos principais riscos para a saúde relacionados ao clima, avaliados pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2013), os quais no curto e médio prazo (ou seja, até os próximos 20-30 anos), podem ser evitados com a adaptação de medidas de adaptação bem planejadas (WHO, 2015).

Quadro 2.9 Resumo dos principais impactos esperados para a saúde da variabilidade climática e das mudanças climáticas globais até meados do século atual.

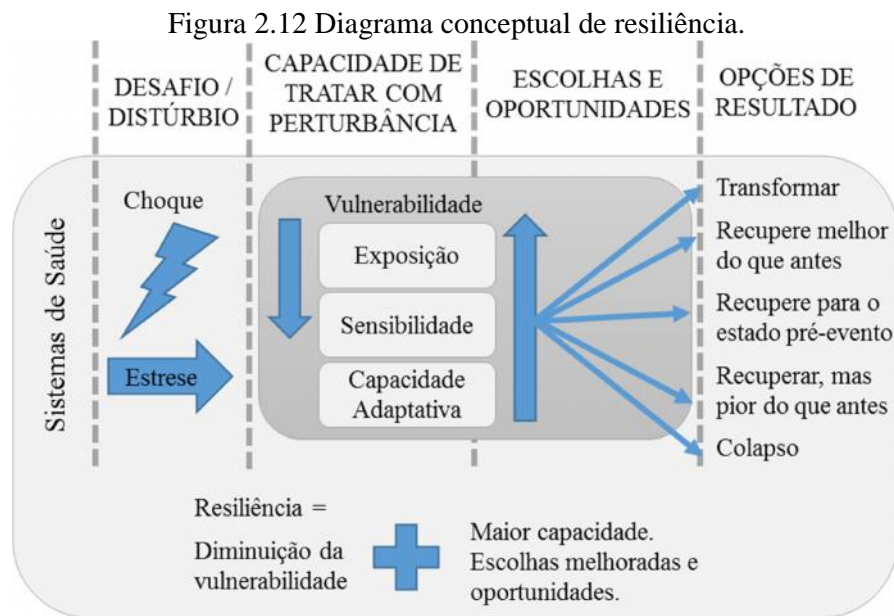
	Efeitos das alterações climáticas	Riscos de saúde	Impactos na saúde	Classificação de confiança
Efeitos diretos	Aumento número de dias e noites quentes; aumento frequência e intensidade das ondas de calor; aumento risco de incêndio em tempo seco	Aumento mortalidade relacionada ao calor; aumento incidência de exaustão térmica e golpe de calor, especialmente trabalhadores ao ar livre, atletas, idosos; doenças cardiovasculares, respiratórias e renais; aumento mortalidade prematura relacionada à poluição do ar causada por incêndios, durante as ondas de calor	Aumento risco de lesões, doenças e óbitos devido a ondas de calor e incêndios	Muito alto
	Diminuição número de dias e noites frias	Doenças cardiovasculares e respiratórias reduzidas, especialmente para idosos em climas frios e temperados	Melhorias moderadas na mortalidade e morbidade relacionadas ao frio	Baixo

	Efeitos das alterações climáticas	Riscos de saúde	Impactos na saúde	Classificação de confiança
Efeitos mediados por sistemas naturais	Maior temperatura e umidade; mudança e precipitação cada vez mais variável; maior temperatura do mar e de água doce	Crescimento microbiano acelerado, sobrevivência, persistência, transmissão de agentes patogênicos; distribuição geográfica em mudança de doenças e ecológicas; falta de água -falta de higiene; inundações nas infraestruturas de água e saneamento; contaminação de fontes de água	Aumento dos riscos de doenças alimentares e transmitidas pela água	Muito alto
	Maior temperatura e umidade; mudança e precipitação cada vez mais variável	Replicação acelerada de parasitas; temporadas de transmissão prolongadas; ressurgimento de doenças anteriormente prevalentes; mudança de distribuição e abundância de vetores de doenças; redução da eficácia das intervenções de controle vetorial	Aumento dos riscos de doenças transmitidas por vetores	Médio
Efeitos fortemente mediados por sistemas humanos	Maiores temperaturas e mudanças na precipitação	Menor acesso aos alimentos devido à oferta reduzida e preços mais elevados; efeitos combinados de desnutrição e doenças infecciosas	Aumento do risco de desnutrição resultante da diminuição da produção de alimentos em regiões pobres	Alto
	Temperaturas e umidade mais altas	Trabalhadores externos obrigados a trabalhar em condições fisicamente inseguras ou a perder renda e oportunidades de subsistência	As consequências na saúde dos trabalhadores incluem a perda de capacidade de trabalho e a redução da produtividade do trabalho em populações vulneráveis	Alto
Efeito combinado	Mudança climática geral	Combinação de riscos acima	Os efeitos negativos para a saúde superariam os efeitos positivos em todo o mundo	Alto

Fonte: Baseado em dado da IPCC (2013), apud WHO (2015)

Por estas razões, os sistemas de saúde têm adquirido um compromisso com a saúde, por meio do desenvolvimento e implementação de ações frente às mudanças climáticas, apontando para estruturas mais resilientes (WHO, 2006).

A Figura 2.12 mostra uma representação simplificada de forma conceitual os elementos a serem considerados na avaliação da resiliência, que pode ser aplicado a comunidades, organizações ou outros sistemas, incluindo sistemas de saúde (WHO, 2015).



Fonte: Adaptado de DID (2011), apud WHO (2015)

Nos últimos anos o setor da saúde, em vários países ao redor do mundo, têm começado a buscar um papel mais ativo para estruturas ambientalmente amigáveis; tendo desenvolvido programas, políticas de boas práticas para mitigar as mudanças climáticas no mundo (OMS, 2009). Algumas das práticas adotadas, são:

- Eficiência energética: visa reduzir o consumo de energia hospitalar e custo por meio de medidas de geração de energia, e captação do calor residual dos processos elétricos do hospital (EPA, 2011); eficiência e conservação, com a instalação de aparelhos de baixo consumo, pode gerar um impacto significativo (HCWH, 2003).
- Construção verde: pretende a construção de hospitais, que respondam às condições climáticas locais, otimizando a demanda de energia e recursos. Desde a localização dos hospitais para um fácil acesso a transporte público, usando materiais locais,

estruturas verdes, como telhados verdes, e desenho de iluminação e ventilação natural (EHA, 2008).

- Energia alternativas: busca a produção ou consumo de energias limpas e renováveis nas instalações para assegurar uma operação confiável e resiliente. As fontes de energia alternativas podem ser usadas para iluminação, geração de calor, bombeamento e aquecer água; estes usos representam uma parte importante da fatura de energia dos centros hospitalares nos países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento (OMS, 2009).
- Transporte: promove a mobilização de empregados e comunidade de bicicleta, o uso de transporte público e compartilhar carro. Assim como também incentiva o uso de combustíveis alternativos para veículos hospitalares, uso de veículos de baixo consumo, e fornecedores locais que usem combustíveis amigáveis (HCWH, 2003).
- Alimentos: procura reduzir a pegada climática e melhorar a saúde dos pacientes, introduzindo mudanças nas práticas alimentares e menus nos hospitais; incluindo quantidades limitadas de carnes, produzindo seus próprios alimentos e comprando produtos orgânicos e de cultivadores locais, promovendo a produção local sustentável (OMS, 2009).
- Resíduos: aponta à redução dos resíduos e emissões com a elaboração de compostagem, reciclagem, melhoramento das compras (minimizando embalagens, produtos reutilizáveis e produtos recicláveis), ao igual que minimizando o transporte dos resíduos (HCWH, 2003).
- Água: visa a conservação deste recurso, mediante o monitoramento do consumo de água, instalação de aparelhos e tecnologias de baixo consumo; assim como a redução de água de irrigação de jardins, com o cultivo de plantas resistentes às secas. Para um impacto em conservação, ainda maior, os hospitais podem implementar SAAP e reuso de águas cinzas para usos não potáveis (OMS, 2009).

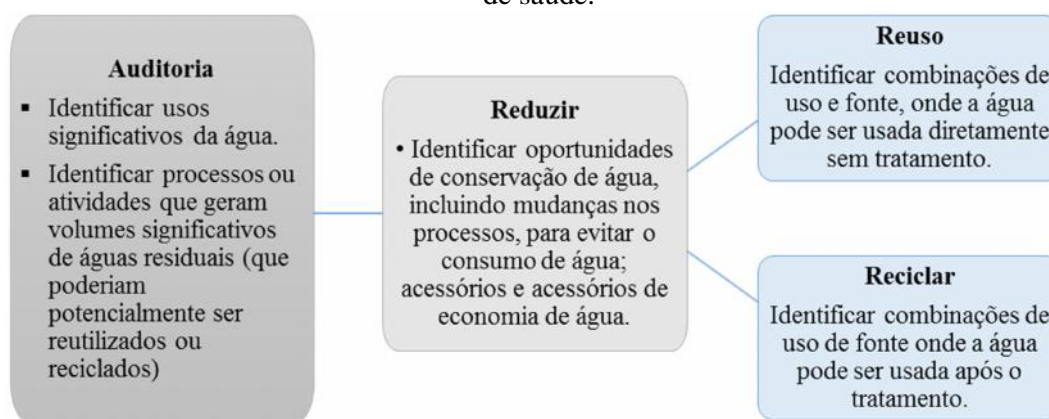
2.6.1.1. Programas de Economia de Água em Estabelecimentos de Saúde

A conservação da água é um dos indicadores definidos pelas diferentes guias e listas de verificação desenvolvidos para a avaliação da resiliência para instalações de cuidados de saúde (HCWH 2003; WHO 2006; EPA 2012b; WHO 2015).

Segundo De Oliveira e Gonçalves (1999) as ações para reduzir o volume de água utilizado em edificações e o desperdício, são: i) Ações econômicas, geração de incentivos por meio de subsídios para implementação de tecnologias economizadoras, e desincentivos com aumento das tarifas para consumos elevados; ii) Ações sociais, mediante campanhas de conscientização em miras a mudar o comportamento individual dos usuários; iii) Ações tecnológicas, visa com a substituição de sistemas e componentes convencionais de fornecimento de água, a detecção e correção de perdas e, abastecimento de água de fontes alternativas.

A conservação da água em edificações deve ser considerado como um processo geral de gerenciamento de água, que tem que contemplar como primeira medida Auditoria da água no estabelecimento, com a identificação dos consumos por processo e a oportunidade de conservação da água e estratégias de redução, reuso e reciclagem de água, como se resume na Figura 2.13 (DoH Victoria, 2009).

Figura 2.13 Processo de seleção de um projeto de conservação de água em estabelecimentos de saúde.



Fonte: modificado de DoH Victoria (2009)

A Guia para Melhorar o Desempenho Ambiental desenvolvida pelo IEC, FHNW, HLS, SBA, e a RSS apresenta algumas alternativas para conservação de água em estabelecimento de saúde em relação as atividades internas e externas desenvolvidas neste, Quadro 2.10.

Quadro 2.10 Estratégias para redução de consumo de água em serviços de saúde.

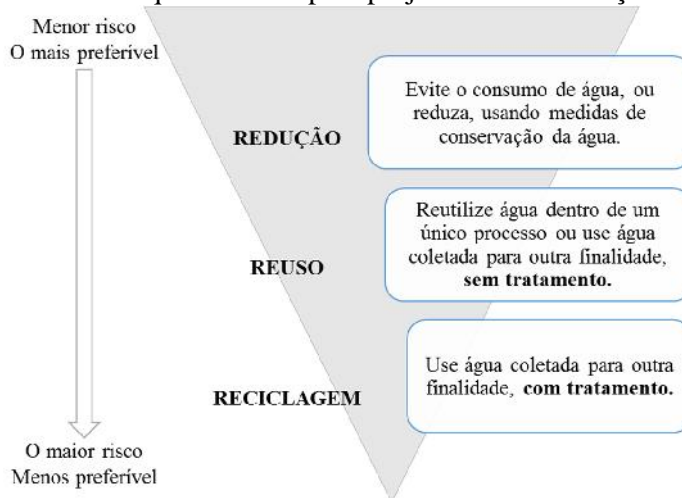
Atividade	Estratégia
Aspectos Gerais	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verificação do sistema de abastecimento de água, e reparação das perdas e fluxos desnecessários. ▪ Instalação de constróis automáticos de volume de água com operação independente da pressão da água para controle da quantidade. ▪ Medição mensal de água para identificação de vazamentos. ▪ Reciclagem e aproveitamento de água.
Aquecimento e refrigeração	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ajuste de caldeiras e taxa de resfriamento da torre de resfriamento para manter o total de sólidos dissolvidos em níveis recomendados pelas especificações do fabricante. ▪ Reuso de vapor condensado para outros fins. ▪ Desligue de aparelhos de ar condicionado quando não for necessário, ou substituição de equipamentos de refrigeração com água por sistemas que funcionem com ar.
Laboratórios e cuidado de pacientes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalação de válvulas automáticas no processamento de filme ou equipamentos de raios-X para interrupção do fluxo de água quando o equipamento não estiver em uso. ▪ Delimitação dos ciclos de lavagem das mãos mais curtos. ▪ Redução do fluxo para bombas de vácuo cirúrgicas ao um mínimo aceitável. ▪ Reabilitação de armadilhas de vapor com defeito em esterilizadores.
Banheiros e banheiros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desligue do abastecimento de água para equipamentos e áreas que não são utilizadas. ▪ Instalação de válvulas eletrônicas. ▪ Substituição de bacias sanitárias com modelos de baixo consumo. ▪ Instalação de chuveiros de baixo consumo.
Jardinagem e exterior	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Riego no início da manhã ou à noite. ▪ Implantação de sistemas de irrigação de baixo consumo, como um sistema por gotejamento.
Cafeteria e serviços de alimentação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lavagem de cargas completas na máquina de lavar louça. ▪ Reutilização da água de lavagem de louça para água de descarga em unidades sanitárias.
Serviços de lavanderia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implantação de sistemas reuso da água de lavagem para outros fins ou reciclagem no ciclo de lavagem. ▪ Lavagem de cargas completas.

Fonte: com base em informação dada por Oertlé *et al.* (2010)

Para seleção das estratégias a implementar para conservação da água em estabelecimento da saúde é preciso identificar o risco que estas trazem ao projeto. É

necessário garantir que o processo de seleção do projeto incorpore não apenas o volume de água economizada, também os riscos para a saúde que representa uma determinada opção e os custos do projeto (DoH Victoria, 2009). Como apresenta a Figura 2.14, na hierarquia do risco, a redução do consumo com programas de diminuição de consumo e conservação, implica menores riscos que o reuso e reciclagem de água. A hierarquia de risco também costuma refletir os custos e, como tal, os projetos de alto risco geralmente possuem requisitos de tratamento e monitoramento caros, em comparação com projetos de conservação de água de menor risco.

Figura 2.14 Hierarquia de risco para projetos de conservação de água.



Fonte: modificado de DoH Victoria (2009)

▪ *Aproveitamento, Reuso e Reciclagem de Água*

Algumas das fontes alternativas de abastecimento em estabelecimentos de saúde podem ser as tradicionais, que se encontram em diferentes edificações e, as fontes de água resíduo de processos especializados (Quadro 2.11); esta água pode ser reutilizada ou reciclada para saneamento, irrigação ou outros processos (DoH Victoria, 2009).

Quadro 2.11 Fontes alternativas de abastecimento de água em edificações de saúde.

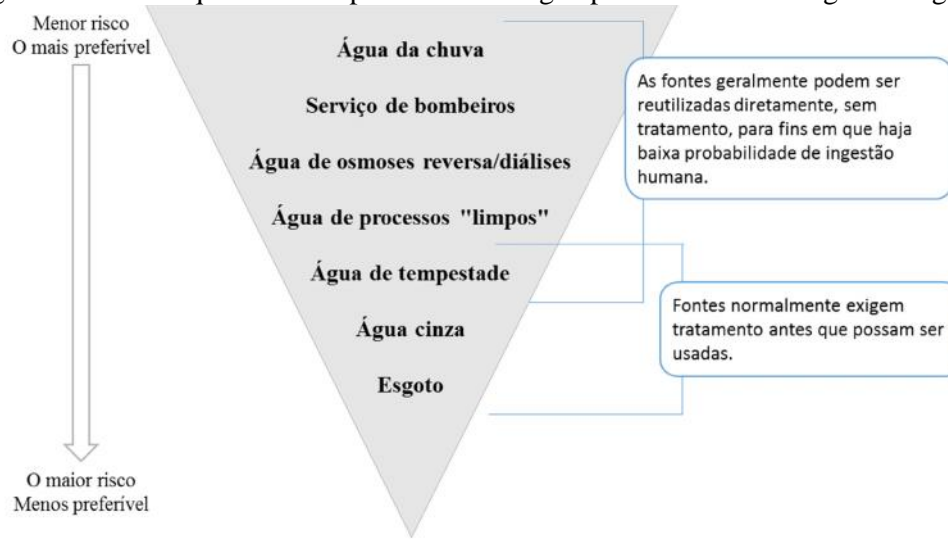
Fontes Tradicionais	Fontes do Processo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Água da chuva ▪ Águas pluviais ▪ Água cinza ▪ Esgoto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Água do teste do serviço de bombeiros ▪ Água rejeita da osmose reversa (de diálise, sistemas de desinfecção e esterilização, e caldeiras) ▪ Águas residuais de esterilizadores (condensadores e fluxos de bomba) ▪ Águas residuais de torre de resfriamento

Fontes Tradicionais	Fontes do Processo
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Água das instalações de abrandamento da água da caldeira ▪ Água de lavagem de filtros de piscinas

Fonte: baseado em informação de DoH Victoria (2009)

Se são considerados factíveis os projetos de reuso, aproveitamento e reciclagem de água, como fonte alternativa de abastecimento para redução superior do consumo de água potável no estabelecimento, a Figura 2.15 apresenta a hierarquia do risco para fontes alternativas de abastecimento consideradas. Como pode-se observar, o risco aumenta com a deterioração da qualidade da água captada (DoH Victoria, 2009).

Figura 2.15 Hierarquia de risco para fontes de água para reuso e reciclagem de água.



Fonte: modificado de DoH Victoria (2009)

Como ajuda para a avaliação do risco, a Guia para Reuso e Reciclagem de Água em Estabelecimentos da Saúde em Victoria – Austrália (*Guidelines for water reuse and recycling in Victorian health care facilities*) indica no Quadro 2.12 o risco associado ao reuso e reciclagem de água em relação à fonte de água captada e o uso final desta. Assim o risco está classificado de baixo a alto, tendo em conta a necessidade de tratamento antes do uso e o controle de exposição à água.

Quadro 2.12 Risco indicativo da saúde humana, associado às opções de fontes alternativas e usos finais da água.

Fonte	Uso									
	Processo fechado	Irrigação subterrânea	Irrigação por gotejamento	Características da água	Irrigação por pulverização	Lavagem	Descarga de bacias sanitárias/Mictórios	Sistemas de proteção contra incêndio	Lavanderia	Processo aberto
Água de testes de bombeiros	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Osiose reversa (RO) água rejeitada	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Esgoto de esterilizador (condensadores e fluxos de bomba)	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Águas Residuais de Sistema de resfriamento (onde não são utilizados produtos químicos)	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Lavagem de filtros de plantas amaciantes de água	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Água de Chuva	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Águas Residuais de Sistema de resfriamento (com biocidas/produtos químicos)	B	B	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD	AD
Água de tempestade	B	B	B	B/M*	M	M	M	A	A	A
Água de lavagem de Filtro de piscinas	M	M	M	A	A	A	A	A	A	A
Águas Cinzas	M	M	A	A	A	A	A	A	A	A
Esgoto	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

B = baixo risco – geralmente não requerem controles no local para minimizar a exposição humana à água ou ao tratamento. M = risco moderado – geralmente requer controles no local para minimizar a exposição humana à água ou ao tratamento. A = alto risco –normalmente requer tratamento e também pode exigir controles no local para minimizar a exposição humana à água.

AD (a determinar) = por uma avaliação de risco, com base na concentração e tipo de produto químico / biocida presente.

Notas: Avalie se os contaminantes estão presentes em níveis que podem causar efeitos ambientais.

*A água de chuva usada em uma característica de água pode representar um risco moderado, se inclui uma fonte ou outro mecanismo que produz aerossóis ou derrame de spray.

Fonte: modificado de DoH Victoria (2009)

A maioria das diretrizes e práticas para a reciclagem de água estão baseadas nos riscos para a saúde e medidas de gestão de riscos adequadas à comunidade geral. Alguns dos fatores adicionais a considerar, segundo a o Departamento de Governo da Saúde de Victoria – Austrália (*Victorian Government Department of Health*) são:

- Pacientes imunocomprometidos, os estabelecimentos de saúde podem ter zonas e pacientes com imunidade prejudicada, como pacientes com pele gravemente

danificada, com doenças do sistema imunológico ou submetidos a terapias imunossupressoras, bebês prematuros ou pessoas muito idosas.

- Adição de patógenos na fonte de água alternativa, podem-se encontrar maiores concentrações patogênicas no esgoto destas edificações, devido à presença de indivíduos infectados.
- Insumos químicos presentes na fonte de água alternativa, algumas das substâncias usadas nestas instalações podem ser perigosas para a reciclagem da água, como toxinas ou radionuclídeos, herbicidas, biocidas, que podem afetar a saúde.
- Finalmente, alguns pacientes podem-se ver prejudicados pela exposição não intencional à água reciclada, como pacientes com problemas de saúde mental e crianças.

2.6.1.2.Experiências de Implementação

A implantação de medidas para a conservação da água têm sido desenvolvidas em diferentes hospitais no mundo, algumas destas experiências são descritas a continuação.

Segundo o *Massachusetts Water Resources Authority*, o *Carney Hospital* em Dorchester, Massachusetts, tem reduzido sua demanda de água potável 350 litros por dia com a instalação de dispositivos para controle de vazão nas torneiras públicas das instalações, gerando uma economia de US \$280 por lavatório. Igualmente, foram substituídas as bacias sanitárias e mictórios por dispositivos de menor consumo, que utilizam 60 litros por descarga e 3,70 respectivamente.

O Instituto do Coração de São Paulo (INCOR) com a correção de vazamentos passou de 1.618 L/leito.dia a 1.158 L/leito.dia, uma redução de 28,4% do consumo, com um tempo de retorno do investimento de 27 dias. Igualmente, com a instalação de aparelhos sanitários economizadores foi reduzido o consumo de leito por dia 211 litros, 15,3% do volume de água potável fornecida no hospital, com um benefício financeiro de \$R 18.278 por mês e, um tempo de retorno do investimento de 86 dias (De Oliveira e Gonçalves, 1999).

Mediante o Programa de Uso Racional da Água da Sabep desenvolvido no complexo hospitalar do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo (PURA-HC), com a detenção de vazamentos nas redes externas, verificação de vazamentos visíveis nas peças de

utilização e aparelhos sanitários, manutenção das peças e aparelhos, instalação de sistema automático de medição, substituição das bacias sanitárias, instalação de redutores de vazão nos chuveiros, instalações dos arejadores nas torneiras e substituição de torneiras comuns e instalação de válvulas de descarga de mictórios e reguladores de vazão, conseguiu-se uma economia da água de até 37% do consumo no hospital (Barreto, 2001).

Na clínica Bad Hersfeld na Alemanha, implementa desde 1995 um SAAP para abastecimento de fontes e água ornamental, e há 2001 implementa esta água para fornecer bacias sanitárias de 140 leitos, trazendo uma economia de 1.613 m³ anuais (Koenig, 2014)

O *Stanford Health Care* em Palo Alto, Califórnia implantou uma série de estratégias de redução de água desde 2009, as quais contemplaram a instalação de 600 reguladores de vazão laminar e 150 dispositivos de baixo consumo em áreas de higienização de pacientes, a redução de irrigação de paisagem e instalação de plantas que precisam mínima, e a desativação de espelhos d'água decorativos, assim como reparação de vazamentos de aparelhos sanitários (Ferenc, 2016). Estas medidas de conservação reduziram o consumo de água de 250.000 m³ por ano em 2010 para 153.000 m³ em 2014, cerca de 39%, com uma economia de aproximadamente US \$500.000 dólares em fornecimento de água.

A Kaiser Permanente em Oakland, substituiu os sistemas de aspersão com irrigação por gotejamento, que usa 20% a 50% menos água, e também instalou controles de irrigação monitorados pelo tempo, igualmente os jardins implantaram plantas resistente à seca, e troca de aparelhos de água e acessórios defeituosos por aparelhos de baixo consumo e reguladores de vazão (Ferenc, 2016). Os esforços de conservação reduziram o consumo de água do sistema de saúde nos anos 2015 e 2016 em mais de 3,6 milhões de metros cúbicos, ou 15%, para uma economia de quase US \$ 1 milhão em 2015, mesmo quando o sistema cresceu 3,4 milhões de pés quadrados.

3. MÉTODO

Este capítulo apresenta a metodologia e as ferramentas necessárias para o desenvolvimento desta pesquisa, incluindo a localização espaço-temporal da área de estudo e os processos desenvolvidos para a estimação dos uso e consumo de água, a fim de determinar os requisitos de infraestrutura para a implantação de um sistema de aproveitamento de água chuva no HU.

3.1.Caracterização da Edificação

O desenvolvimento metodológico começa com o diagnóstico das instalações físicas da edificação, a partir da consulta dos seus desenhos arquitetônicos e hidrosanitários, com intuito de definir as principais características físicas da edificação que influenciarão na implantação de um SAAP. Será o caso dos materiais e dimensões dos telhados e calhas, materiais e capacidade das redes de drenagem de águas chuva e redes de abastecimento de água.

3.2.Estimativa da Demanda de Água

Um dos pontos de partida desta pesquisa, consistiu na determinação da demanda de água na edificação, para seus diferentes usos, potáveis e não potáveis.

Os consumos totais de água são medidos diariamente pela administração do HU, mediante um hidrômetro na entrada da água da rede pública ao reservatório da edificação. No entanto, estes valores não permitiram determinar diretamente os diferentes fins da água consumida, portanto foi necessária a revisão das projeções iniciais do seu dimensionamento, e a análise dos dados estatísticos de usuários e serviços, com os quais identificaram-se os diversos usos da água no cenário atual e futuro.

A fim de classificar os usos da água na edificação foram definidos para fins potáveis aquela água destinada para chuveiros, torneiras, cozinha e usos especiais; e fins não potáveis a água destinada para bacias sanitárias, mictórios, irrigação de jardins e limpeza e reposição do espelho d'água. Sendo assim, os usos externos são na sua totalidade para fins não potáveis, enquanto que os usos internos podem ser para fins potáveis e não potáveis.

É importante esclarecer que a definição de usos não potáveis não dispensa a necessidade de tratamento, já que as diferentes regulamentações para implantação de SAAP

apresentam diretrizes mínimas de tratamento e qualidade para usos internos não potáveis, como se apresentou no item 2.1.4.

Deste modo para determinar o volume de água diário usado para cada fim, foram utilizadas as estatísticas de ocupação atuais da edificação, as projeções de consumo feitas no dimensionamento do sistema de abastecimento mediante a Portaria 1.884 do Ministério da Saúde (Ministério da Saúde, 1994) donde especifica-se os seguintes consumos para instalações hospitalares:

- Paciente interno: 120 l/dia
- Funcionário: 50 l/dia
- Cozinha: 25 l/refeição

Já que a água para banheiros se encontra distribuída entre o consumo projetado para empregados, leitos e consulta externa, e apresenta usos tanto potáveis como não potáveis, foram determinados os valores para cada aparelho de acordo com o estudo de Gleick *et al.* (2003). Neste estudo, os consumos para chuveiros, mictórios, bacias sanitárias e torneiras são calculados em relação ao consumo por descarga e quantidade de usos por usuários dia, segundo os valores apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 Uso de água por descarga e número de vezes por usuário dia

	l/uso	Empregado ⁴	Externo ⁴	Internos ⁴
Chuveiro	26,00 ¹	-	-	5,0 ⁵
Torneiras	0,42 ²	3,9	1,5	5,9
Mictórios	6,00 ³	1,3	0,5	1,9
Bacias sanitárias	6,80 ²	2,6	1,0	4,0

Fonte: ¹vazão média por minuto do fabricante, ²Vazão por descarga de Mictórios e Bacias (Gleick *et al.*, 2003), ³Vazão por descarga do fabricante; ⁴Número de descargas por pessoa, no caso do chuveiro, tempo de uso (Gleick *et al.*, 2003); ⁵Lima (2007)

Com a definição dos consumos para usos externos, cozinha e banheiros, foram determinados os usos para processos especiais da edificação. Assim foi possível estabelecer os usos não potáveis internos, não potáveis externos e potáveis da edificação.

3.3. Análise da Disponibilidade Hídrica

Em seguida, realizou-se a análise da oferta hídrica, por meio do método racional, estabelecido mediante a equação (3.1); onde Q é a vazão máxima de escoamento numa bacia,

C o coeficiente de escoamento superficial, I a intensidade da chuva e A, o tamanho da bacia (Campos-Aranda, 2008; Baptista, Nasimento e Barraud, 2015).

$$Q = C * I * A \quad (3.1)$$

A partir das alturas de precipitação acumuladas e as características dos telhados da edificação, e de acordo com os cálculos de seus respectivos coeficientes de escoamento definidos na NBR 10.844 (ABNT, 1989) calculou-se o fornecimento em termos de volume ($V=m^3$) de acordo com o método racional, equação (3.2) (Chow, 1994) para cada mês e cada cenário definido.

$$V = C * P * A \quad (3.2)$$

Sendo, C o coeficiente de escoamento superficial;
P, valor numérico da precipitação média anual (mm);
A, valor numérico da área de coleta em projeção (m^2);

Assim, por meio da obtenção e análise dos dados históricos de precipitação mensais, medidos em uma estação pluviométrica localizada nas proximidades do HU, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), foi possível obter os valores médios mensais e diários de água de chuva disponível entre 1970 e 2016, em função das áreas de coleta correspondentes às coberturas do HU e sua eficiência de escoamento.

3.4.Potencial de Aproveitamento e Volume Ótimo de Armazenamento

Com a determinação da oferta da água pluvial disponível para ser aproveitada e a demanda do HU para seus diferentes usos, foi possível desenvolver balanços hídricos, por meio do método de massas, com a simulação de diferentes cenários de consumo. Do mesmo modo, foi analisada a divisão da edificação em zonas de captação em relação ao sentido de escoamento dos telhados, a localização do reservatório existente e às redes de distribuição.

O balanço permitiu conhecer a relação oferta e demanda para cada situação analisada. No entanto, o volume de armazenamento é o elemento principal de regulação do sistema, por isto o potencial de economia da água depende do tamanho deste. Assim, foi dimensionado o reservatório pelo método da simulação, sugerido pela NBR 15.527 (ABNT, 2007), o qual consiste no balanço de massa diária que calcula a água no reservatório no tempo, de acordo à equação (3.3), considerando que o tanque está esvaziado no começo da modelação.

$$S_t = V_t + S_{t-1} - D_t \quad (3.3)$$

Sendo que $0 \leq S_t \leq V$, e
 S_{t-1} , volume de água no reservatório no tempo t e t-1 (m³)
 V_t , volume de chuva aproveitável no tempo t (m³)
 D_t , demanda ou consumo de água no tempo t (m³)

O volume da chuva é calculado segundo a equação do Método Racional (equação 3.2) para cada momento da modelação, segundo a equação (3.4).

$$V_t = C * P_t * A \quad (3.4)$$

Sendo, P_t , valor numérico da precipitação média no tempo t (mm).

No entanto, somente a simulação dos reservatórios não proporciona senão uma verificação do atendimento da demanda para diferentes tamanhos de reservatório, é por isso que foi seguida a metodologia apresentada por Moruzzi, Garcia e Conceição de Oliveira (2012), onde são analisadas variáveis como a eficiência de abastecimento (E_a), eficiência de aproveitamento de água disponível (E_h) e tempo de amortização do investimento inicial, em função do tamanho do reservatório. Estas variáveis são definidas assim na equação (3.5) a (3.7).

$$E_a = \frac{\sum_{t=1}^{365} Va_t}{\sum_{t=1}^{365} D_t} \quad (0 < E_a < 1) \quad (3.5)$$

Onde, Va_t é o volume aproveitável no tempo t, define-se assim:

$$\begin{aligned} Va_t &= D_t, \text{ se } V_t + S_{t-1} \geq D_t, \text{ ou} \\ Va_t &= S_{t-1} + V_t, \text{ se } 0 < S_{t-1} + V_t < D_t \end{aligned} \quad (3.6)$$

Eficiência de aproveitamento é determinada:

$$E_h = \frac{\sum_{t=1}^{365} Va_t}{\sum_{t=1}^{365} V_t} \quad (3.7)$$

Para a implementação deste método tem que ser assumidas as seguintes hipóteses:

- Para cada simulação a demanda diária de água pluvial deve-se manter constante;

- A máxima demanda avaliada nas simulações devem ser sempre menor ou igual a disponibilidade de água, sendo para o extremo $Ea = Eh$;
- Não foi considerado descarte da primeira chuva.

Nesta etapa foi avaliado o tempo de retorno do investimento pelo método *Pay-Back Descontado* (item 3.6), considerados só aqueles custos de implantação variáveis entre os diferentes cenários e, ao benefício gerado pela economia de água de abastecimento da rede pública de água potável. Assim, o tempo de amortecimento do investimento não é o definitivo para o projeto de implantação do sistema, mas funciona como estimativa inicial para o volume ótimo do reservatório.

Com a seleção do tamanho do reservatório mais favorável para a edificação e a relação oferta – demanda, é possível determinar os requerimentos de infraestrutura para a implantação do SAAP.

3.5. Seleção dos Componentes do Sistema

Durante esta fase, foram revisados cada um dos componentes de um SAAP, como a captação, transporte, armazenamento, tratamento, bombeamento, distribuição, entre outros, de acordo as necessidades da edificação e sua viabilidade técnica.

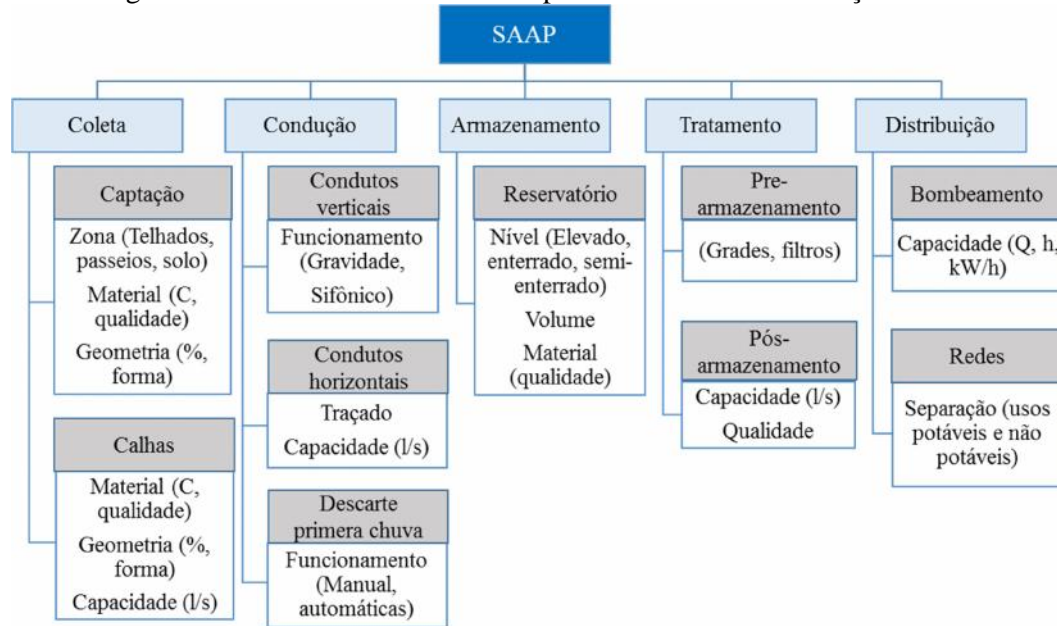
Para a seleção dos componentes de um SAAP é necessário analisar dois caminhos, em relação ao estado do projeto. Nos projetos novos ou em andamento, é possível incluir materiais, dimensões e características mais convenientes para o sistema, que busca-se implementar. Mas também pode-se querer inserir um SAAP em edificações existentes, como o caso do HU, o que representa limitações de espaço, materiais e técnicas construtivas. Assim a Figura 3.1 apresenta de maneira resumida os fatores a ter em consideração com a implantação de um SAAP dentro de uma edificação.

Tendo em conta que o HU é uma edificação já existente, a avaliação contou com uma análise de possíveis alternativas para a implantação do SAAP, já que existem limitações estruturais e reservatórios já construídos, que podem representar vantagens ou desvantagens para a implantação dos principais componentes do sistema na edificação.

Por último, nesta etapa, foram identificados alguns dos possíveis riscos que apresenta o componente específico, identificando como esses riscos devem ser gerenciados. Da mesma forma, os riscos e controles necessários foram descritos para cada etapa do processo indicada

no diagrama de fluxo do processo de aproveitamento de águas de chuva, bem como para o sistema total.

Figura 3.1 Características definíveis para os SAAP nas edificações novas.

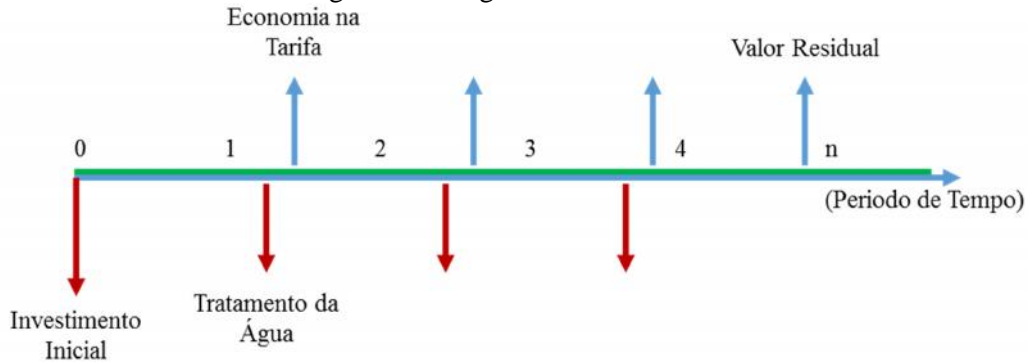


3.6. Análise Financeira

Nesta fase foram avaliados os custos diretos e indiretos de implantação dos componentes tecnicamente viáveis selecionados e dimensionados na etapa anterior, o que possibilitou o cálculo do custo de investimento monetário inicial do SAAP e os processos de manutenção e operação. Estes valores basicamente compreendem os custos de materiais, equipamentos e mão de obra de implantação, energia elétrica do sistema de bombeamento e tratamento da água; os quais foram estimados por intermédio de listados de custos implementados pelo HU.

Para começar foi analisado o fluxo de caixa do projeto, subdividido em dois passos: i) a definição do horizonte de análise a ser utilizado, e ii) a projeção dos fluxos de caixa para esse horizonte definido. Para isto foram consideradas as variáveis de entradas e saídas, nesse caso o investimento inicial, o custo de tratamento de água de chuva e a economia da tarifa de água (Figura 3.2). Os custos por manutenção e energia elétrica foram desconsiderados, dado que estes mesmos são incluídos no sistema de água da rede pública, por tanto não aparecem como variáveis nas análises de viabilidade no caso presente.

Figura 3.2 Diagrama de Fluxo de Caixa.



Fonte: modificado de Souza Lage (2010) .

Os custos de implantação e operação do SAAP podem-se resumir em custos de materiais, equipamento e mão de obra para a implantação; e custos de energia elétrica para bombeamento e tratamento da água para a operação. Deste modo, fez-se uma estimativa das quantidades e valores dos materiais e equipamentos necessários, por médio das listas de preços usados nas atualizações do projeto do HU.

Os benefícios econômicos do projeto foram definidos como a economia dos valores de água pagos à autarquia de serviços públicos, SAAE.

A fim de calcular a utilidade atual (em termos financeiros) do projeto, foi necessário determinar o total de gastos do projeto ao longo de toda sua vida útil, mediante o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), (equação 3.8). Esta análise deve considerar os gastos totais no período de vida do projeto, assim como a economia que gera sua implantação no local de estudo (Taylor, 2002).

$$VPL = -INV + \sum_{t=0}^n \frac{Va_t * CA_t - CM_t}{(1 + r)^t} \quad (3.8)$$

Onde,

Va_t é o volume da água aproveitada no tempo t (m^3)

CA_t , tarifa da água no tempo t ($R\$/m^3$)

INV , investimento inicial requerido ($R\%$)

CM_t , custo de operação e manutenção no tempo t ($R\%$)

n , vida útil do sistema (anos)

t , índice genérico que representa os períodos, $1 \leq t \leq n$

r , taxa de inflação (%).

Além do VPL, o método de Moruzzi, Garcia, e Conceição de Oliveira (2012) calcula o período de retorno para cada tamanho do reservatório, mediante o *Pay-Back Descontado*,

definido como o prazo de retorno do investimento inicial (equação 3.9), o qual ocorre quando o $VPL_t = 0$ (Souza Lage, 2010).

$$Pay - back\ periodo(descontado) = \frac{Investimento\ Inicial}{Economia\ Anual} \quad (3.9)$$

Finalmente, foi calculada a Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto mediante a equação (3.10). Esta representa a taxa de desconto que necessária para que o VPL seja igual que zero (Ramos Tapia, 2004).

$$0 = -INV + \sum_{t=0}^n \frac{Va_t * CA_t - CM_t}{(1 + TIR)^t} \quad (3.10)$$

A taxa de inflação usada foi de 6%, segundo a taxa dos últimos dez ano no Brasil (BCB, 2017). Para simplificar este estudo econômico, este foi determinada baseando-se em investimentos feitos com recursos próprios, não se recorrendo a financiamentos bancários.

3.7. Estimativa da Economia da Água com SAAP em Relação com Programas de Uso Racional da Água

A implementação de SAAP em edificações institucionais como os hospitais, tem grande potencial de economia da água potável, no entanto a bibliografia sugere programas de economia que não contemplam num primeiro momento este tipo de sistemas. Portanto, para finalizar o trabalho foi realizada a comparação do potencial de economia da água potável mediante um SAAP e o potencial de economia conseguido em diferentes programas de conservação da água na bibliografia.

Uma ação para conservação da água no HU foi avaliada, considerando a substituição das tecnologias sanitárias atuais, por produtos economizadores de água, assim seguindo a metodologia implementada para o cálculo do consumo de água com os aparelhos existentes (Item 3.2), foram calculados os volumes de água para cada um dos usos finais nos banheiros com a implantação destes aparelhos economizadores selecionados.

Por outro lado, a maneira de exercício, foi avaliado o potencial de economia de água nos banheiros, cozinha e processos, segundo os valores dados por Gleick *et al.* (2003) no *Commercial Water Use and Potential Savings: Appendix E*, onde considera os valores apresentados na Tabela 3.2, os quais consideram uma diminuição porcentual do consumo por

atividade realizada em um hospital, com base em diferentes estudos feitos nos Estados Unidos. Os processos incluem os usos de sistemas hospitalares como máquinas de raios-X (como parte do processo de desenvolvimento do filme), esterilizadores de vapor (para equipamento de esterilização), laboratórios, caldeiras, bombas de vácuo (para ambientes de esterilização), entre outros processos.

Tabela 3.2 Potencial de economia de água em hospitais.

Uso Final	Potencial de Conservação		
	Baixa	Alto	Melhor
Banheiros	47%	47%	47%
Processos	39%	57%	52%
Cozinha	20%	20%	20%

Fonte: tomado de Gleick *et al.* (2003)

Além disso, tendo em conta que os consumos externos medidos atualmente apresentam valores correspondentes a perdas do espelho d'água e problemas técnicos, estes representam aproximadamente 43% do total do consumo atual da edificação. Como análise de conservação da água, foram estimados consumos externos menores, em relação aos dados de evaporação medidos pela mesma estação pluviométrica do INMET dos dados de precipitação, a fim de que sejam otimizados os consumos do HU.

E por último, foi avaliado o potencial máximo de economia de água potável no HU com a implementação de um programa de conservação e um SAAP para as demandas água otimizadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos na presente pesquisa, produto da metodologia descrita, encaminhada a determinar a viabilidade técnica e econômica da implementação de um SAAP no HU e sua relação com os programas de economia de água, usualmente implementados, tendo como referência os consumos, disponibilidade, estrutura existente e a implantar.

4.1. Caracterização da Edificação

A área de estudo para este trabalho é o Hospital Universitário “Prof. Dr. Horácio Carlos Panepucci” da Universidade Federal de São Carlos (HU), localizado na cidade de São Carlos, SP, Brasil (Figura 4.1).

Figura 4.1 Localização da cidade de São Carlos no Brasil



A edificação conta com um área total 36.600 m², com aproximadamente 22.000 m² de área construída, distribuída em quatro blocos (Figura 4.2). O projeto previu no Bloco 1, as atividades administrativas e de ensino; no Bloco 2, a unidade de emergência, serviços de apoio diagnóstico, centro cirúrgico, centro obstétrico, Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e central de esterilização; no Bloco 3, unidades de internação; e no Bloco 4, unidades de apoio e serviços gerais.

Figura 4.2 Imagem do HU e numeração de blocos.



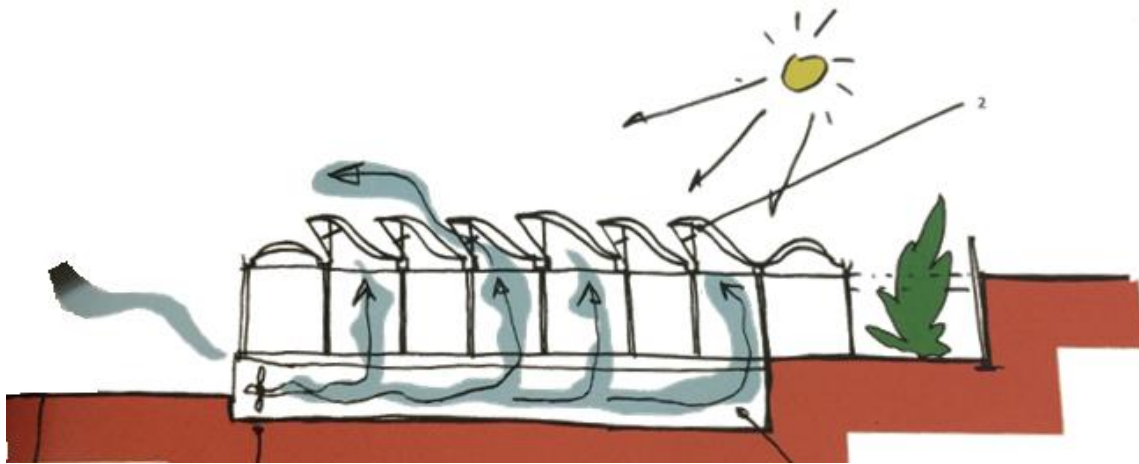
Fonte: São Carlos em Rede (2015)

O HU iniciou suas atividades em 2007, no entanto, por diferentes motivos, as obras e consequente expansão das atividades não foram ainda concluídas. Atualmente, encontra-se em funcionamento e concluído o Bloco 2 e em processo de adequação o Bloco 3.

4.1.1. Infraestrutura Existente

O projeto arquitetônico do HU foi feito pelo arquiteto João da Gama Filgueiras Lima, com um desenho especial a fim de ter um melhor conforto em iluminação e ventilação dentro da edificação, com a captação do ar fresco no piso técnico, introduzidos nos ambientes e extraído pelas aberturas no telhado como se pode observar na Figura 4.3 (Lima, 2012).

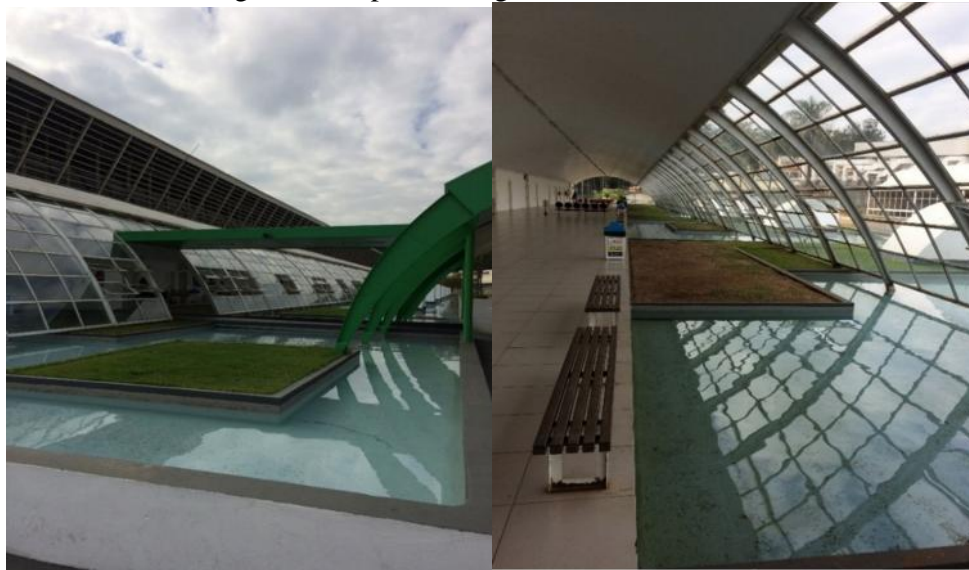
Figura 4.3 Corte esquemático do sistema de ventilação do HU.



Fonte: Lima (2012) BCP 001400618

Ao longo da frente do Bloco 2 se encontra construído um espelho água integrado às áreas de estar; foi projetado com o objetivo de equilibrar os baixos níveis de umidade, característicos da cidade (Lima, 2012). A área deste é de 1.464 m² com uma altura do nível da água de 0,60 m, e um volume de 878 m³ de água (Figura 4.4).

Figura 4.4 Espelho de água no bloco B do HU.



Fonte: autor.

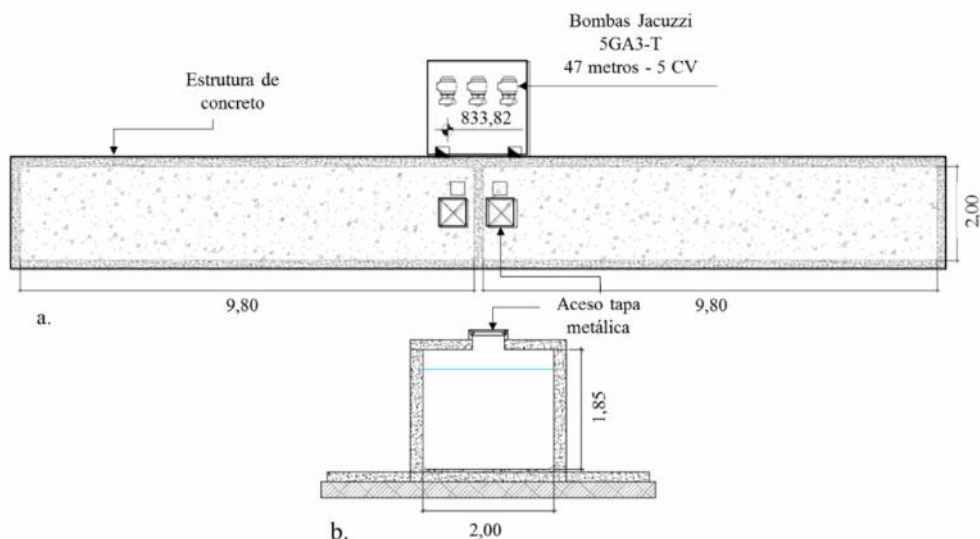
4.1.2. Sistema de Abastecimento

A entrada de água potável é derivada da rede pública da concessionária local, Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), propriedade da Prefeitura Municipal. Esta alimenta um reservatório inferior de água potável, com capacidade total de 60 m³, distribuídos em dois células de 30,00 m³ cada uma, apoiadas no subsolo técnico, nível 834,00 (Figura 4.5).

Através de dois bombas de pressurização operacionais, a água potável é distribuída para todos os pontos de consumo por pressurização. A alimentação dos pontos de consumo é feita mediante tubulações de cobre, PVC e CPVC a pressão, a partir do reservatório inferior.

O aquecimento de água para os pontos de consumo do hospital é feito através de aquecedores de passagem a gás, localizados no nível 834,00, junto ao reservatório.

Figura 4.5 Reservatório de abastecimento atual de água potável (a. Planta e b. Corte Transversal).



Na recente ampliação do HU foi construído um reservatório de água potável, com capacidade total de 312,84 m³, distribuídos em quatro células de 66,66 m³. Devido ao redimensionamento do sistema de alimentação de água fria da edificação, feita pelos projetistas da mais recente ampliação, foi possível para o HU prescindir do reservatório que encontra-se em funcionamento atualmente, e seu sistema de bombeamento. Deste modo, a possível implementação de um SAAP pode contar com aproximadamente 40 m³ para a armazenagem das águas e bombeamento para a máxima demanda do HU.

4.1.2.1. Aparelhos Sanitários

Para efeitos do cálculo da demanda, foi necessário identificar as características dos aparelhos instalados; o Quadro 4.1 apresenta as especificações e principais dados de funcionamento.

Quadro 4.1 Especificações Equipamentos Sanitários.

	REF./Marca	Vazão
Chuveiro	Piccolo/Fabrimar	20-32 l/min
Regulador de Vazão Lavatórios	Ecomaster 1450-30/1450-40/Fabrimar	1,8 l/min
Válvula de Descarga para Mictório	Biopress 1181/Fabrimar	6 l/min
Caixa de Descarga Sanitário	ECOLINE/Montana	6,8 l/acionamento

Fonte: Catálogos dos fabricantes (ANEXO 3).

4.1.3. Drenagem Águas Pluviais

As águas pluviais provenientes das coberturas são captadas por meio de calhas localizadas no meio das convergências dos telhados, como mostram a Figura 4.6 e Figura 4.7. As calhas são retangulares, com revestimento interno em chapa de aço galvanizado, pintadas na cor branca Figura 4.8 (Alturas dadas em metros sobre nível do mar (m.s.n.m)).

Figura 4.6 Configuração drenagem dos telhados e localização de calhas, Bloco 1 e 2.

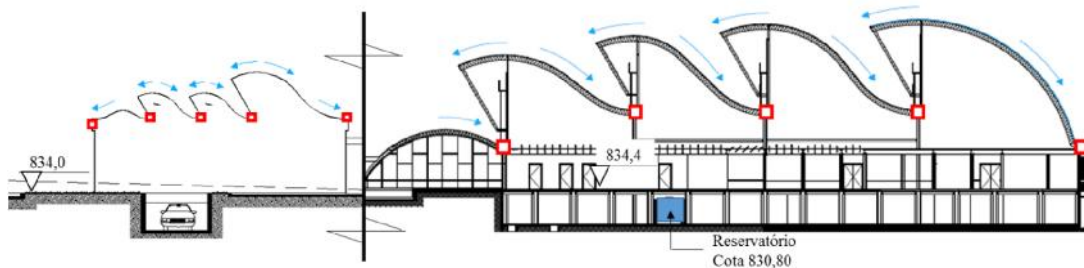


Figura 4.7 Configuração drenagem dos telhados e localização de calhas, Bloco 3 e 4.

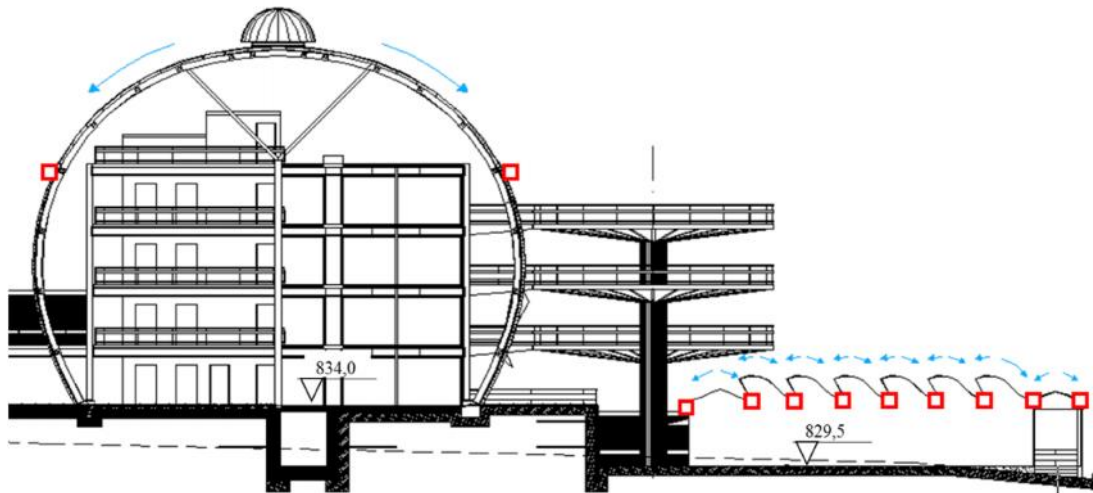
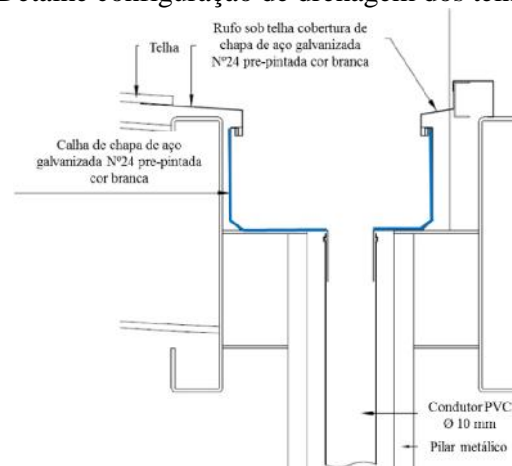
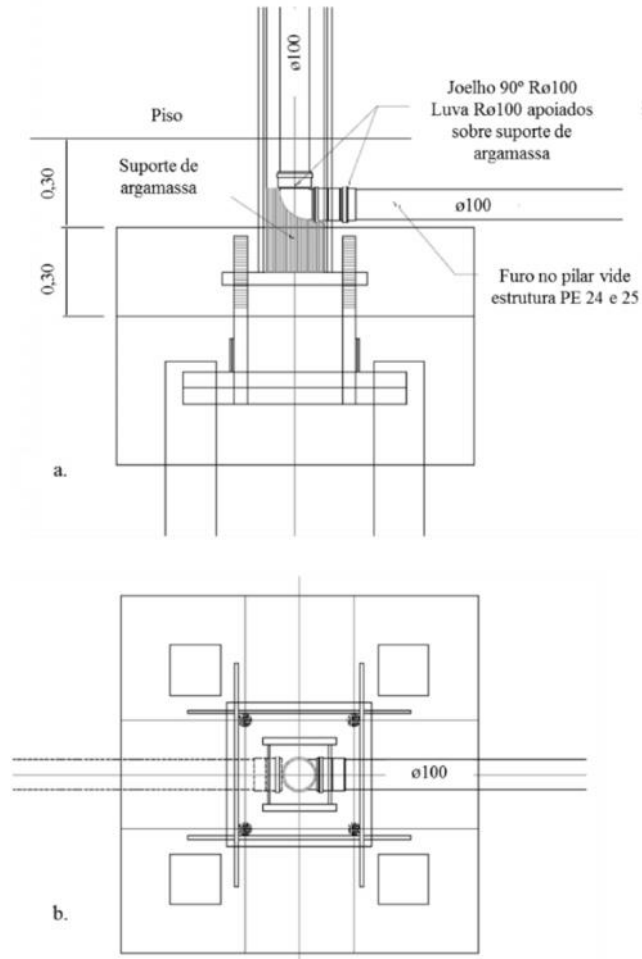


Figura 4.8 Detalhe configuração de drenagem dos telhados e calha.



A água desce até o nível do solo de cada bloco, mediante tubulações em PVC inseridos em pilares metálicos até as tubulações horizontais, Figura 4.9, que as encaminha até diferentes caixas de inspeção de águas pluviais.

Figura 4.9 Detalhe conexão tubulações de drenagem (a. Corte e b. Planta).



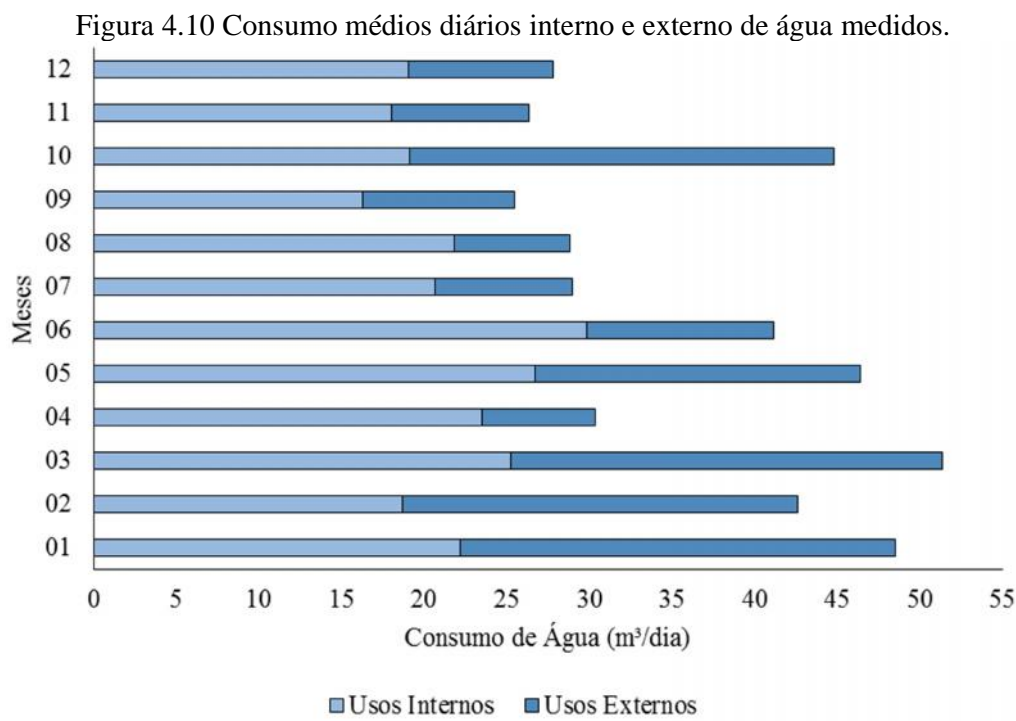
As águas pluviais provenientes da implantação da edificação, são captadas por meio de bocas de leão e caixas de inspeção de águas pluviais com grelha, sendo encaminhados por gravidade até poço de visita da rede pública de águas pluviais.

Finalmente, são coletadas e lançadas por gravidade em poço de visita da rede pública de águas pluviais, no exterior da edificação.

4.2.Demanda de Água

A partir das medições de consumo e os registros de usos especiais diários (ANEXO 1), a Figura 4.10 apresenta a classificação dos usos em externos e internos médios diários, no

período de dados medidos entre dezembro de 2015 até maio de 2017, segundo os registros realizados pelos funcionários do HU donde apresentam-se informações sobre atividades extras realizadas no dia da medição, as quais consistem, principalmente, na limpeza e enchimento do espelho d'água. Assim, foi possível determinar o consumo interno médio, dos dias que não apresentaram atividades adicionais. Do mesmo modo foi determinado o consumo externo para o espelho d'água, como a diferença entre a média dos consumos internos já analisados e o consumo dos dias com registro de limpeza o atividades neste sistema.



Apêndice 1.

Note-se que os consumos internos são aproximadamente constantes no ano, entre 16 e 22 m³/dia, a maior variabilidade de mês a mês está no consumo externo da edificação. Deste modo, apresenta-se um consumo médio diário de 21,77 m³/dia para usos internos e 15,12 m³/dia para usos externos, para uma relação aproximada de 59% e 41%.

De acordo com as adequações que atualmente se encontram realizando no HU, foram estabelecidos dois cenários futuros de consumos, definido como 2018 o uso atual mais 54 novos leitos no Bloco 3 e como prazo Final para um total de 309 leitos no final das ampliações projeções. Assim, depois do levantamento das informações pertinentes foram avaliados os consumos em relação estes valores apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 Usuários atuais e projetados do HU.

	Atual	2018	Final
Número empregados	254	479	692
Número de leitos	4,2*	75	309
Número de refeições	76	413	1700
Número consultas externas	264	264	509

*Média diária de uso, segundo estatísticas de uso atual, número de leitos disponíveis 21.

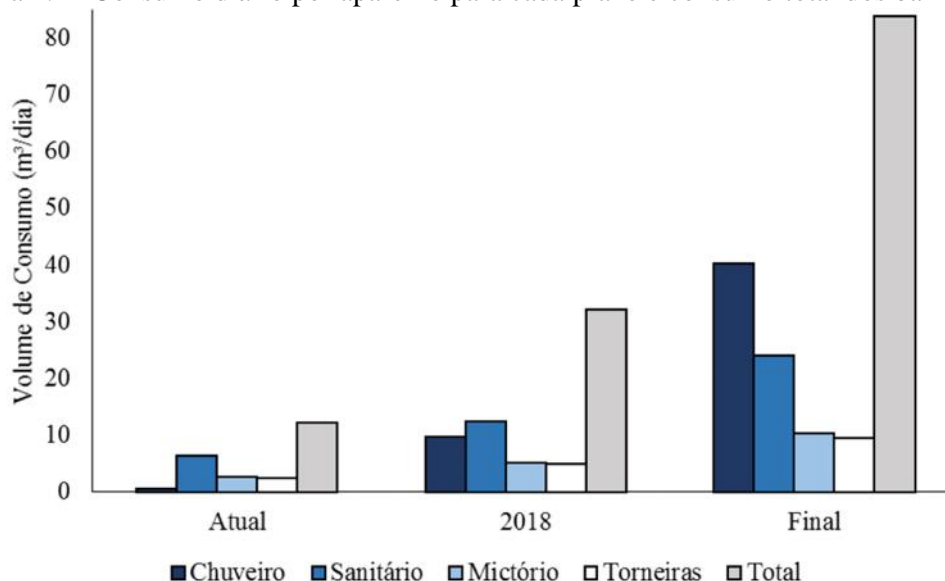
Nota: para os prazos 2018 e final foram considerados os valores máximos.

4.2.1. Usos da Água

A fim de classificar os usos internos em potáveis e não potáveis, foi preciso calcular o consumo para cada fim dentro da edificação. Assim, segundo o consumo de água por refeição, de 25 litros/refeição, projetado para o HU, e em relação ao número de refeições projetadas por paciente de internação, 5,5 refeições/dia, foi determinado o consumo de água na cozinha para cada prazo analisado.

Igualmente, para estimar a demanda de água dos banheiros, a partir dos dados de consumo por tipo de usuário-dia (Tabela 3.1), da bibliografia e dos dados do fabricante dos aparelhos instalados no HU, foram calculados os volumes de água para cada um. A Figura 4.11 apresenta estes volumes diários por aparelho e prazo de uso, de acordo ao APÊNDICE 2. Deste modo, foi possível classificar os consumos dos banheiros em potáveis e não potáveis.

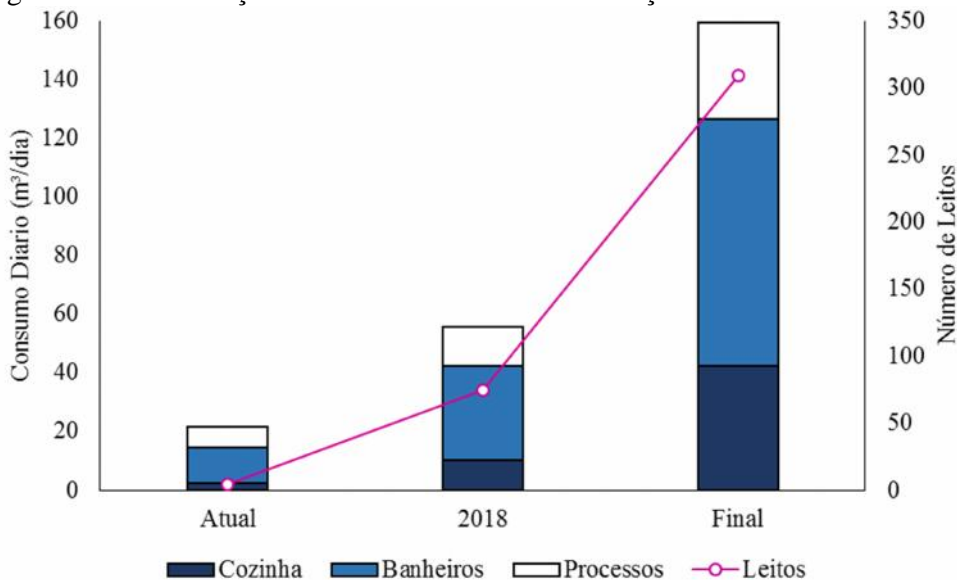
Figura 4.11 Consumo diário por aparelho para cada prazo e consumo total dos banheiros.



Por outro lado, os consumos internos totais medidos e projetados menos os consumos da cozinha e dos banheiros, permitiram determinar a demanda para os processos especiais do HU, estes cálculos são apresentados no APÊNDICE 3.

. Assim, o total do consumo interno foi classificado como apresenta a Figura 4.12 e sua relação com o número de leitos atingidos para cada prazo.

Figura 4.12 Distribuição do consumo interno e sua relação com o número de leitos.



Deste modo, a Figura 4.13 mostra os consumos de água para usos potáveis (chuveiros, torneiras, cozinha e processos especiais), não potáveis internos (mictórios e bacias sanitárias) e não potáveis externos (espelho d'água) para cada prazo analisado, contidas no APÊNDICE 3. Daí pode-se observar que os usos potáveis são significativamente maiores aos usos não potáveis internos e externos. No entanto, os consumos externos foram mantidos constantes no tempo, já que só está sendo considerada a manutenção do espelho d'água e atividades exteriores que não variam com o número de usuários, nem o tempo.

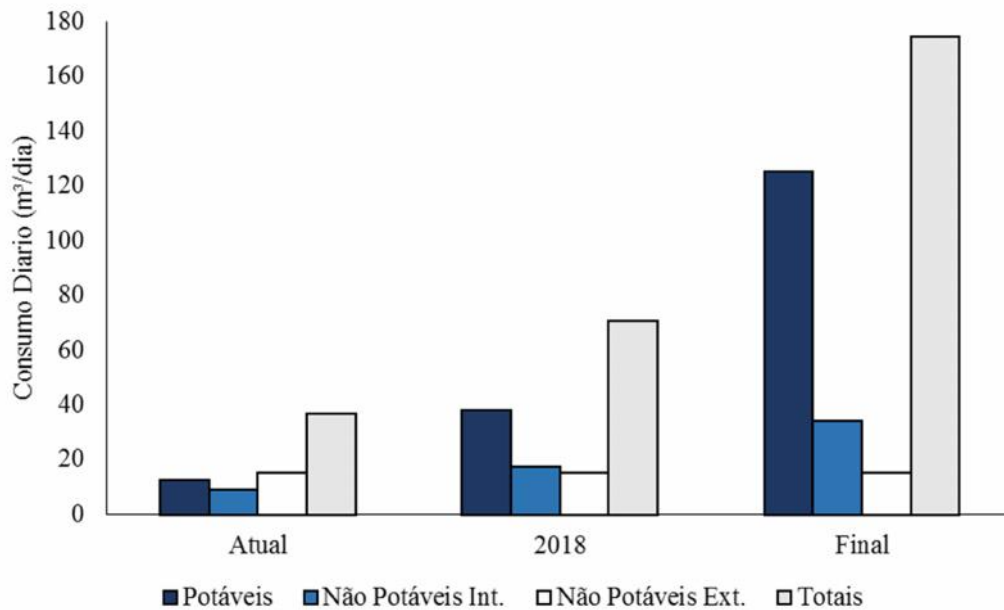
A Tabela 4.2 apresenta a demanda estimada para cada uso e prazo de consumo, os quais determinaram os cenários a serem analisados.

Tabela 4.2 Demanda de água por uso para cada prazo de consumo analisado.

Uso	Atual m³/dia	2018 m³/dia	Final m³/dia
Potáveis	12,63	38,13	125,12
Não Potáveis Internos	9,12	17,52	34,32
Não Potáveis Externos	15,02	15,02	15,02

Totais	36,77	70,67	174,46
---------------	--------------	--------------	---------------

Figura 4.13 Volumes de consumo internos segundo os usos para cada prazo.



Por outro lado, ainda que os usos não potáveis externos da água não tenham maiores exigências de qualidade, considera-se necessário o tratamento mínimo para esta água, dado que o reservatório disponível para a implementação do sistema se encontra localizado ao interior da edificação e comparte a reserva de água para incêndios.

4.3. Disponibilidade de Águas Pluviais

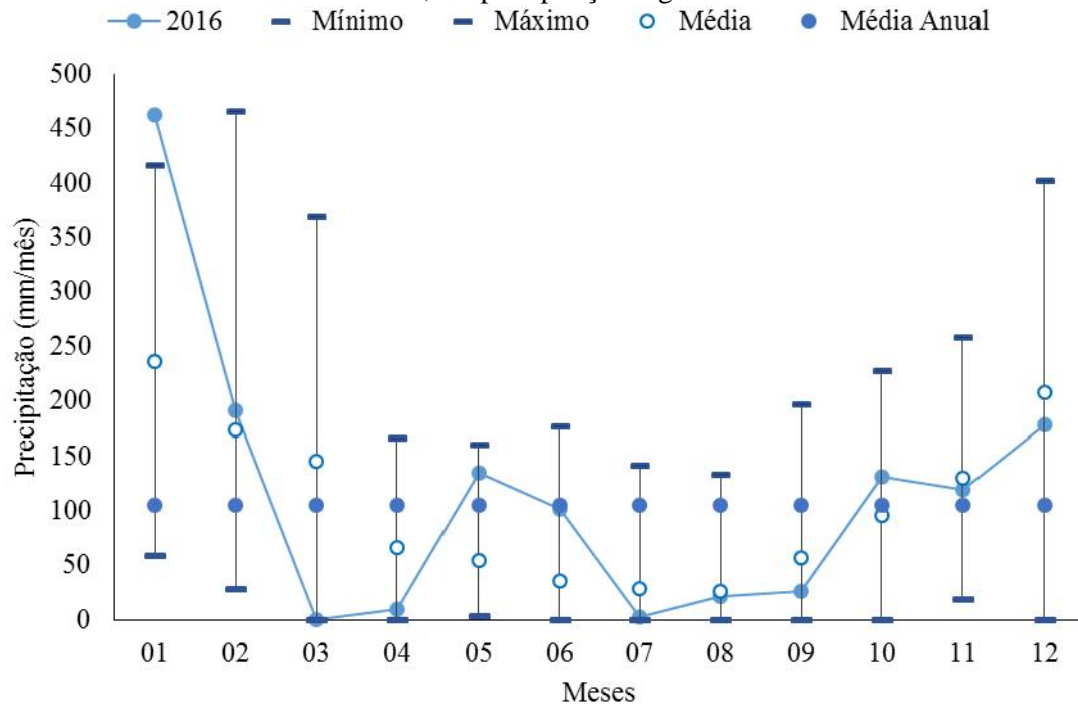
Depois do cálculo da demanda, realizou-se a análise da oferta hídrica, considerando as variáveis de precipitação média mensal, áreas de captação e coeficiente de escoamento superficial, como descrito no item 3.3.

4.3.1. Precipitação Atmosférica

Por meio da obtenção e análise dos dados históricos de precipitação, medidos pela estação pluviométrica do INMET em São Carlos, do período compreendido entre 1970 e 2016, contidos na Tabela A 1 do ANEXO 2, foram determinados os valores mínimos, máximos e médias históricas mensais, registrados na Tabela A 8 do APÊNDICE 4. Deste modo, a Figura 4.14 apresenta as alturas de precipitação médias mensais e inclui as precipitações registradas no último ano completo medido, 2016. A média mensal anual para o conjunto de dados analisados foi 125,96 mm sendo que as maiores amplitudes com as médias mensais encontram-se nos meses chuvosos de janeiro e dezembro (157,59 mm e 123,35 mm),

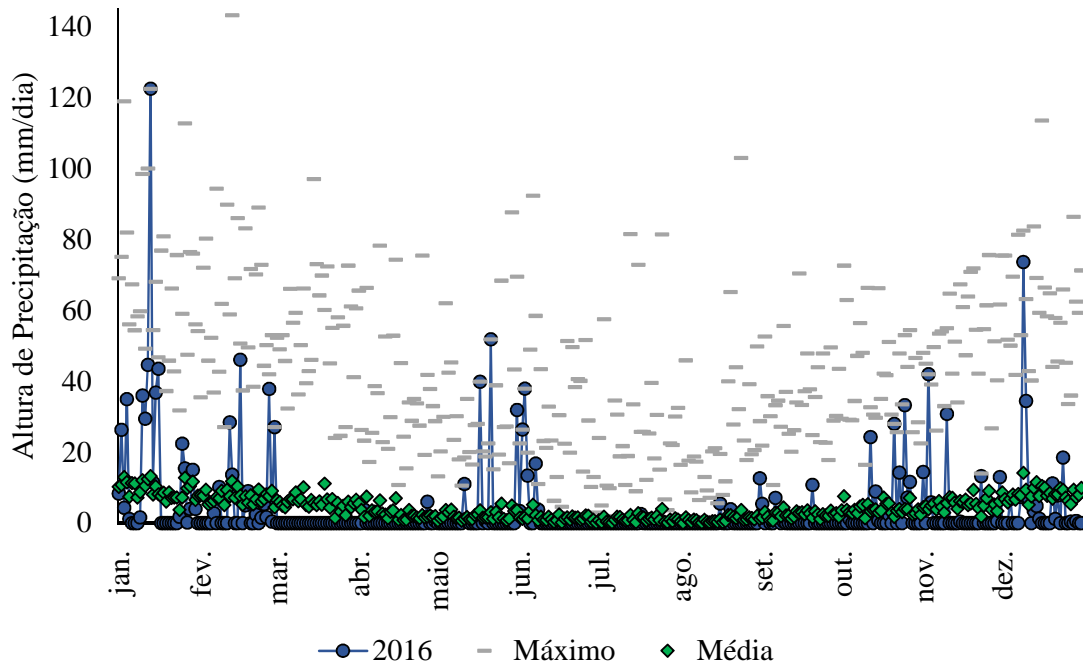
enquanto que no mês de agosto encontra-se a maior amplitude negativa (-94,49 mm). Em relação aos dados de precipitação de 2016, pode-se observar que nos meses de janeiro, maio e junho a precipitação foi maior que a média mensal dos dados analisados, enquanto que nos meses de março e abril a precipitação esteve abaixo da média, sem precipitação no mês de abril.

Figura 4.14 Precipitação atmosférica mínima, máxima e média mensal dos dados registrados entre 1970 e 2016, e a precipitação registrada em 2016.



Com os dados diários de precipitação, no mesmo período de tempo, foram calculados os valores mínimos, máximos e médios, como são apresentados na Figura 4.15 para este análise (Tabela A 9 no APÊNDICE 4); estes valores são utilizados na modelação do reservatório. A média diária para o conjunto de dados analisados foi 4,24 mm sendo que 156 dias apresentam uma precipitação meia diária maior a esta, em especial nos meses de janeiro, fevereiro, maio, outubro e dezembro encontra-se vários dias com precipitações muito superiores à média diária do período analisado, com uma média diária de 4,63 mm.

Figura 4.15 Precipitação atmosférica mínima, máxima e média diária dos dados registrados entre 1970 e 2016, e a precipitação registrada em 2016.



4.3.2. Área de Captação

Para a análise de disponibilidade foi prevista a possível divisão da edificação em zonas de captação, em relação a sua topografia, como mostra a Figura 4.16; a Tabela 4.3 apresenta as áreas efetiva dos telhados de cada bloco do HU, calculada mediante AutoCAD Civil 3D.

Figura 4.16 Corte geral do HU.

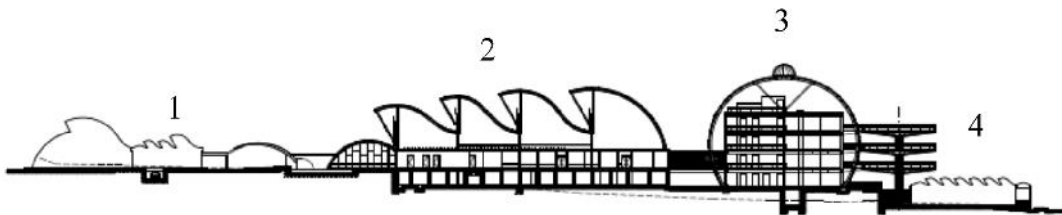


Tabela 4.3 Áreas Telhados por Blocos.

Bloco	Área (m ²)
1	1.178
2	9.360
3	3.241
4	3.953
Total	17.731

4.3.3. Volume Disponível

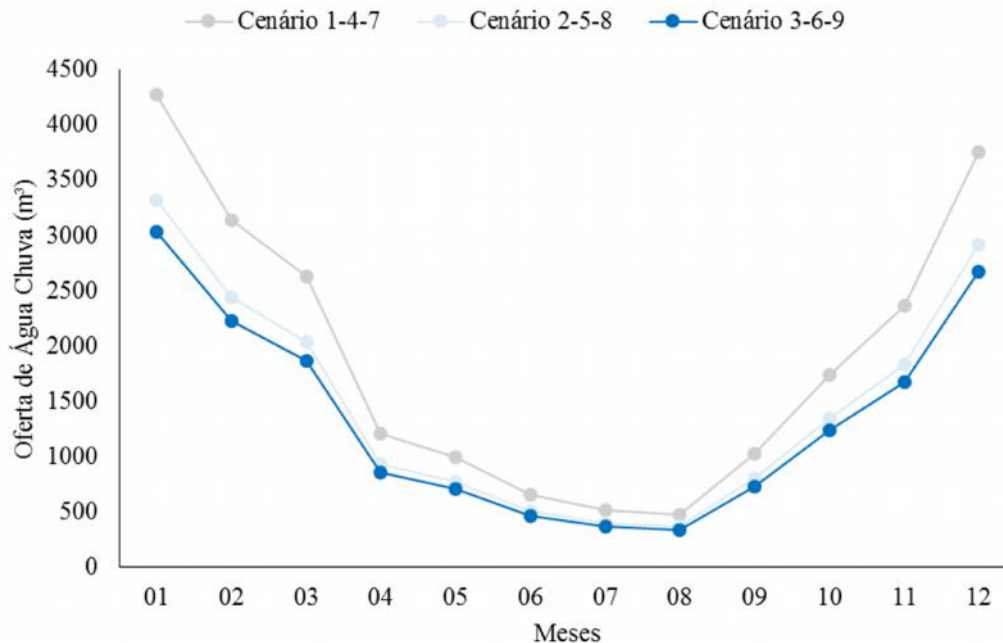
Do mesmo modo, partindo dos princípios do Método Racional (estabelecido no item 3.3), se determinou o coeficiente de escoamento superficial para as potenciais áreas de captação, em 0,85, segundo recomendações da NBR 15.527 (ABNT, 2007). Assim, foram calculados os diferentes volumes de água chuva captável mensalmente para aproveitamento nos diferentes blocos do HU, como apresenta a Tabela 4.4. Pode-se ver que o volume máximo de aproveitamento anual da captação no total dos blocos é aproximadamente 22.800 m³, o qual é superior ao consumo anual atual da edificação, registrado em 13.421 m³ anuais (36,77 m³/dia).

Tabela 4.4 Volume de água de chuva mensal captável dos telhados por Bloco.

	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	TOTAL
	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês
Janeiro	283,80	2.255,92	781,11	952,62	4.273,46
Fevereiro	208,44	1.656,89	573,70	699,66	3.138,69
Março	174,40	1.386,32	480,01	585,41	2.626,15
Abril	80,13	636,96	220,55	268,97	1.206,62
Maiο	66,42	528,00	182,82	222,96	1.000,21
Junho	43,50	345,79	119,73	146,02	655,04
Julho	34,16	271,55	94,02	114,67	514,40
Agosto	31,49	250,35	86,69	105,72	474,25
Setembro	68,61	545,42	188,85	230,32	1.033,20
Outubro	115,46	917,79	317,79	387,56	1.738,60
Novembro	156,89	1.247,15	431,83	526,64	2.362,52
Dezembro	249,53	1.983,52	686,79	837,59	3.757,43
Total	1.512,85	12.025,68	4.163,89	5.078,15	22.780,57

Dado que foram propostos diferentes cenários de captação, a fim de analisar os comportamentos oferta-demanda no HU, segundo a topografia da edificação, a Figura 4.17 apresenta os diferentes cenários de disponibilidade analisados. O cenário de maior disponibilidade inclui a captação na totalidade dos telhados, no entanto o Bloco 4 se encontra 2 metros embaixo do nível dos Blocos 2 e 3, por esta razão foi excluído dos dois cenários adicionais. Finalmente, o cenário de menor disponibilidade só considera captação nos Blocos 2 e 3, que se encontram no mesmo nível. A diferença entre a disponibilidade de água em relação aos blocos considerados, varia aproximadamente 5.000 m³ anuais entre o cenário de maior captação e os cenários que excluem o Bloco 4 (Cenários 2-5-8); enquanto que a exclusão do Bloco 1 só representa, aproximadamente, 1.500 m³ anuais.

Figura 4.17 Volume de água de chuva mensal disponível para cada cenário analisado.



4.4. Potencial de Aproveitamento e Volume Ótimo de Armazenamento

O potencial de aproveitamento de águas pluviais considera o balanço entre a água captada e a água consumida nas edificações. O armazenamento ou tamanho do reservatório regula a relação oferta – demanda.

4.4.1. Relação Oferta-Demanda

A análise inicial de economia da água foi feita mediante a construção de balanços de massas, para diferentes cenários de consumo e disponibilidade propostos, obtidos da relação oferta – demanda mensal para cada um e cada prazo analisado.

Assim, foram propostos os cenários apresentados no Quadro 4.2, sendo o cenário mais crítico a demanda total de água do HU e a menor área de captação de chuva, nos telhados dos Blocos 2-3.

Quadro 4.2 Cenários de consumo e disponibilidade de água avaliados.

Cenário	Atual		2018		Final	
	Demanda	Captação	Demanda	Captação	Demanda	Captação
1	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2	100%	Blocos 1-3	100%	Blocos 1-3	100%	Blocos 1-3
3	100%	Blocos 2-3	100%	Blocos 2-3	100%	Blocos 2-3
4	Externos	100%	Externos	100%	Externos	100%

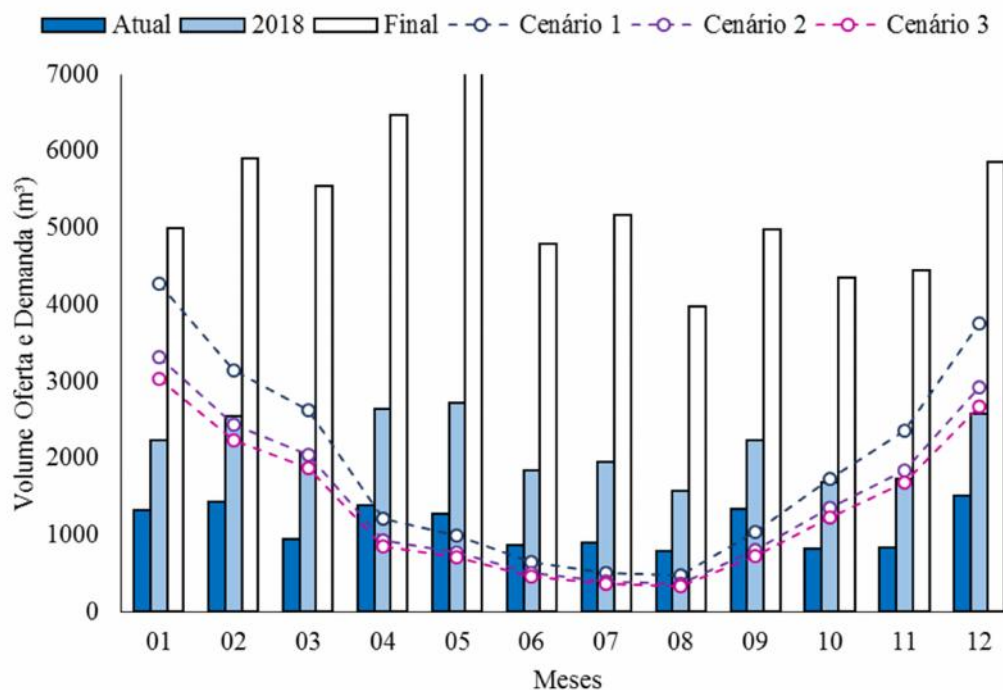
Cenário	Atual		2018		Final	
	Demanda	Captação	Demanda	Captação	Demanda	Captação
5	Externos	Blocos 1-3	Externos	Blocos 1-3	Externos	Blocos 1-3
6	Externos	Blocos 2-3	Externos	Blocos 2-3	Externos	Blocos 2-3
7	Não Potáveis	100%	Não Potáveis	100%	Não Potáveis	100%
8	Não Potáveis	Blocos 1-3	Não Potáveis	Blocos 1-3	Não Potáveis	Blocos 1-3
9	Não Potáveis	Blocos 2-3	Não Potáveis	Blocos 2-3	Não Potáveis	Blocos 2-3

Estes dados encontram-se registrados nas tabelas do APÊNDICE 5.

4.4.1.1. Cenários 100% da Demanda

Estes cenários foram propostos para atingir a demanda total do HU, incluindo os usos potáveis e não potáveis. O Cenário 1 compreende o volume captado pelos quatro blocos, o Cenário 2o volume dos Blocos 1 a 3, e o Cenário 3 dos Blocos 2 e 3 (Figura 4.18).

Figura 4.18 Relação Oferta – Demanda Mensal para Cenário 1, 2 e 3.



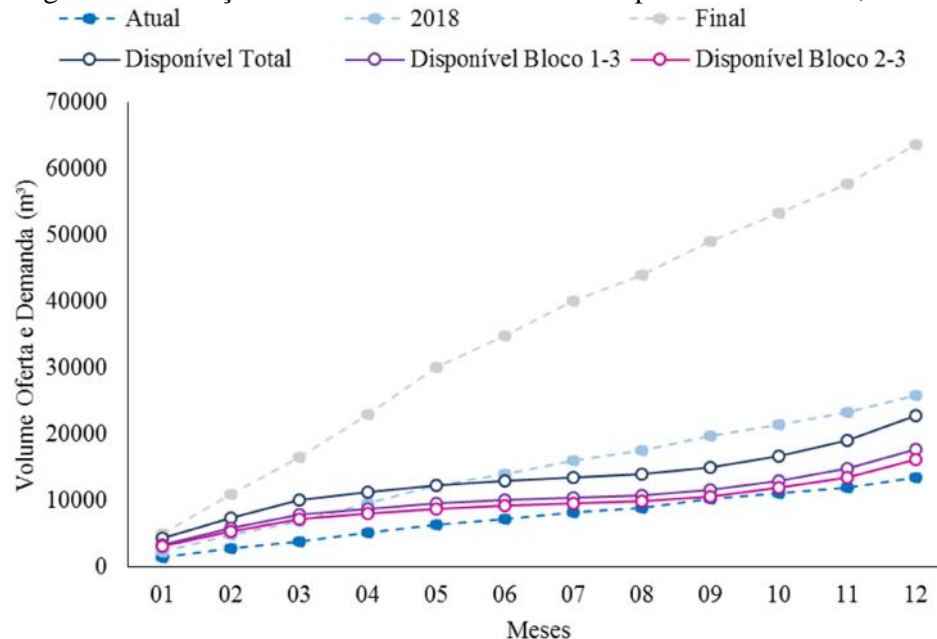
Como ponto de partida, esta análise representou o cenário máximo de oferta e demanda da edificação. Como se ilustra, a água disponível da captação da água de chuva nas três combinações de captação, supera durante 6 meses do ano o consumo atual do HU. Nestes meses, a oferta excede a demanda de 1,30 a 2,50vezes no cenário de captação total, enquanto que o déficit varia entre 23% e 40% nos meses de abril a setembro.

Para a demanda projetada para 2018, a captação nos 4 blocos (Cenário 1), atinge os mesmos 6 meses do ano que com a demanda atual. No entanto, no Cenário 2 podem ser atingidos 100%, nos meses de janeiro, novembro e dezembro, com um déficit aproximado de 30% nos outros meses do ano. O Cenário 3, tem disponibilidade para 100% da demanda dos meses de janeiro e dezembro, com um déficit médio de 50% nos meses restantes.

Finalmente, para a demanda final projetada, a água disponível não é suficiente para atingir 100% da demanda mensal em nenhum mês do ano. Com a captação do Cenário 1, existe um déficit de 63%; no Cenário 2, de 71%; e no Cenário 3 é de 73%.

Devido ao excedente da oferta em alguns meses do ano, foi avaliada a relação de oferta e demanda acumulada durante o ano. Assim, na Figura 4.19 pode-se observar que a oferta dos três cenários de captação analisados é capaz de atingir o consumo total de água durante todo o ano, para o consumo atual. No entanto, o comportamento da oferta acumulada para a demanda acumulada para o ano 2018, é suficiente para atingir os primeiros 5 meses do ano, e apresenta um déficit entre 8% em junho e 25% em setembro, no Cenário 1. Nos outros cenários, a oferta atinge 100% dos primeiros três meses do ano, com um déficit de 8% em abril e 41% em setembro no Cenário 2; e 16% e 45% em abril e setembro no Cenário 3. Por último, no cenário final de consumo, o Cenário 1 apresenta um déficit de 18% no mês de maior atendimento, janeiro; e de 65% no mês de menor atendimento, setembro; enquanto nos Cenários 2 e 3, têm um déficit de 31% e 75%, e 35% e 75% nestes meses, respectivamente.

Figura 4.19 Relação oferta – demanda acumuladas para os Cenários 1, 2 e 3.



Como pode-se observar na Tabela 4.5, para a demanda atual tem-se um excesso de 9.000m³, 4.000 m³ e 3.000 m³ para cada cenário de disponibilidade. O déficit projetado para o consumo em 2018 é de 3.000 m³ no Cenário 1, 8.000 m³ no Cenário 2, e 10.000 m³ no Cenário 3. Para a demanda total de uso projetado no HU, o déficit na oferta de água de chuva para estes três cenários, é de 40.000, 46.000 e 48.000 m³, respectivamente.

Tabela 4.5 Déficit de oferta para a demanda mensal acumulada dos Cenários 1, 2 e 3.

	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3		
	Atual	2018	Final	Atual	2018	Final	Atual	2018	Final
	x10³ m³								
Janeiro	2,95	2,05	-0,72	2,00	1,09	-1,68	1,72	0,81	-1,96
Fevereiro	4,65	2,65	-3,50	3,00	0,99	-5,15	2,51	0,50	-5,64
Março	6,34	3,19	-6,42	4,10	0,96	-8,66	3,43	0,29	-9,33
Abril	6,15	1,76	-11,69	3,64	-0,75	-14,20	2,90	-1,49	-14,94
Maió	5,88	0,04	-17,82	3,15	-2,69	-20,55	2,33	-3,50	-21,37
Junho	5,66	-1,14	-21,97	2,79	-4,02	-24,84	1,93	-4,87	-25,70
Julho	5,28	-2,57	-26,63	2,29	-5,56	-29,62	1,40	-6,46	-30,51
Agosto	4,96	-3,68	-30,13	1,87	-6,77	-33,23	0,95	-7,69	-34,15
Setembro	4,65	-4,88	-34,08	1,33	-8,21	-37,41	0,34	-9,20	-38,40
Outubro	5,58	-4,83	-36,70	1,86	-8,55	-40,42	0,76	-9,65	-41,52
Novembro	7,11	-4,19	-38,79	2,86	-8,43	-43,03	1,60	-9,70	-44,29
Dezembro	9,36	-3,01	-40,90	4,28	-8,09	-45,98	2,77	-9,60	-47,49

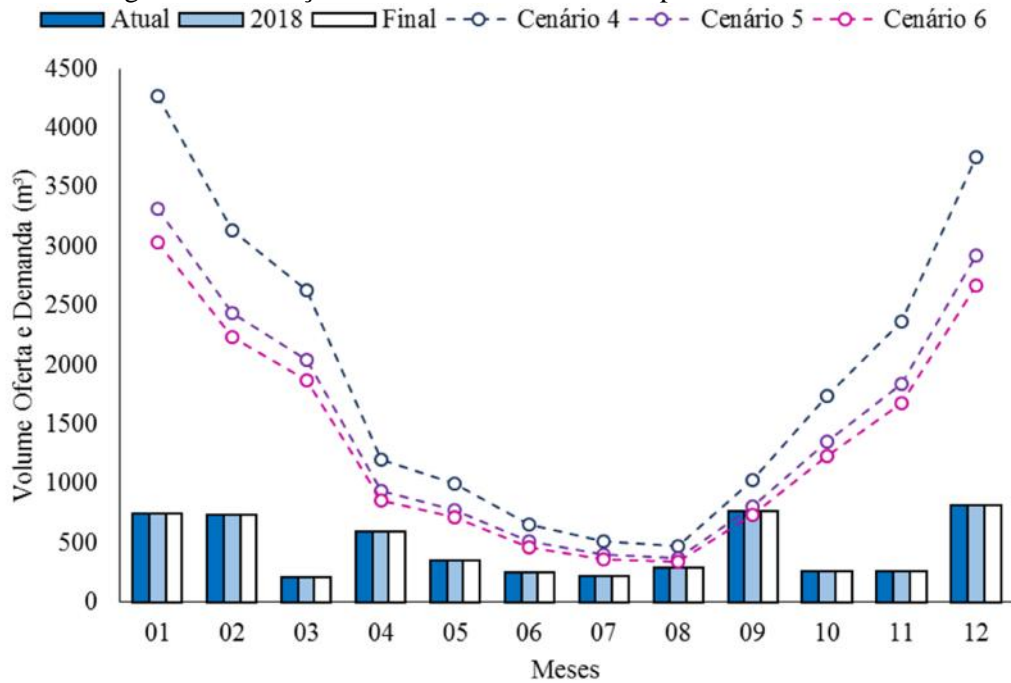
0-10
10-20
20-30
30-40
>40

4.4.1.2. Cenários dos Usos Externos

Este cenário foi proposto para atingir a demanda para usos externos (não potáveis) da edificação. Dado que estes usos não consideram-se variáveis no tempo, nem com o número de usuários, pode-se observar que foram avaliadas as mesmas demandas para cada prazo analisado. Esta avaliação foi feita, dado que a qualidade da água de chuva é um parâmetro importante para seu aproveitamento, sendo que para os usos externos sejam parâmetros menos restritivos. A Figura 4.20 apresenta a relação desta demanda com os três cenários de captação.

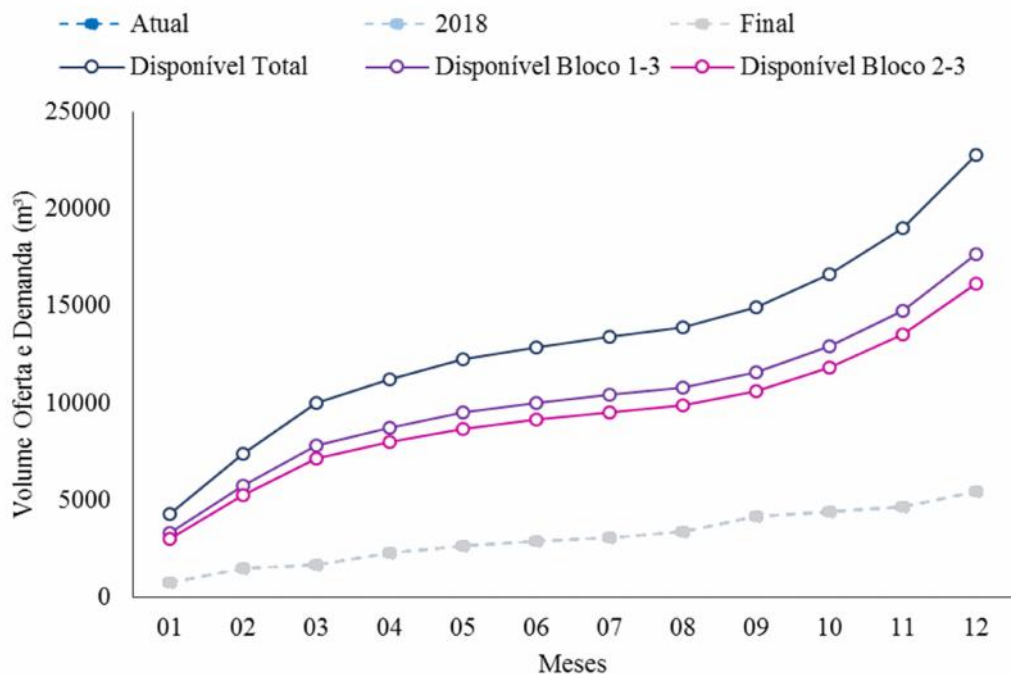
Deste modo, pode-se notar que a demanda destes cenários representam 41%, 21% e 9% do consumo total da edificação para cada prazo analisado. Como pode-se observar, a demanda é atingida em 100% durante todos os meses, para os 3 cenários de captação propostos, a exceção do mês de setembro, no Cenário 6, onde apresenta-se um déficit de 5%.

Figura 4.20 Relação oferta – demanda mensal para Cenário 4, 5 e 6.



Com a análise anterior, pode-se concluir que não é precisa a acumulação de água mensal durante o ano para atingir a demanda para usos externos do HU, já que a oferta mensal atinge a demanda mensal. A Figura 4.21 apresenta a demanda e oferta acumuladas durante o ano.

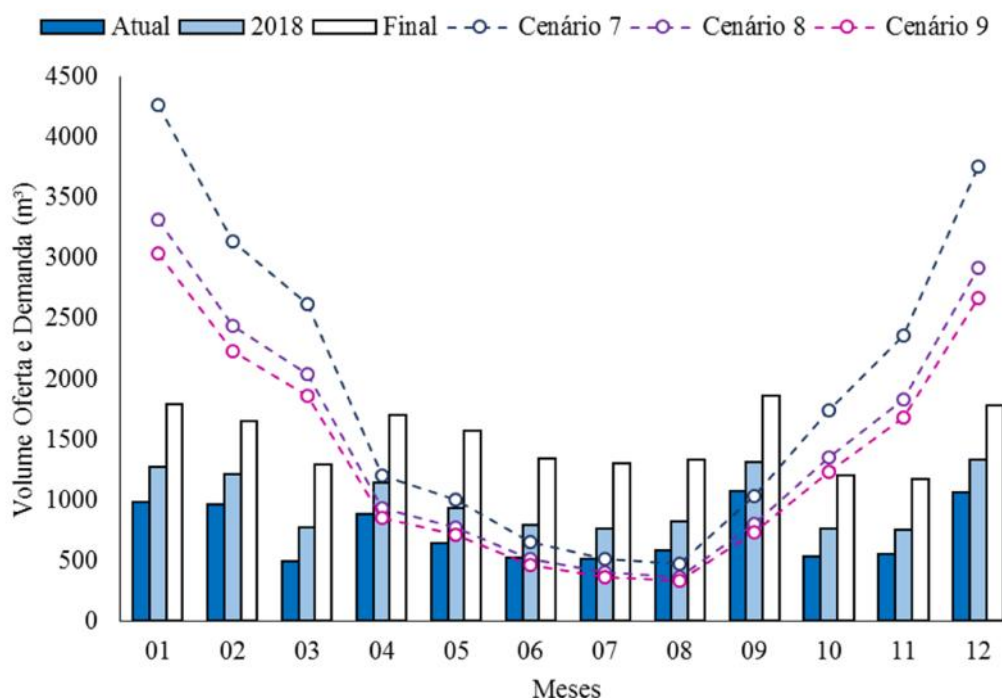
Figura 4.21 Relação oferta – demanda acumuladas para o Cenário 4, 5 e 6.



4.4.1.3. Cenários dos Usos Não Potáveis

A demanda projetada para estes últimos três cenários de consumo, compreende os usos não potáveis internos e externos da edificação; bacias sanitárias e mictórios, e manutenção do espelho d'água. Estes consumos, representam 66%, 46, e 29% da demanda total do HU para cada prazo de consumo, respectivamente. A Figura 4.22 apresenta a relação dos Cenários 7, 8 e 9, com as demandas para cada prazo de consumo.

Figura 4.22 Relação oferta – demanda mensal para Cenário 7, 8 e 9.

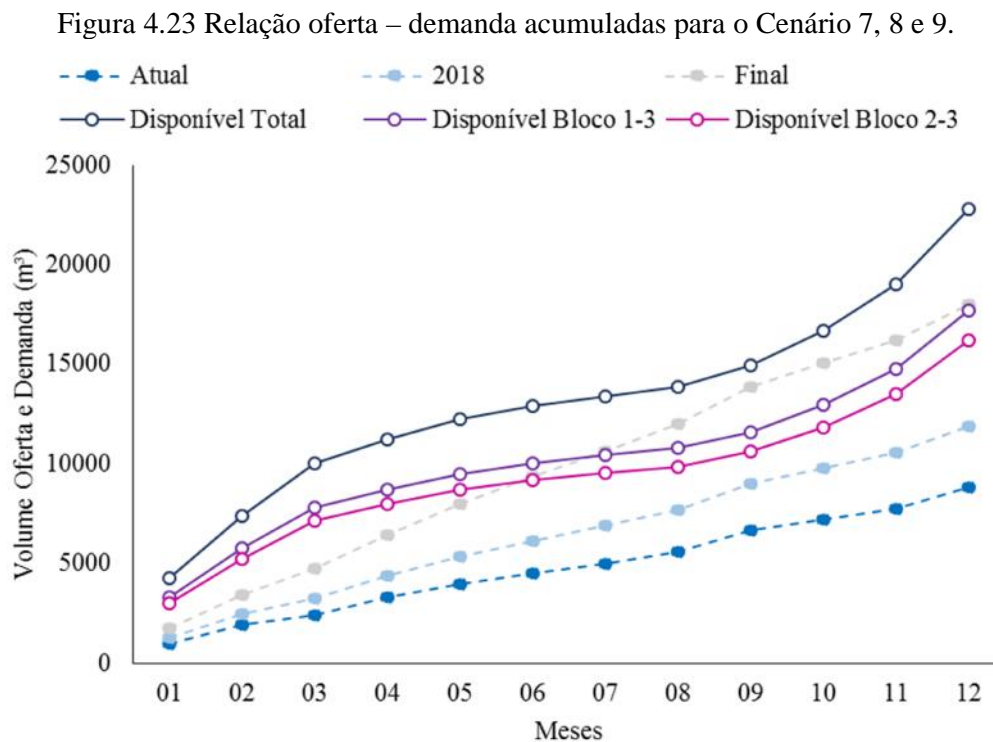


Como pode-se observar, o potencial de atendimento da demanda atual é 100% no Cenário 7 para 10 meses do ano, a exceção de agosto e setembro. No Cenário 8, podem ser abastecidos 8 meses, com um déficit entre 4% em junho e 37% em agosto. Finalmente, no Cenário 9, são atingidos 7 meses do ano, com um déficit entre 3% em abril e 43% em agosto.

Com a oferta mensal do Cenário 7, para a demanda projetada para o ano 2018, é possível abastecer 9 meses do ano a demanda, com um déficit mensal médio de 28% nos meses com atendimento parcial da demanda. Enquanto no Cenário 8, é atingida 100% da demanda de 6 meses do ano, com um déficit entre abril e setembro de 35%. Do mesmo modo, no Cenário 9, podem ser atingidos os mesmos meses que no cenário anterior, no entanto com um déficit médio de 63% da demanda do consumo nos meses restantes.

Por outro lado, para a demanda projetada para o total de funcionamento do HU, a disponibilidade de água de chuva do Cenário 7 atinge 100% do consumo, durante 6 meses do ano, com um déficit entre 29% e 64% nos meses restantes. No Cenário 8, é fornecida a demanda dos mesmos 6 meses do ano, mas com um déficit que varia entre 42% e 72% nos meses restantes do ano. Do mesmo modo ocorre no Cenário 9 de captação, é possível atingir a demanda dos meses do ano entre outubro e março, com um déficit médio de 63% entre os meses de abril e setembro.

A Figura 4.23 apresenta a relação oferta – demanda acumulada durante o ano, onde pode-se observar que a oferta do Cenário 7, com a captação do total dos blocos, é capaz de atingir 100% do consumo de água durante todos os meses do ano, para os três prazos de demanda. No caso do Cenário 8, com a acumulação da precipitação mensal, é possível atingir a demanda total atual e projetada para 2018; no entanto, apresenta-se um déficit entre julho e dezembro, menor ao 9% da demanda nestes meses. Finalmente, no último cenário de oferta analisado, esta é capaz de atingir 100% da demanda atual e em 2018 para usos não potáveis da edificação, porém, existe um déficit entre junho e dezembro de aproximadamente 15% da demanda final projetada, nestes meses.



Como pode-se observar na Tabela 4.6, para a demanda atual tem-se um excedente de 14.000m³, 9.000m³ e 7.000 m³, aproximadamente, para cada cenário de disponibilidade. Para

o consumo projetado para 2018 existe um excedente de água de 11.000 m³ no Cenário 1, 6.000 m³ no Cenário 2, e 4.000 m³ no Cenário 3. Para a demanda projetado para o final do prazo, o Cenário 7 de captação apresenta um excesso na demanda de água de 5.000 m³ de chuva; enquanto que nos Cenários 8 e 9 tem-se um déficit de 300 e 1.800 m³, respectivamente.

Tabela 4.6 Déficit de oferta para a demanda mensal acumulada dos Cenários 7, 8 e 9.

	Cenário 7			Cenário 8			Cenário 9		
	Atual	2018	Final	Atual	2018	Final	Atual	2018	Final
	x10³ m³								
Janeiro	3,29	3,00	2,48	2,34	2,05	1,53	2,06	1,76	1,25
Fevereiro	5,47	4,92	3,96	3,82	3,27	2,31	3,33	2,78	1,82
Março	7,60	6,78	5,30	5,36	4,54	3,06	4,70	3,87	2,40
Abril	7,92	6,84	4,80	5,41	4,33	2,30	4,67	3,59	1,55
Mai	8,28	6,90	4,23	5,55	4,17	1,50	4,74	3,36	0,69
Junho	8,40	6,77	3,54	5,53	3,89	0,66	4,67	3,04	-0,19
Julho	8,41	6,52	2,75	5,42	3,53	-0,24	4,53	2,64	-1,13
Agosto	8,30	6,17	1,90	5,20	3,08	-1,20	4,28	2,15	-2,12
Setembro	8,26	5,89	1,07	4,93	2,57	-2,26	3,94	1,58	-3,25
Outubro	9,46	6,87	1,60	5,75	3,16	-2,11	4,64	2,05	-3,22
Novembro	11,27	8,48	2,79	7,03	4,24	-1,45	5,77	2,97	-2,71
Dezembro	13,97	10,90	4,77	8,89	5,82	-0,31	7,38	4,31	-1,82

>0,5
0,5-1,0
1,0-1,5
1,5-2,5
<2,5

4.4.2. Tamanho Ótimo de Armazenamento

Além do balanço hídrico se realizaram modelações para selecionar o tamanho ótimo de armazenamento em relação às características de cada cenário; contemplando variáveis como a eficiência de abastecimento, eficiência de aproveitamento de água de chuva e tempo de retorno do investimento (APÊNDICE 6). Para este fim, foi usado o método desenvolvido por Moruzzi *et al.* (2012) descrito no item 3.4. Com este método, pode-se visualizar a interação entre a demanda dos diferentes cenários de consumo e o tamanho do reservatório, variando de 40 m³ (reservatório existente), até 5000 m³ (volume máximo de acumulação de água no ano) para cada cenário de captação proposto.

Cada ponto da demanda nas simulações representa um cenário de consumo analisado para cada uso e prazo, como apresenta a Quadro 4.3. Note-se que, de acordo com as considerações do método, a máxima demanda avaliada para cada cenário de captação, é sempre igual à disponibilidade de água máxima diária, $Ea = Eh$.

Quadro 4.3 Pontos de demanda avaliados, segundo cenários, usos e prazos.

Demanda m³/dia	Cenário	Uso	Prazo
15,02	Cenário 4-6	Externos	Atual, 2018 e Final
24,14	Cenário 7-9	Não Potáveis	Atual
32,54	Cenário 7-9	Não Potáveis	2018
36,77	Cenário 1-3	Total	Atual
45,30	Água de chuva máxima disponível Bloco 2-3		
49,35	Cenário 7-9	Não Potáveis	Final
49,53	Água de chuva máxima disponível Bloco 1-3		
63,74	Água de chuva máxima disponível Bloco 1-4		
70,67	Cenário 1-3	Total	2018
174,46	Cenário 1-3	Total	Final

Tendo em conta a variação da tarifa de água potável, a simulação foi feita para tempos de amortização do investimento, considerando como entradas valores de 100% e 20% do custo por metro cúbico da água reduzida com a implementação do SAAP.

4.4.2.1. Captação Total

A primeira simulação foi feita para a captação da água nos quatro blocos, 17.731 m², a qual permite a coleta de até 63,74 m³/dia. A Tabela 4.7 apresenta os valores da eficiência de abastecimento (E_a), eficiência de aproveitamento (E_h) para cada tamanho de reservatório e demanda analisada. Adicionalmente, apresenta-se o cálculo da eficiência de atendimento total (E_{dt}), que representa a porcentagem de dias de atendimento pleno da demanda.

Tabela 4.7 Análise de eficiências para captação de Blocos 1 a 4.

Tamanho do Reservatório m³	Demanda m³/dia	E_a Eficiência Abastecimento	E_h Eficiência Aproveitamento	E_{dt} Eficiência Atendimento
40	15,02	98%	23%	96%
40	24,14	93%	35%	87%
40	32,54	87%	45%	74%
40	36,77	85%	49%	69%
40	49,35	77%	60%	59%

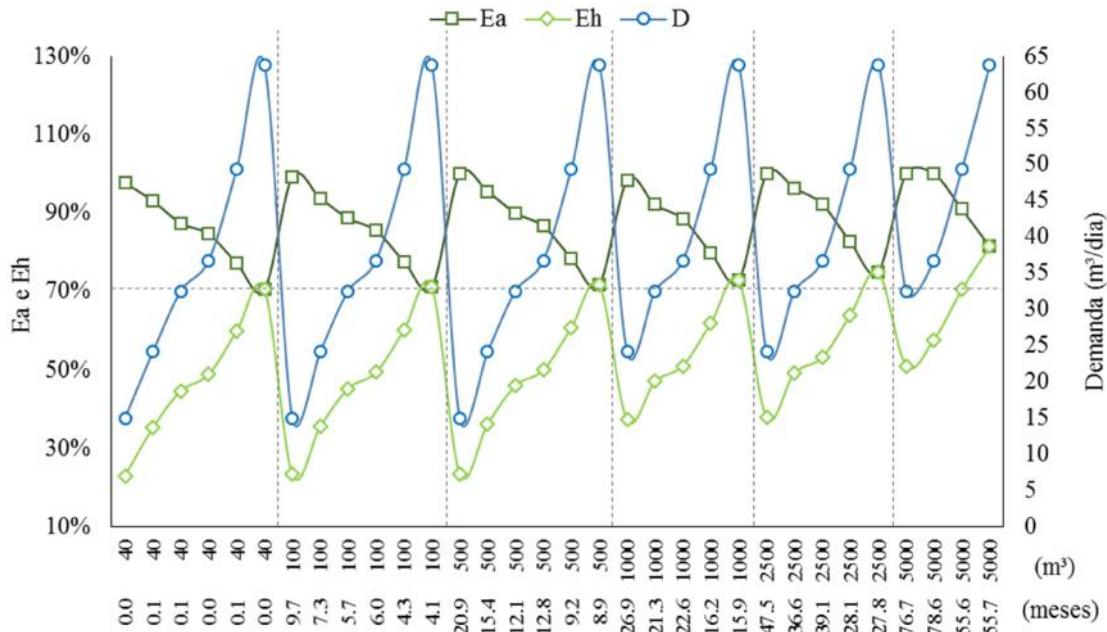
Tamanho do Reservatório m³	Demanda m³/dia	Ea Eficiência Abastecimento	Eh Eficiência Aproveitamento	Edt Eficiência Atendimento
40	63,74	70%	70%	47%
100	15,0	99%	23%	88%
100	24,1	94%	36%	71%
100	32,5	89%	45%	50%
100	36,8	86%	49%	100%
100	49,3	78%	60%	100%
100	63,7	71%	71%	98%
250	15,0	100%	24%	96%
250	24,1	95%	36%	88%
250	32,5	90%	46%	72%
250	36,8	87%	50%	50%
250	49,3	78%	61%	100%
250	63,7	72%	72%	100%
500	15,0	100%	24%	100%
500	24,1	98%	37%	100%
500	32,5	92%	47%	91%
500	36,8	88%	51%	75%
500	49,3	80%	62%	52%
500	63,7	73%	73%	100%
1000	15,0	100%	24%	100%
1000	24,1	100%	38%	100%
1000	32,5	96%	49%	100%
1000	36,8	92%	53%	97%
1000	49,3	83%	64%	79%
1000	63,7	75%	75%	54%
2500	15,0	100%	24%	100%
2500	24,1	100%	38%	100%
2500	32,5	100%	51%	100%
2500	36,8	100%	58%	100%
2500	49,3	91%	70%	100%
2500	63,7	81%	81%	86%
5000	15,0	100%	24%	58%
5000	24,1	100%	38%	100%
5000	32,5	100%	51%	100%
5000	36,8	100%	58%	100%
5000	49,3	100%	77%	100%
5000	63,7	90%	90%	100%

Com estes valores foram calculados os tempos de retorno do investimento, considerando os custos variáveis com a variação de tamanho de reservatório e uso final da demanda aproveitada. Assim, para usos externos e não potáveis, foram calculados os custos de cloração, enquanto que para demandas superiores, que abastecem usos potáveis, foram considerados custos maiores de tratamento. Do mesmo modo, no investimentos inicial, foram considerados os custos de separação de redes para a demanda não potáveis interna e externa.

▪ **Avaliação com 100% da Tarifa**

A Figura 4.24 mostra a modelação feita com o tempo de retorno do investimento segundo o custo de cada tamanho de reservatório analisado e os benefícios financeiros gerados com a economia da água e a tarifa completa de custo da água da SAAE. Como pode-se observar, a eficiência de abastecimento e aproveitamento apresentam uma variação mínima com o aumento no volume do reservatório, entre 40 m³ e 2.500 m³; onde para a demanda máxima variam de 70% a 75% e só aumentando até 81% com 5.000 m³ de armazenamento.

Figura 4.24 Relação entre as E_a, E_h, demandas e tempos de amortização para diferentes volumes de reservatório e área de captação total, sem desconto na tarifa da água.



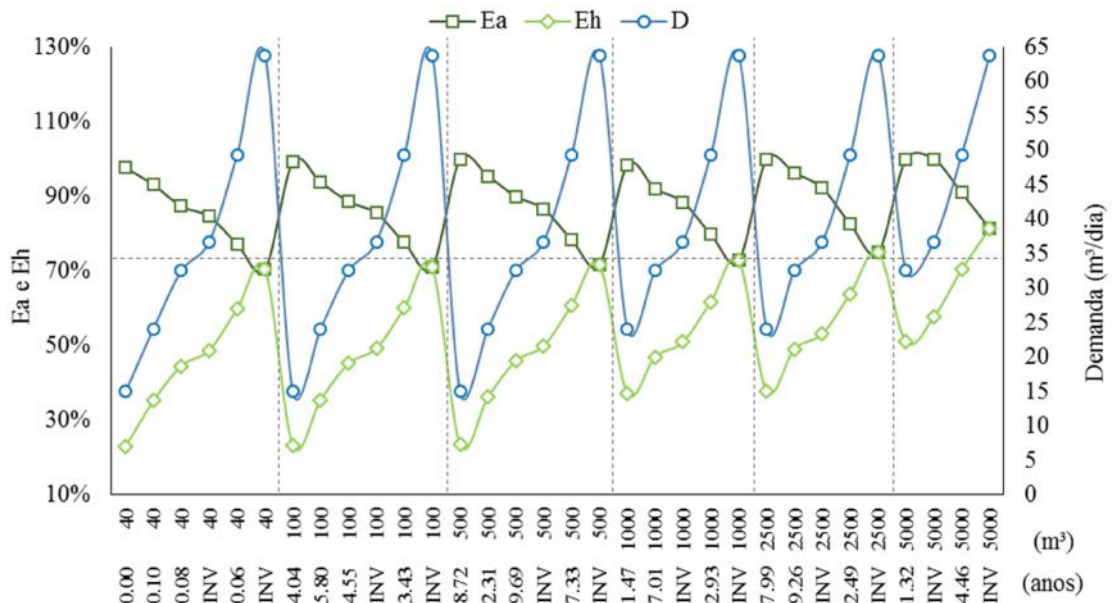
O ponto de máxima eficiência de aproveitamento, encontra-se no ponto máximo da demanda. Do mesmo modo, o menor custo de amortização do investimento ocorre neste ponto, já que é a máxima quantidade de água economizada e o benefício financeiro gerado. Neste cenário de modelação, foram determinados tempos de retorno entre 0 anos para o

reservatório existente e, 6,55 anos para um reservatório de 5.000 m³ e aproveitamento para abastecer a demanda total de água atual. A eficiência máxima de aproveitamento apresenta-se com 81% de abastecimento da disponibilidade máxima diária, 63,74 m³/dia, o qual representa 90,20% da demanda total em 2018 da edificação, ou 38,06% da demanda final. Como pode-se observar, quando o tamanho do reservatório permitia o 100% da demanda avaliada, esta foi tirada da avaliação com o seguinte tamanho de armazenamento, já que é o máximo de aproveitamento e abastecimento desse ponto da demanda.

▪ **Avaliação com 80% de Desconto**

Segundo negociações feitas entre o HU e a SAAE, atualmente o HU paga 20% da tarifa regular de água para estabelecimentos institucionais, por isto a Figura 4.25 ilustra o tempo de amortização para esta condição financeira. Já que na análise foi considerado o custo de tratamento da água, pode-se determinar que o custo de tratamento para usos potáveis é maior que custo da água de fornecimento público, de modo que o abastecimento de água para o cenário atual de consumo superior a 24,24 m³/dia, superior a 32,54 m³/dia no 2018 e,49,35 m³/dia no cenário final de demanda, é inviável para o projeto. Assim, o máximo aproveitamento de água neste cenário é inferior ao volume de precipitação diário máximo, pelo qual a eficiência máxima de aproveitamento é de 70% para uma eficiência de abastecimento de 91% dos 49,35 m³/dia com um tamanho de reservatório de 5.000 m³.

Figura 4.25 Relação entre as E_a, E_h, demandas e tempos de amortização para diferentes volumes de reservatório e área de captação total, com desconto na tarifa da água.



Assim mesmo, para tamanhos de reservatório superiores a 1.000 m³ foram calculados tempos de retorno do investimento superiores a 50 anos. Finalmente, foram determinados tempos de retorno entre 0 anos para reservatório existente e, 61,32 anos para reservatório de 5.000 m³ e aproveitamento de 100% da demanda de água para usos não potáveis no cenário projetado para 2018.

4.4.2.2. Captação Blocos 1, 2 e 3

A seguintes simulações foram feitas para a captação dos telhados dos Blocos 1, 2 e 3 (Cenários 2, 5 e 8), 13.778 m², a qual permite a coleta de até 49,53 m³/dia. A Tabela 4.8 apresenta os valores da eficiência de abastecimento (E_a), eficiência de aproveitamento (E_h) para cada tamanho de reservatório e demanda analisada, e eficiência de atendimento total (E_{dt}), que representa a porcentagem de dias de atendimento pleno da demanda.

Tabela 4.8 Análise de eficiências para captação de Blocos 1 a 3.

Tamanho do Reservatório m³	Demanda m³/dia	E_a Eficiência Abastecimento	E_h Eficiência Aproveitamento	E_{dt} Eficiência Atendimento
40	15,02	96%	29%	93%
40	24,14	89%	43%	78%
40	32,54	82%	54%	65%
40	36,77	78%	58%	61%
40	49,35	71%	71%	48%
40	49,53	71%	71%	48%
100	15,0	97%	30%	96%
100	24,1	90%	44%	82%
100	32,5	82%	54%	66%
100	36,8	79%	59%	62%
100	49,3	71%	71%	50%
100	49,5	71%	71%	50%
250	15,0	100%	30%	100%
250	24,1	92%	45%	85%
250	32,5	83%	55%	70%
250	36,8	80%	59%	64%
250	49,3	72%	72%	53%
250	49,5	72%	72%	53%
500	15,0	100%	30%	100%
500	24,1	95%	46%	90%
500	32,5	85%	56%	75%
500	36,8	82%	61%	68%

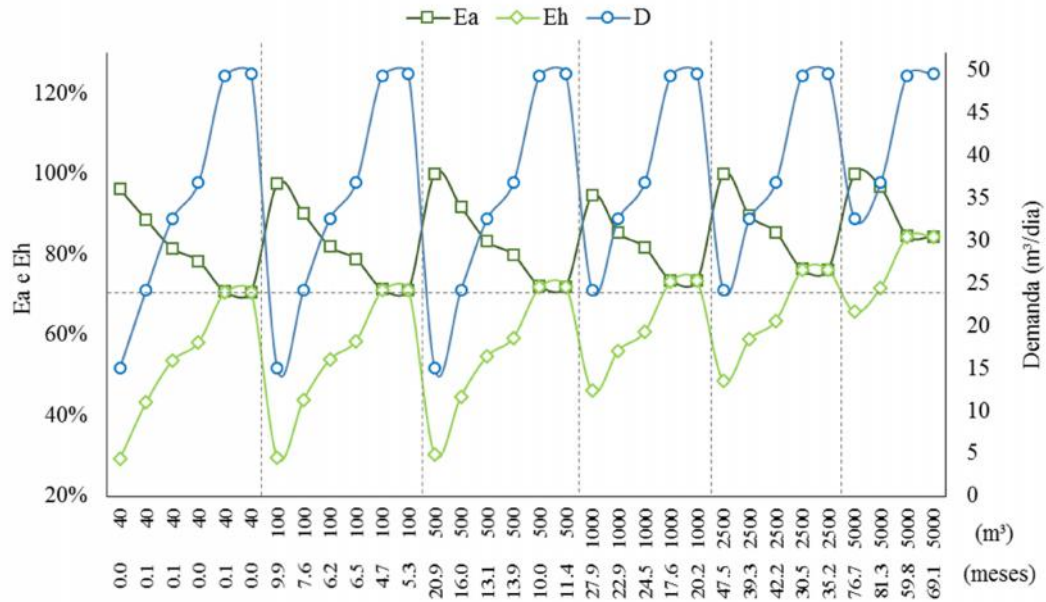
Tamanho do Reservatório m³	Demanda m³/dia	Ea Eficiência Abastecimento	Eh Eficiência Aproveitamento	Edt Eficiência Atendimento
500	49,3	74%	73%	55%
500	49,5	73%	73%	55%
1000	15,0	100%	30%	100%
1000	24,1	100%	49%	100%
1000	32,5	90%	59%	81%
1000	36,8	86%	63%	75%
1000	49,3	76%	76%	60%
1000	49,5	76%	76%	60%
2500	15,0	100%	30%	100%
2500	24,1	100%	49%	100%
2500	32,5	100%	66%	100%
2500	36,8	97%	72%	91%
2500	49,3	85%	84%	73%
2500	49,5	84%	84%	73%
5000	15,0	100%	30%	100%
5000	24,1	100%	49%	100%
5000	32,5	100%	66%	100%
5000	36,8	100%	74%	100%
5000	49,3	90%	90%	81%
5000	49,5	90%	90%	80%

▪ **Avaliação com 100% da Tarifa**

Como pode-se observar, na Figura 4.26, a eficiência de abastecimento e aproveitamento apresentam uma variação de 71% a 76%, entre 40 m³ e 1000 m³ de tamanho do reservatório. A máxima eficiência de aproveitamento encontra-se no ponto máximo da demanda considerada, neste caso de captação de 49,53 m³/dia, sendo o máximo de água média diária captável pelos Blocos 1 até 3, aproximadamente a mesma demanda para usos não potáveis projetados para o final do período de ampliações do HU.

Neste cenário de modelação, foram determinados tempos de retorno entre 0 anos para reservatório existente e, 6,78 anos para o reservatório de 5.000 m³ para eficiência máxima de abastecimento de 97% da demanda total atual. O volume máximo de aproveitamento com a captação nestes blocos é de 16.223 m³ anuais, satisfazendo 90% da demanda para usos não potáveis no final do cenário de consumo, com um reservatório de 5.000 m³ e um tempo de retorno do investimento de 4,98 anos.

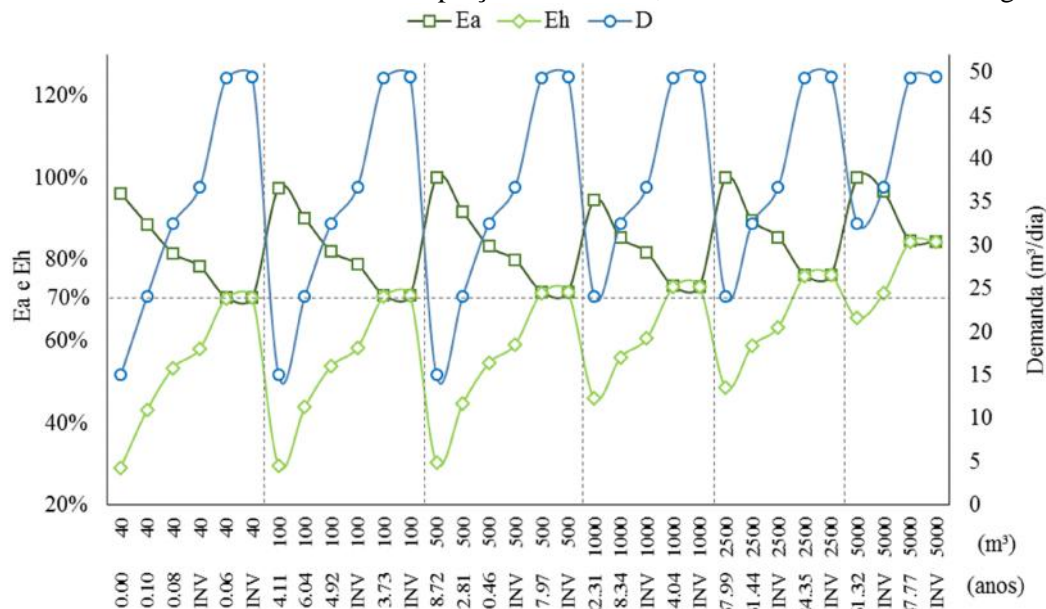
Figura 4.26 Relação entre as E_a , E_h , demandas e tempos de amortização para diferentes volumes de reservatório e área de captação Blocos 1-3 sem desconto na tarifa da água



▪ **Avaliação com 80% de Desconto**

Do mesmo modo que no cenário de 100% da captação, os cenários que aparecem com tempo de retorno INV na Figura 4.27 correspondem às demandas superiores aos usos não potáveis de consumo, pelo que o custo de operação e manutenção é superior que da tarifa de água e é considerado inviável financeiramente para implantar.

Figura 4.27 Relação entre as E_a , E_h , demandas e tempos de amortização para diferentes volumes de reservatório e área de captação Blocos 1-3, com desconto na tarifa da água.



Note-se que a eficiência de aproveitamento máxima calculada é de 84% para uma a eficiência de abastecimento de 85% da demanda final para usos não potáveis, com um reservatório de 5.000 m³ e um período de retorno de 47,77 anos. Enquanto que para o tamanho de 40 m³ do reservatório existente e disponível para o sistema, se tem uma eficiência de captação e aproveitamento de 70% para a mesma demanda, com um período de retorno do investimento de apenas 0,60 anos (7,2 meses).

4.4.2.3. Captação Blocos 2 e 3

As seguintes simulações foram feitas para a captação dos telhados dos Blocos 2 e 3 (Cenários 3, 6 e 9), e 12.600m², a qual permite a coleta de até 45,30 m³/dia que representa 92% da demanda final para usos não potáveis. A Tabela 4.9 apresenta os valores da eficiência de abastecimento (E_a), eficiência de aproveitamento (E_h) para cada tamanho de reservatório e demanda analisada, e eficiência de atendimento total (E_{dt}), que representa a porcentagem de dias de atendimento pleno da demanda.

Tabela 4.9 Análise de eficiências para captação de Blocos 2 e 3.

Tamanho do Reservatório m³	Demanda m³/dia	E_a Eficiência Abastecimento	E_h Eficiência Aproveitamento	E_{dt} Eficiência Atendimento
40	15,02	95%	32%	92%
40	24,14	87%	46%	73%
40	32,54	79%	57%	62%
40	36,77	76%	62%	58%
40	45,30	71%	71%	48%
100	15,0	96%	32%	93%
100	24,1	88%	47%	76%
100	32,5	80%	57%	64%
100	36,8	77%	62%	59%
100	45,3	71%	71%	51%
250	15,0	99%	33%	98%
250	24,1	90%	48%	81%
250	32,5	81%	58%	66%
250	36,8	78%	63%	61%
250	45,3	72%	72%	53%
500	15,0	100%	33%	100%
500	24,1	92%	49%	86%
500	32,5	83%	60%	71%
500	36,8	80%	65%	65%

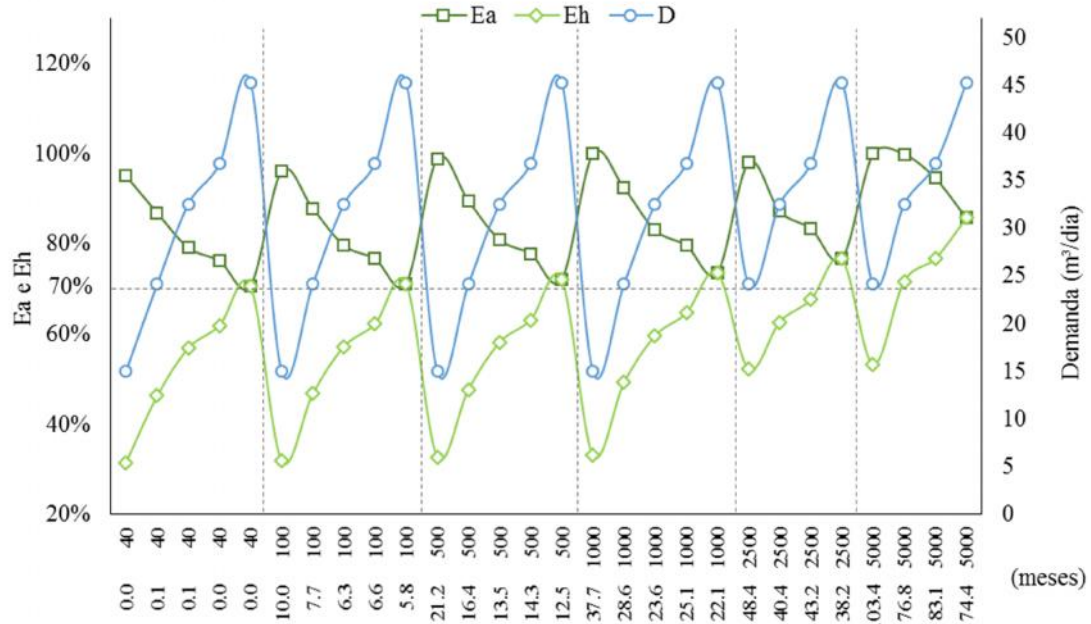
Tamanho do Reservatório m³	Demanda m³/dia	Ea Eficiência Abastecimento	Eh Eficiência Aproveitamento	Edt Eficiência Atendimento
500	45,3	74%	74%	55%
1000	15,0	100%	33%	100%
1000	24,1	98%	52%	95%
1000	32,5	87%	63%	78%
1000	36,8	83%	68%	72%
1000	45,3	77%	77%	61%
2500	15,0	100%	33%	100%
2500	24,1	100%	53%	100%
2500	32,5	100%	72%	100%
2500	36,8	95%	77%	88%
2500	45,3	86%	86%	75%
5000	15,0	100%	33%	100%
5000	24,1	100%	53%	100%
5000	32,5	100%	72%	100%
5000	36,8	100%	81%	100%
5000	45,3	90%	90%	80%

▪ **Avaliação com 100% da Tarifa**

Como pode-se observar, na Figura 4.28, a eficiência de abastecimento e aproveitamento apresenta uma variação de 71% a 77%, entre 40 m³ e 1.000 m³ de tamanho do reservatório. A máxima eficiência de aproveitamento encontra-se no ponto máximo da demanda considerada, neste caso de captação de 45,30 m³/dia.

Neste cenário de modelação, foram determinados tempos de retorno entre 0 anos para reservatório existente e, 8,62 anos para o reservatório de 5.000 m³, para uma eficiência máxima de abastecimento de 100% da demanda total atual para usos não potáveis. O volume máximo de aproveitamento com a captação nestes blocos é de 14.837 m³ anuais, satisfazendo 100% da demanda atual para todos os usos, ou 81% da demanda para usos não potáveis no cenário final de consumo, com um reservatório de 5.000 m³ e um tempo de retorno do investimento de 6,20 anos.

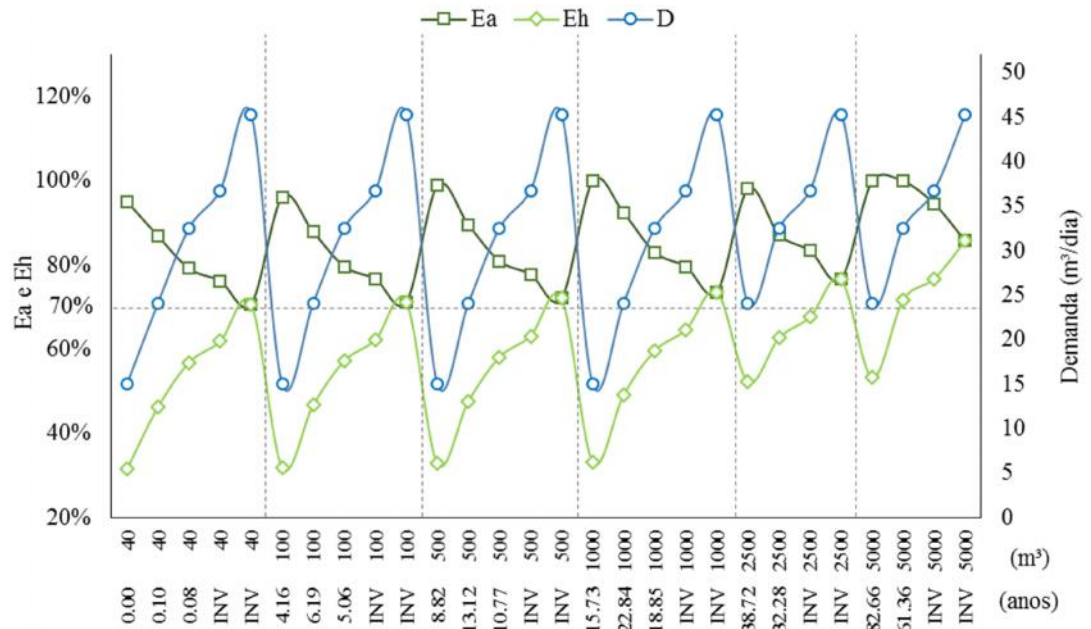
Figura 4.28 Relação entre as E_a , E_h , demandas e tempos de amortização para diferentes volumes de reservatório e área de captação Blocos 2-3, sem desconto na tarifa da água.



▪ **Avaliação com 80% de Desconto**

Neste caso, com o desconto na tarifa de abastecimento, tem-se um período de retorno do investimento entre 0 anos para o reservatório existente, até 82,66 anos para o reservatório de 5.000 m^3 , como apresenta-se na Figura 4.29.

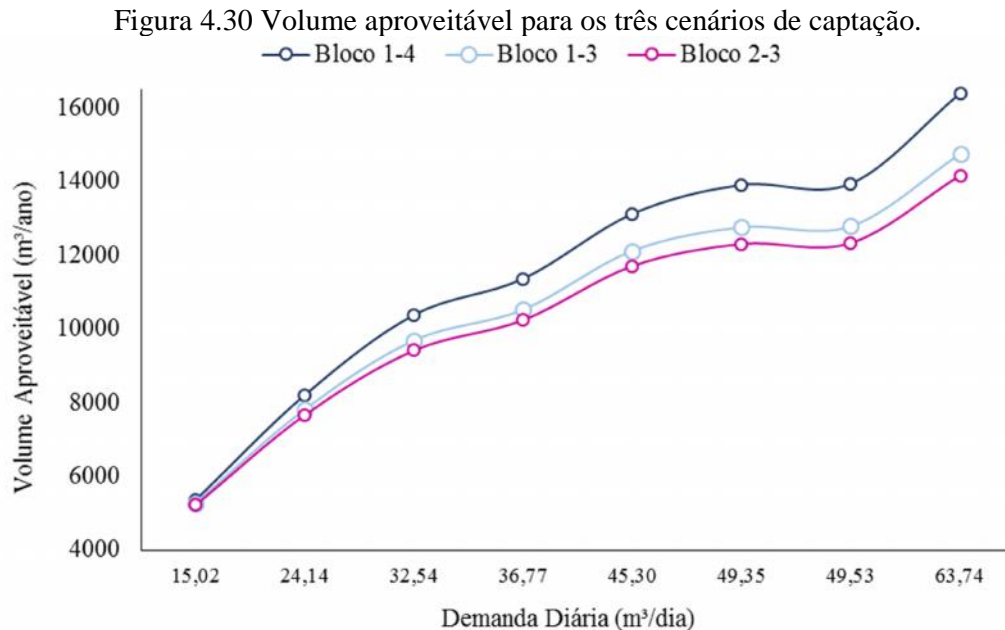
Figura 4.29 Relação entre as E_a , E_h , demandas e tempos de amortização para diferentes volumes de reservatório e área de captação Blocos 2-3, com desconto na tarifa da água.



A diferença no potencial de aproveitamento de água, entre o reservatório existente e o reservatório de 5.000 m³ é de aproximadamente 2.400 m³ anuais, para uma demanda de 32,54m³/dia, o que corresponde à demanda para usos não potáveis para o ano 2018. Igualmente, para a demanda dos usos não potáveis no final do consumo projetado, pode-se atingir até 68% da água requerida.

4.4.2.4. Comparação dos cenários

Dado que a eficiência de aproveitamento entre os diferentes volumes de reservatório analisados não apresenta um aumento significativo, em relação com o volume de reservatório disponível atualmente no HU, a Figura 4.30 apresenta a comparação entre os três cenários de captação considerados para as demandas diárias avaliadas com um reservatório de 40 m³.



Pode-se observar que, para as demandas para usos totais ou superiores aos usos não potáveis totais, ou seja, usos que incluem demanda de água potável, a implantação do SAAP torna-se inviável. Isto devido a que o custo de tratamento para potabilizar a água é superior ao custo da água da rede pública com o desconto estabelecido pela SAAE para o HU.

Deste modo, a diferença máxima de água aproveitável entre os três cenários de captação é de 1.153 m³ e 1.606 m³ anuais, com respeito ao cenário máximo de captação (4 blocos). No entanto, como foi mostrado anteriormente, o Bloco 4 encontra-se 2 m abaixo do nível dos Blocos 2 e 3, pelo que sua captação implica em obras de infraestrutura maiores e

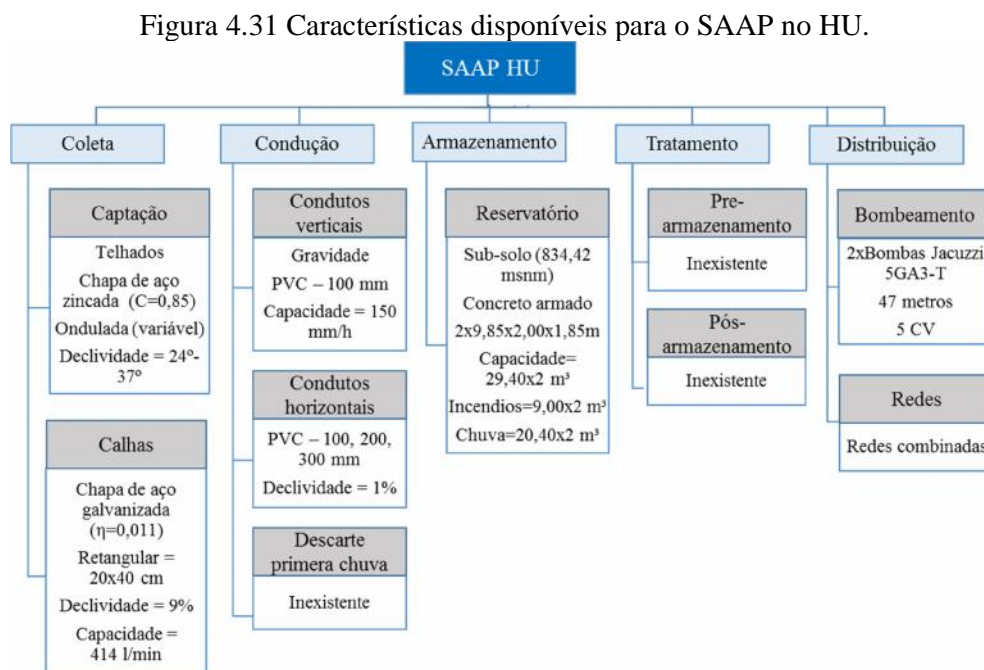
consideradas tecnicamente inviáveis para o projeto, tais como um sistema de bombeamento e armazenamento adicionais para a captação deste bloco e condução até o reservatório existente.

As captações nos cenários dos Blocos 1-3 e Blocos 2-3 apresentam uma diferença máxima de volume de aproveitamento anual de 450 m³ para a demanda de usos não potáveis do máximo consumo, enquanto que para o cenário atual apresenta uma diferença de 150 m³. Atualmente o Bloco 1 acha-se fora de funcionamento e sua habilitação não ocorrerá nos próximos cinco anos, incluído o telhado, que não encontra-se instalado. A captação do Bloco 1 significa apenas 2,3% de eficiência de aproveitamento para o sistema, dadas as condições atuais da edificação, não sendo assim contemplada nas análises seguintes e, para o possível dimensionamento detalhado do SAAP para o HU, pode ser inserido como um benefício adicional para o sistema.

Por tudo isto, o cenário que foi finalmente analisado para implantação é aquele que atenderia os usos não potáveis (externos e internos), com uma captação de água de chuva dos telhados 2 e 3, ou seja, o Cenário 9.

4.5. Componentes do Sistema

A Figura 4.31 apresenta as características gerais que influenciariam na implementação de um SAAP nas instalações atuais do HU.

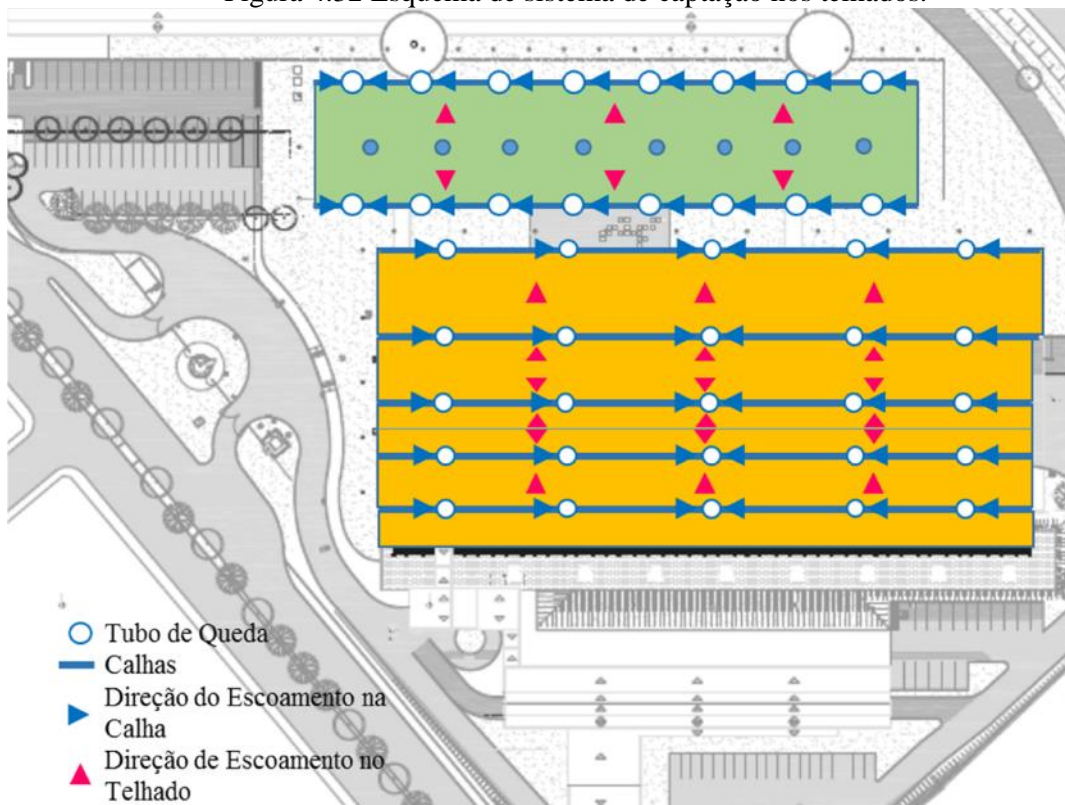


Neste capítulo foi analisado cada um dos componentes a implementar no sistema, no entanto não era objetivo deste a realização do dimensionamento detalhado. As possíveis obras a implementar para sua implantação foram esquematizadas e analisadas qualitativamente. Neste se ressaltam as características a ter em conta no projeto e os possíveis fatores de risco a considerar, assim como o controle e monitoramento sobre eles.

4.5.1. Coleta

Os blocos considerados para a captação, contam com sistema de calhas dimensionadas para drenar a água até os dutos verticais distribuídos nestas, como apresenta a Figura 4.32. Na projeção do SAAP neste trabalho foram consideradas as características atuais do telhado, nos cálculos de volume de aproveitamento. Do mesmo modo não foram projetadas modificações ou adições para o sistema de captação de águas pluviais existente atualmente, já que estas instalações foram dimensionadas cumprindo com a NBR 5.626 e NBR 10.844. No entanto, antes da implantação do sistema, é necessário realizar a inspeção dos telhados e calhas para garantir que estes encontrem-se em bom estado, sem corrosão e a água escorra livremente até os pontos de coleta.

Figura 4.32 Esquema de sistema de captação nos telhados.



- *Riscos a ser gerenciados*

A manutenção dos telhados e calhas é fundamental para a proteção da qualidade da água escoada, por isto são feitas as seguintes recomendações, segundo DHV (2013).

- Embora o HU não apresente árvores e vegetação considerável perto dos telhados, é necessária a instalação de grades na entrada dos ductos verticais para evitar o ingresso de material vegetal no sistema, reduzindo a quantidade de detritos que ingressem no armazenamento.

- É necessária a realização de atividades de inspeção e monitoramento nas calhas e nos telhados para evitar a acumulação de material vegetal e garantir o escoamento contínuo e rápido das águas, evitando estancamentos de água que possam levar ao crescimento de algas e a proliferação de vetores.

- No caso de realização de limpezas dos telhados com produtos químicos, estes devem ser cuidadosamente selecionados para garantir que estes não representem um risco para a saúde humana ou o meio ambiente.

- Se chegam a ser realizados processos industriais no interior do HU com evacuação de gases no telhado, é preciso excluir as áreas do telhado afetadas por estas emissões para a captação de água de chuva.

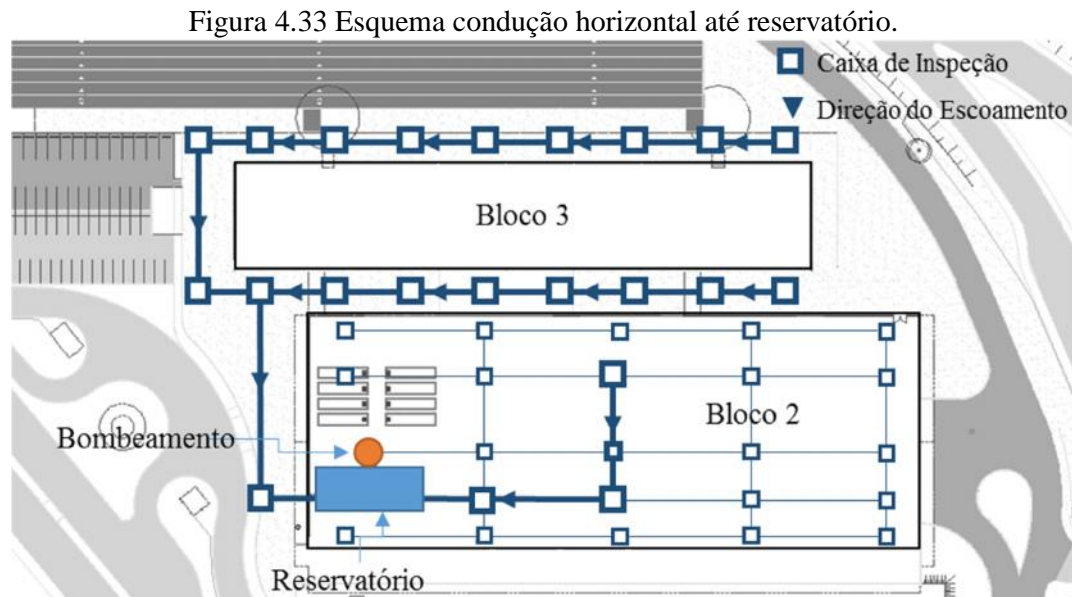
- No caso de existir nichos de aves, estas devem ser removidas ou trasladadas para evitar a presença ou aumento de fezes na água coletada.

4.5.2. Condução

Não é necessária a projeção de novas redes de condução verticais, já que podem ser utilizadas as conexões existentes e o drenagem atual, no entanto devem ser feitas algumas modificações na condução horizontal para a entrega da água no reservatório previsto para seu armazenamento e tratamento.

O Bloco 3 conta com redes e caixas de inspeção independentes, onde são coletadas a totalidade de conduções verticais provenientes do telhado e são conectadas até uma caixa maior, de onde são encaminhadas até a rede pública de drenagem. Por esta razão pode-se

prever a interceptação desta água e desviá-la até o reservatório previsto, de maneira geral, como apresenta a Figura 4.33.



As redes horizontais do Bloco 2 encontram-se ligadas mediante caixas que recebem água de lavagem de pisos do solo técnico, por esta razão é necessário evitar a mistura destas águas para não produzir uma piora na qualidade da água coletada. Pode-se prever a interceptação da água de chuva antes de chegar ao chão, e ser encaminhadas até reservatório, ou bloqueio do ingresso das águas de lavagem, já que o processo de lavagem é quase nulo e as instalações podem facilitar a disposição de novos pontos de coleta.

- *First-Flush*

Para efeitos deste trabalho, dada a quantidade de água que implica o descarte de primeiras águas nos telhados do HU para cada evento de precipitação, não foi considerada sua implantação no SAAP. Considerando o descarte de 1 mm de precipitação por evento, a perda de volume seria de aproximadamente 1.500 m³ anuais, considerando que a água vai ser submetida a um processo de tratamento para seu uso interno. No entanto, a implantação definitiva deste sistema só poderá ser definida com as análises de qualidade da água.

4.5.3. Armazenamento

Como foi mencionado anteriormente, a proposta adotada prevê o uso do reservatório já existente na edificação. Este é em concreto armado e atualmente cumpre as funções de reservatório de água potável do HU, por esta razão cumpre os requerimentos mínimos para

armazenamento de água desta qualidade, atingindo a NBR 12.217 como estipula a NBR 15.527 (ABNT, 2007).

O reservatório conta com uma entrada direita de água da rede pública, a qual deve ser desligada para o armazenamento de água de chuva, já que existem reservatórios adicionais de água potável que atenderiam a demanda dos usos não potáveis em caso de desabastecimento do SAAP.

- *Riscos a serem gerenciados no armazenamento*

Existem alguns riscos associados ao armazenamento de água de chuva, o Quadro 4.4 apresenta exemplos destes, seu possível controle e monitoramento.

Quadro 4.4 Exemplo de riscos, controles e monitoramentos para armazenamento.

Risco	Controle	Monitoramento
Crescimento excessivo de Legionella.	Os níveis de Legionella devem ser mantidos baixos em situações em que as pessoas possam ficar expostas a água, como o caso do Espelho d'água. Manter a temperatura da água no reservatório abaixo de 25°C (alvo abaixo de 20°C) ou mantenha um residual de cloro permanente. Impedir situações em que as pessoas possam ficar expostas a aerossóis de água infectada.	Verificação regular, de resíduos ou temperaturas desinfetantes, inclusive em pontos de abastecimento de água representativos dos tempos de residência mais longos e temperaturas mais altas.
Crescimento de algas, mosquitos ou contaminação por excremento de aves e animais em tanques abertos.	Os reservatório é totalmente fechado a prova de luz e coberto. Encontra-se no subsolo técnico, o qual se tem acesso restrito. As entradas da água deveram ser protegidas com instalação de grades e telas para remoção de detritos, que atendam à NBR12.213.	Verificação regular das condições físicas do reservatório.
Entupimentos	Manter o volume e o fluxo constante de água dentro do armazenamento e da rede. Assim, devem garantir-se a qualidade da água no reservatório e no ponto de uso final.	Verificação regular de registros de volume de água utilizada e volume de água produzida. Teste regular da qualidade da água para confirmar que a água permanece apta para uso em relação ao odor, aparência e residual desinfetante.

Fonte: baseado em DHV (2013)

A manutenção do reservatório deve ser feita periodicamente e garantindo que as características exigidas pela normativa sejam atingidas, para proteção da qualidade e quantidade da água armazenada. Por isto são feitas as recomendações do Quadro 4.5, segundo DoH Victoria (2009) e à NBR 15.527 (ABNT, 2007).

Quadro 4.5 Inspeção e manutenção de reservatório.

Frequência indicativa	Inspeção e critérios	Ação de manutenção (quando necessário)
Trimestral	Verificar se as capas de acesso ao reservatório acham-se fechadas.	Proteja as capas de acesso aberto para evitar o risco de entrada.
	Verificar que os dispositivos na entrada, transbordos e outras aberturas não têm furos e estão seguradas firmemente.	Reparar telas defeituosas para evitar os mosquitos
	Inspeccionar o reservatório da presença de ratos, aves, rãs, lagartos ou outros animais.	Remova infestações, identifique o ponto de entrada e feche usando uma malha com furos não maiores que 2 cm de diâmetro.
Todo ano	Inspeccionar a presença de larvas de mosquitos.	Identificar o ponto de entrada e fechar com malha à prova de insetos com furos não maiores que 1,6 mm de diâmetro.
	Drenar, limpar e verificar a condição das paredes do reservatório para garantir que não tenham surgido orifícios devido à deterioração	O reservatório deve ser limpo e desinfetado com solução de hipoclorito de sódio, de acordo com a NBR5626.
	Verifique os níveis de sedimento no tanque.	Reparar os defeitos do tanque Remover o sedimento acumulado se os níveis ameaçam bloquear as saídas ou se estiverem afetando a qualidade da água.
A cada 3 anos	Realizar uma revisão sistemática do controle operacional dos riscos para o sistema.	Identificar o motivo de qualquer problema identificado e tomar medidas para evitar falhas no futuro.
Após 10 anos e depois a cada 5 anos	Monitorar os níveis de cobre e zinco do solo	Parar a irrigação do telhado se os níveis exceder os critérios

Fonte: baseado em DoH Victoria (2009) e ABNT (2007)

4.5.4. Tratamento

A água nos hospitais, tem os requerimentos habituais de qualidade na maioria dos usuários. No entanto, como foi mencionado no capítulo 2.6, existem alguns pacientes que têm

requerimentos adicionais de qualidade, como instalações de cuidados intensivos ou críticos, salas de câncer, de transplantes e renais, e em geral, pacientes imunocomprometidos e com riscos de doenças transmitidas pela água por meio do consumo, inalação ou ingestão (OMS, 2010). No caso do HU, existe um área de pacientes imunocomprometidos, onde a água utilizada é potável e passa por tratamentos adicionais antes de seu consumo, por esta razão não são considerados usuários do SAAP deste trabalho. No entanto, é necessário que esta situação seja analisada no projeto detalhado do sistema, para sua futura implantação.

A qualidade da água de escoamento superficial precisa ser cuidadosamente avaliada, para identificar as cargas poluidoras e determinar se o tratamento é necessário e qual seria o regime adequado. No caso de ser requerido um tratamento extensivo, o HU deve avaliar sua capacidade de garantir o gerenciamento eficaz dos processos de tratamento, considerando os riscos que implica para a saúde dos usuários.

Dado que para este trabalho não foram realizadas análises de qualidade da água, para a seleção de um tratamento, foram considerados as sugestões de tratamento feitas no Quadro 2.8 por Kloss (2008), onde considera para usos internos não potáveis da água a implementação de filtração e desinfecção com cloro, para garantir os parâmetros exigidos pela NBR 15.527 (Quadro 2.7).

- *Riscos a serem gerenciados no tratamento*

Embora os sistemas de tratamento de águas de chuva são geralmente efetivos, podem existir falhas que carregam uma série de riscos que devem ser considerados, controlados e monitorados. No caso do HU os aplicáveis são apresentados no Quadro 4.6.

Quadro 4.6 Exemplo de riscos, controles e monitoramentos para sistemas de tratamento de água.

Risco	Controle	Monitoramento
Os processos e tecnologias de tratamento selecionados e implementados não são adequados e não alcança a qualidade requerida.	Identificação inicial dos parâmetros da qualidade da água escoada nos telhados, e sua variabilidade no tempo e no espaço. Estabelecer parâmetros de qualidade final da água para seus usos não potáveis. Selecione tecnologias confiáveis e comprovadas com um bom histórico de tratamento de água de qualidade similar e usos finais semelhantes. Sistema deve ser dimensionado e projetado	Verificação das especificações dos equipamentos implementados de acordo com especificações.

Risco	Controle	Monitoramento
	por especialistas na área. Procurar garantias de desempenho dos sistemas em relação ao desempenho dos sistemas na situação específica.	
Os processos e tecnologias de tratamento selecionados não foram instalados adequadamente e não alcança a qualidade requerida.	Os componentes do sistema devem ser instalados e programados segundo a qualidade a ser atingida. Incluindo testes após da instalação de seu adequado funcionamento. Usar serviços de especialistas em tratamento de água para ajudar na instalação e na programação. Procure garantias de desempenho dos prestadores de serviços após da instalação. Comprovar o funcionamento individual das tecnologias e produtos químicos a implantar antes da seleção do tratamento.	Execute testes de qualidade da água após do tratamento para provar que a água tratada atende os parâmetros desejados. Execute a validação e teste das unidades do processo de tratamento individual para comprovar sua capacidade para atingir a qualidade da água requerida.
A estação de tratamento não é operada e mantida adequadamente e não reduz os contaminantes necessários.	Usar os serviços de especialistas em tratamento de água para desenvolver o manual de operação e manutenção. Usar, no possível, sistemas de gerenciamento e manutenção computadorizados. Procure garantias de desempenho a longo prazo dos prestadores de serviços em relação ao desempenho da planta na situação específica.	Realize testes de verificação da qualidade final da água após do sistema de tratamento, para provar que a água tratada atingi os parâmetros de qualidade requeridos. Registre todas as atividades operacionais e de manutenção. Realize a verificação e calibração dos instrumentos utilizados para controlar os sistemas de tratamento periodicamente, de acordo a manual de operação e manutenção.
O processo de tratamento é ignorado e não é usada para tratar a água.	Evite instalações que permitam o fornecimento de água sem tratamento, como by-passes. Marque e bloqueie todas as válvulas de derivação para evitar que ocorram by-passes acidentais.	Incluir no processo de manutenção a verificação dos controles de derivação.
Falhas em geral	Use os princípios do dimensionamento seguro, na medida do possível. Implementação de sistemas de controle e bloqueios. Escolha de mais falhas em relação a tecnologias menos confiáveis.	Realizar vigilância constante da qualidade da água depois do tratamento.

Fonte: baseado em DoH Victoria (2009)

Do mesmo modo, para garantir a qualidade da água exigida pela normativa nacional é necessária a realização de testes na água tratada mensalmente, e tomar medidas corretivas no caso de alguma discordância com a qualidade requerida.

4.5.5. Distribuição

O sistema de abastecimento atual no HU é realizado por meio de uma rede predial única de água, por este motivo é necessária a instalação de uma rede paralela para o fornecimento de água não potável para usos internos, bacias sanitárias e mictórios, atendendo às mesmas especificações das instalações prediais de água potável. Para garantir o fornecimento de água no tempo de pouca precipitação, é necessária a instalação de uma entrada de água potável no reservatório de água de chuva. Por esta razão é importante a instalação de dispositivos de prevenção ao refluxo que evitem que a água de chuva ingresse no sistema de água potável.

As tubulações e demais componentes do SAAP devem ser claramente diferenciados das tubulações de água potável. Embora as únicas torneiras fornecidas com água não potável do sistema sejam de uso exclusivo para pessoal técnico, os pontos de consumo devem contar com placas de advertência com a inscrição “Água não Potável” e identificação gráfica, como estabelece a NBR 15.527.

4.5.5.1. Bombeamento

O sistema de bombeamento utilizado atualmente, que contém duas bombas de pressurização operacionais, será o implementado para a distribuição da água para usos não potáveis. Este sistema só poderá ser programado com a modelação da rede de distribuição. É necessário conhecer o funcionamento integral do sistema para assim garantir a pressão e vazão a ser atingida.

- Riscos a serem gerenciados na distribuição

Embora possa ser simples de evitar, o principal risco associado às redes prediais de distribuição são as conexões cruzadas entre a água potável e a água de aproveitamento e suas consequências são significativas. Portanto, é de muita importância o controle para evitar a ocorrência deste problema. Para conseguir isso, DHV (2013) faz as seguintes recomendações, para incorporar no sistema de distribuição:

- Sempre que seja possível, a distribuição de águas pluviais deve ser operado a uma pressão menor que o sistema de água potável.
- A instalação de dispositivos de prevenção ao refluxo testável.
- Os tubos subterrâneos e acima do solo em um sistema de distribuição de águas pluviais devem ser codificados por cores (por exemplo, roxo). O topo de cada duto subterrâneo deve ser identificação, avisando que contém água de aproveitamento de chuva e não é adequada para consumo.
- Válvulas de descarga nas gavetas devem ser instaladas para permitir a descarga periódica para a limpeza do sistema. As conexões cruzadas devem ser inspecionadas durante a instalação.

4.6. Análise Financeira

Para determinar a viabilidade financeira do projeto é necessário fazer uma análise financeira mediante a aplicação dos conceitos de VPL e TIR. Assim foram definidos os requerimentos necessários para realizar estes cálculos.

4.6.1. Orçamento

O investimento inicial corresponde ao orçamento de construção, que inclui materiais, equipamentos e mão de obra necessários para a implantação do SAAP. De acordo com os componentes selecionados durante os processos anteriores, para o cenário ótimo de demanda e oferta, avaliaram-se os itens mais relevantes neste projeto e de forma estimativa, a Tabela 4.10 apresenta o orçamento de obra, em base nas relações de preços usadas pelo HU, os quais são obtidos dos listados de preços do SINAPI em janeiro de 2017.

Tabela 4.10 Orçamento de SAAP para HU.

ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	CUSTO TOTAL
1	REDES DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO	
A	Serviços Preliminares	
A.1	Instalações Preliminares	R\$ 93
B	Demolições E Remoções	
B.1	Demolições	R\$ 1.162
B.2	Escavações	R\$ 6.054
B.3	Transporte	R\$ 335

ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	CUSTO TOTAL
C	Instalações Hidrosanitárias	
C.1	Tubos e Conexões de PVC Tipo Esgoto para Águas Pluviais	R\$ 5.673
C.2	Caixas	R\$ 1.116
SUB-TOTAL REDES DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO		R\$ 14.433
2	REDES DE DISTRIBUIÇÃO	
A	Serviços Preliminares	
A.1	Instalações Preliminares	R\$ 2.790
B	Demolições E Remoções	
B.1	Demolições	R\$ 9.584
B.3	Transporte	R\$ 724
C	Instalações Hidrosanitárias	
C.2	Tubos e Conexões de PVC Rígido Soldável Para Água Fria	R\$ 25.350
D	Revestimentos De Piso	
D.1	Contrapiso	R\$ 11.650
D.2	Concreto	R\$ 19.134
D.3	Porcelanato	R\$ 25.569
SUB-TOTAL REDES DE DISTRIBUIÇÃO		R\$ 94.801
3	PLANTA DE TRATAMENTO	
E	Câmara – Estação	
E.1	Concreto	R\$ 12.729
F	Equipamentos	
F.1	Fornecimento E Instalação	R\$ 3.584
SUB-TOTAL PLANTA DE TRATAMENTO		R\$ 16.314
TOTAL DA OBRA		R\$ 125.548
BDI (26.24%)		R\$ 32.944
TOTAL DA OBRA COM BDI		R\$ 158.492

Nota: No APÊNDICE 7 encontram-se os itens do SINAPI e quantidades consideradas.

Em consequência, o custo estimado de implantação do SAAP foi de R\$ 158.500 (50.000 USD) no ano 2017. Este reflete o investimento inicial para a implantação do SAAP contemplado neste trabalho para o HU, para abastecer os usos não potáveis, manutenção de espelho d'água, fornecimento em bacias sanitárias e mictórios. O volume máximo aproveitável é de 12.304 m³ de águas pluviais, captadas a traves dos telhados dos Blocos 2 e 3 da edificação.

4.6.2. Fluxo de Caixa

Para a análise do Fluxo de Caixa foi necessário determinar o custo de operação de manutenção anuais do SAAP (saídas) e o custo da água economizada da rede pública (entradas).

- *Entradas*

As entradas correspondem ao volume de água que vai ser abastecida pelo SAAP, pelo qual anualmente não vão ser pagos à empresa prestadora dos serviços públicos. As faixas de tarifas estabelecidas pelo SAAE para usuários comerciais ou institucionais são apresentadas na Tabela 4.11. No entanto, o HU tem um desconto especial de 80%, dado o alto consumo de água e a finalidade da instituição. De este modo foram avaliadas as duas situações para medir os benefícios econômicos do projeto: 100% e 20% da tarifa.

Tabela 4.11 Tarifas de água para consumidores comerciais em São Carlos.

Classe de Consumo	Faixas de custo (m³)			R\$/m³	R\$/m³ com desconto*
Institucional	0	-	10	R\$ 3,40	R\$ 0,68
	11	-	15	R\$ 5,48	R\$ 1,10
	16	-	25	R\$ 8,13	R\$ 1,63
	26	-	40	R\$ 11,33	R\$ 2,27
	41	-	60	R\$ 13,12	R\$ 2,62
	61	-	100	R\$ 15,31	R\$ 3,06
			>101	R\$ 18,05	R\$ 3,61

*20% da tarifa vigente.

Fonte: SAAE Tarifas vigência 2017.

A Tabela 4.12 apresenta estes valores para os volumes de água para usos não potáveis de cada prazo projetado. Os custos para o ano 2018 e o final do período de uso foram calculados com a tarifa atual, no entanto a análise anual detalhada com taxa de inflação e desconto será feita mais para frente.

Tabela 4.12 Economia anual gerada com a implantação do SAAP para os diferentes prazos de consumo.

Prazo de Consumo	Demanda (m³/dia)	Volume (m³)	Água Pública
Atual	24,14	7.660	R\$ 27.652
2018	32,54	9.409	R\$ 33.966
Final	49,35	12.304	R\$ 44.417

- *Saídas*

Este valor corresponde aos custos relacionados com operação e manutenção dos componentes do sistema, incluindo o custo do tratamento da água de chuva abastecida. No entanto, os processos de manutenção do reservatório, telhados e calhas são os mesmos que realiza com o sistema atual, por tudo isto os custos considerados foram de tratamento da água e manutenção das redes de distribuição para usos não potáveis, como apresenta a Tabela 4.13. Os custos para o ano 2018 e o final do período de uso foram calculados com a tarifa atual, no entanto a análise anual detalhada com taxa de inflação e desconto será feito mais para frente.

Tabela 4.13 Custo estimado de Operação e Manutenção para os diferentes prazos de consumo.

Prazo de Consumo	Tratamento da água	Manutenção Redes/5 anos	Custo Total Anual
	R\$ 1,93/m ³ *	R\$ 0,90/ml*	
Atual	R\$ 14.780	R\$ 2.707	R\$ 15.322
2018	R\$ 18.156	R\$ 2.707	R\$ 18.697
Final	R\$ 23.742	R\$ 2.707	R\$ 24.283

Nota: custos estimados por Tomaz (2010) e atualizados com a taxa de inflação anual até 2017.

Para determinar o fluxo de caixa anual se aplicou um incremento linear de 6%, de acordo com as considerações explicadas no item 3.6. Da mesma forma, foi calculado o VPL, a TIR do projeto, para um período de 20 anos. Deste modo, a Tabela 4.14 apresenta os resultados deste cálculo, considerando o aumento na demanda e aproveitamento no segundo ano, com as ampliações previstas para os anos 2018 e 2025 (ano 9), com o volume aproveitável no final do uso do HU, contemplando a finalização das obras de ampliação.

Tabela 4.14 Indicadores financeiros para Implantação do SAAP no HU.

Ano	Saídas	Entradas	Fluxo de Caixa
0	R\$ 158.492		-R\$ 158.492
1	R\$ 16.241	R\$ 29.311	R\$ 13.070
2	R\$ 21.008	R\$ 38.164	R\$ 17.157
3	R\$ 22.268	R\$ 40.454	R\$ 18.186
4	R\$ 23.604	R\$ 42.882	R\$ 19.277
5	R\$ 25.021	R\$ 45.454	R\$ 20.434
6	R\$ 26.522	R\$ 48.182	R\$ 21.660
7	R\$ 28.113	R\$ 51.073	R\$ 22.959
8	R\$ 29.800	R\$ 54.137	R\$ 24.337
9	R\$ 41.026	R\$ 75.203	R\$ 34.177
10	R\$ 43.488	R\$ 79.715	R\$ 36.227
11	R\$ 46.097	R\$ 84.498	R\$ 38.401

Ano	Saídas	Entradas	Fluxo de Caixa
12	R\$ 48.863	R\$ 89.568	R\$ 40.705
13	R\$ 51.794	R\$ 94.942	R\$ 43.147
14	R\$ 54.902	R\$ 100.638	R\$ 45.736
15	R\$ 58.196	R\$ 106.677	R\$ 48.480
16	R\$ 61.688	R\$ 113.077	R\$ 51.389
17	R\$ 65.389	R\$ 119.862	R\$ 54.473
18	R\$ 69.313	R\$ 127.053	R\$ 57.741
19	R\$ 73.471	R\$ 134.677	R\$ 61.205
20	R\$ 77.880	R\$ 142.757	R\$ 64.878
		VPL	R\$ 203.473
		TIR	15%

Inicialmente, pode-se observar que os indicadores financeiros apresentam uma viabilidade financeira para a implantação do SAAP com a tarifa de desconto que paga atualmente o HU. O período de retorno do investimento é de um pouco menos de 10 anos. Além da rentabilidade financeira é importante considerar o impacto em economia da água que o projeto representa para o ambiente. Assim, se 10 anos é um tempo longo para o retorno do investimento inicial, pode ser considerado aceitável desde um enfoque de sustentabilidade.

Dado que o desconto dado pela SAAE na tarifa de pago é possível que não seja mantida no tempo, foram analisados na Tabela 4.15 os indicadores financeiros do projeto com a tarifa completa de custo da água.

Tabela 4.15 Indicadores financeiros para Implantação do SAAP no HU sem desconto na tarifa de água.

Ano	Saídas	Entradas	Fluxo de Caixa
0	R\$ 158.492		-R\$ 158.492
1	R\$ 16.241	R\$ 146.554	R\$ 130.313
2	R\$ 21.008	R\$ 190.822	R\$ 169.814
3	R\$ 22.268	R\$ 202.272	R\$ 180.003
4	R\$ 23.604	R\$ 214.408	R\$ 190.804
5	R\$ 25.021	R\$ 227.272	R\$ 202.252
6	R\$ 26.522	R\$ 240.909	R\$ 214.387
7	R\$ 28.113	R\$ 255.363	R\$ 227.250
8	R\$ 29.800	R\$ 270.685	R\$ 240.885
9	R\$ 41.026	R\$ 376.014	R\$ 334.988
10	R\$ 43.488	R\$ 398.574	R\$ 355.087
11	R\$ 46.097	R\$ 422.489	R\$ 376.392

Ano	Saídas	Entradas	Fluxo de Caixa
12	R\$ 48.863	R\$ 447.838	R\$ 398.976
13	R\$ 51.794	R\$ 474.709	R\$ 422.914
14	R\$ 54.902	R\$ 503.191	R\$ 448.289
15	R\$ 58.196	R\$ 533.383	R\$ 475.186
16	R\$ 61.688	R\$ 565.385	R\$ 503.698
17	R\$ 65.389	R\$ 599.309	R\$ 533.919
18	R\$ 69.313	R\$ 635.267	R\$ 565.955
19	R\$ 73.471	R\$ 673.383	R\$ 599.912
20	R\$ 77.880	R\$ 713.786	R\$ 635.907
		VPL	R\$ 3.401.729
		TIR	98%

Nesta análise, é visto de maneira muito mais rentável o projeto, já que a tarifa de água regular, paga por instituições deste tipo é aproximadamente R\$15 reais por metro cúbico. Assim, pode observar que o retorno do investimento inicial ocorre em menos de 2 anos desde a implantação do sistema.

4.7. Estimativa da Economia da Água com SAAP em Relação com Programas de Uso Racional da Água

Como é mencionado na maioria das guias que procuram a construção e operação de estabelecimentos de saúde mais sustentáveis, a primeira ação considerada para um bom gerenciamento da água, consiste na diminuição do uso desta, mediante estratégias de conservação. Neste ponto, foi analisado o potencial de economia da água no HU mediante a implantação de algumas ações de conservação.

A redução do consumo em banheiros foi analisado com a substituição dos aparelhos sanitários instalados com os apresentados no Quadro 4.7, (APÊNDICE 9). As caixas para bacias sanitárias permanecem iguais porque atualmente já implementam uma linha econômica.

Quadro 4.7 Especificações Equipamentos Sanitários Economizadores.

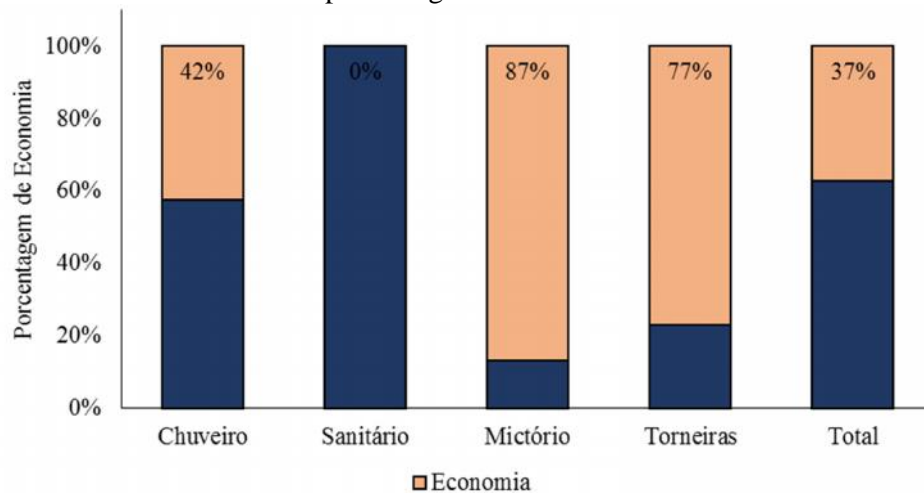
	REF./Marca	Vazão
Válvula Chuveiro	Ref. 1418-AV-BIO	15 L/min
Torneira de Banca	Ref.: 1180BIOPRESS	6 L/min
Válvula de Descarga para Mictório	Ref. 1417-AV-BIO	0,8 L/acionamento
Caixa de Descarga Sanitário	ECOLINE/Montana	6.8 L//acionamento

Nota: estes produtos podem ser substituídos por produtos equivalentes.

Fonte: Catálogos dos fabricantes (ANEXO 3).

Deste modo, a Figura 4.34 apresenta a economia em porcentagem que gera a substituição de aparelhos existentes com economizadores, sendo proporcional para cada prazo analisado.

Figura 4.34 Relação de consumo com aparelhos existentes e potencial de economia de água em porcentagem em banheiros.



Nota: o valor de cada coluna indica a porcentagem de economia.

Como pode-se observar, para o consumo atual a implantação de aparelhos com novas especificações, de menor consumo de água, representam uma economia de 37% do consumo total dos banheiros. Note-se que, este valor encontra-se abaixo dos 47% de economia prevista por Gleick *et al.* (2003), na Tabela 3.2. Esta diferença de 10% pode ser atribuída ao fato de que a economia proveniente das bacias sanitárias não foi considerada, uma vez que as instalações existentes já são do tipo econômico.

A Tabela 4.16 apresenta os volumes de água anuais economizados de acordo ao potencial médio propostos por Gleick *et al.* (2003), para cada prazo de consumo analisado.

Tabela 4.16 Potencial de conservação de água para cada prazo de consumo.

Uso Final	Potencial de Conservação		
	Médio (m ³ /ano)		
	Atual	2018	Final
Banheiros	2.354	6.208	16.238
Processos	1.346	2.448	6.103
Cozinha	671	3.012	12.410
Total	4.372	11.669	34.751

Dado que não foi possível estabelecer os consumos dos processos hospitalares no presente caso, o estudo usado como referência pode ajudar a fazer uma estimativa do potencial de economia; no entanto, é importante notar que esse análises foi feito em 2003 nos Estados Unidos e pode ser impreciso em relação à tecnologia existente no ano de construção do HU (2007) no Brasil.

Do mesmo modo, na Tabela 4.17, pode-se visualizar as medias de evaporação calculadas de um período de dados, entre 1970 e 2016, e o cálculo do volume de reposição de água no espelho d'água, em relação a sua área (1.464 m²), considerando estes valores como o consumo externo da edificação.

Tabela 4.17 Evaporação média mensal e volume de reposição de água no espelho d'água.

	Evaporação	Reposição	Reposição
	mm	m ³ /mês	m ³ /dia
Janeiro	95,38	139,64	4,50
Fevereiro	93,77	137,28	4,90
Março	102,01	149,35	4,82
Abril	101,03	147,91	4,93
Mai	101,55	148,67	4,80
Junho	103,42	151,41	5,05
Julho	130,90	191,64	6,18
Agosto	168,13	246,15	7,94
Setembro	164,76	241,22	8,04
Outubro	152,71	223,57	7,21
Novembro	126,75	185,56	6,19
Dezembro	102,56	150,14	4,84

Assim, foi calculada uma média diária de 5,78 m³/dia, o que ainda representa uma quantidade considerável de água. A precipitação média diária não foi considerada como margem de erro para o cálculo de reposição da água no espelho d'água.

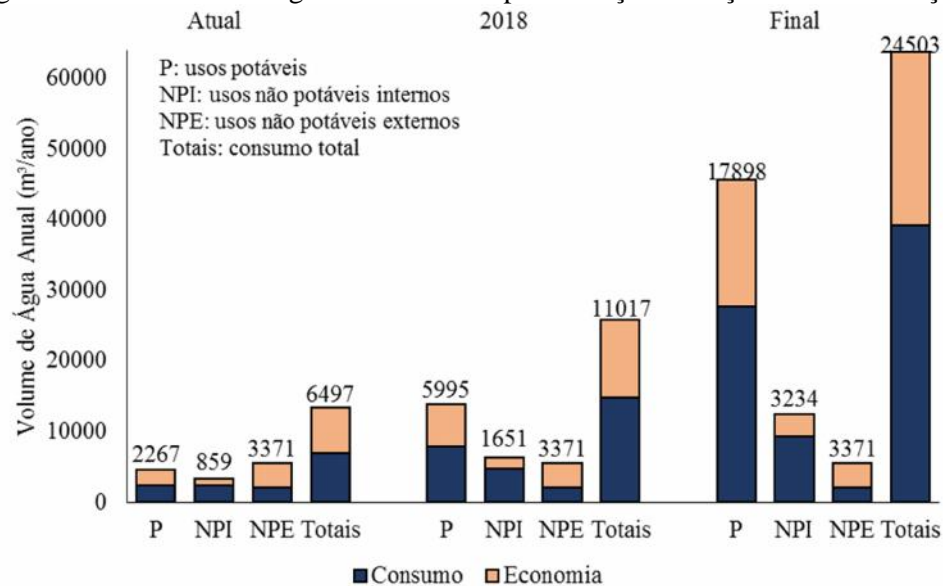
Deste modo, foram combinados os cálculos feitos com a substituição de aparelhos sanitários, potencial de economia nos processos hospitalares e cozinha, segundo dados do estudo de Gleick *et al.* (2003), e a otimização de usos externos feita com os dados de evaporação, para obter o máximo de economia da água por uso, como apresenta a Tabela 4.18.

Tabela 4.18 Potencial de economia de água anual por uso final.

Uso Final	Volume de Economia (m ³ /ano)		
	Atual	2018	Final
Cozinha	168	753	3.103
Banheiros	1.647	4.509	12.088
Processos	1.311	2.384	5.942
Espelho d'água	3.371	3.371	3.371
Total	6.497	11.017	24.503

No entanto, para ser um pouco conservadores no cálculo de potencial de economia de água, considerando a falta de informação em relação às tecnologias implantadas para processos no HU e o consumo atual da cozinha que não prepara refeições em sua totalidade, também foi analisado o potencial de economia da água conseguido com a mudança de aparelhos sanitários e a otimização dos usos externos, apresentados na Figura 4.35.

Figura 4.35 Consumo de água anual com implementação das ações de conservação.



Nota: o valor em cada coluna indica o volume de água economizada.

A Tabela 4.19 apresenta as porcentagens de economia de água da implementação de ações de diminuição de consumo e o potencial de economia com só a implantação do SAAP.

Tabela 4.19 Potencial de economia de água com redução de consumo ou aproveitamento em porcentagem.

Uso Final	Potencial de Economia de Água					
	Conservação			Aproveitamento		
	Atual	2018	Final	Atual	2018	Final
Cozinha	20%	20%	20%	-	-	-
Banheiros Potáveis	71%	54%	49%	-	-	-
Banheiros Não Potáveis	26%	26%	26%	87%	79%	68%
Processos	49%	49%	49%	-	-	-
Espelho d'água	61%	61%	61%	87%	79%	68%

Em termos de volume de economia anual da água, a Tabela 4.20 apresenta o potencial de conservação anual de água com as diferentes ações de gestão. Como pode-se ver, o potencial de economia com diminuição de consumo de água, atualmente representa uma economia menor que com a implantação do SAAP. No entanto, nos períodos de 2018 e no final de uso, a diminuição de consumo apresenta uma maior eficiência que o SAAP; 117% e até 200% a economia de água obtida com o aproveitamento de água de chuva.

Tabela 4.20 Potencial de economia da água com redução de consumo ou aproveitamento em volume.

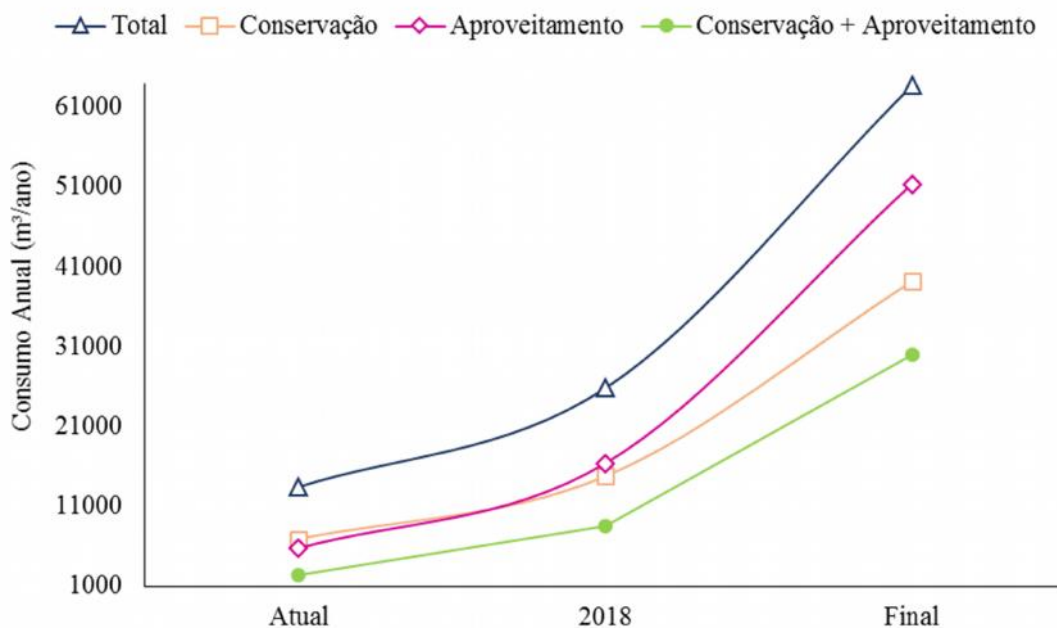
Usos Finais	Potencial de Economia de Água					
	Conservação			Aproveitamento		
	Atual	2018	Final	Atual	2018	Final
Cozinha	168	753	3.103	-	-	-
Banheiros Potáveis	788	2.858	8.854	-	-	-
Banheiros Não Potáveis	859	1.651	3.234	2.893	5.066	8.558
Processos	1.311	2.384	5.942	-	-	-
Espelho d'água	3.371	3.371	3.371	4.767	4.343	3.746
Total	6.497	11.017	24.503	7.660	9.409	12.304

Igualmente, foi avaliada a economia de água com a implementação das duas ações de conservação, diminuição do consumo e aproveitamento de águas pluviais. Deste modo, a

Figura 4.36 apresenta o consumo anual de água potável em cada situação analisada, o consumo sem conservação, o consumo de água potável com a economia da água de chuva aproveitável, o consumo com a diminuição da demanda e, por último, a diminuição de consumo e aproveitamento de águas pluviais. Nesta pode ver-se que as ações de diminuição de consumo de água têm um impacto maior na conservação da água, dado que também estão inclusos os potenciais de economia no consumo da cozinha e os processos hospitalares,

enquanto que o SAAP pode atender só uma proporção dos usos não potáveis, sendo os usos potáveis os de maior demanda no HU.

Figura 4.36 Consumo de água para os diferentes cenários de conservação para cada prazo analisado.



Seguindo a linha de conservação máxima, foi analisada a implementação de ações de diminuição de consumo e aproveitamento de águas pluviais, este cenário representa uma economia de até 82% do consumo atual de água da rede pública, como apresenta a Tabela 4.21. Enquanto que no final de uso, tem um potencial de até 53% do consumo projetado.

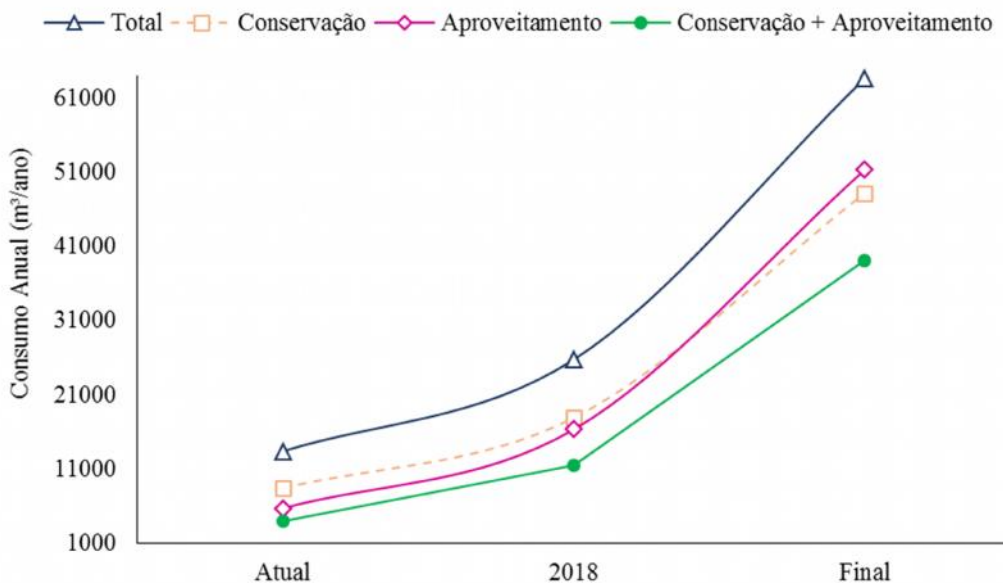
Tabela 4.21 Potencial de economia da água potável da rede pública, segundo ações a implementar, para cada prazo avaliado.

Consumo	Potencial de Economia da água potável		
	Atual	2018	Final
Total	0%	0%	0%
Conservação	48%	43%	38%
Aproveitamento	57%	36%	19%
Conservação + Aproveitamento	82%	67%	53%

Para efeitos de comparação das demandas passíveis de determinação no HU (banheiros e usos externos), a Figura 4.37 apresenta os cenários de economia sem incluir o potencial de diminuição nos consumos da cozinha e nos processos hospitalares. Deste modo pode-se ver como o aproveitamento de águas pluviais representa um maior potencial de

economia para a demanda atual e em 2018.No entanto, as ações de diminuição em banheiros e usos externos apresentam um maior impacto na conservação no final da projeção de consumo do HU.

Figura 4.37 Consumo de água para os diferentes cenários de conservação, em banheiros e externos, para cada prazo analisado.



A Tabela 4.22 apresenta o potencial de economia da água em relação ao consumo total da água atual e às projeções realizadas para o ano 2018 e para o final do projeto do HU.

Tabela 4.22 Consumo de água no HU com os diferentes cenários de conservação da água, para cada prazo analisado.

Consumo	Atual	2018	Final
Total	0%	0%	0%
Conservação	37%	31%	24%
Aproveitamento	57%	36%	19%
Conservação + Aproveitamento	71%	55%	39%

Note-se que o potencial de economia máxima com a implementação de ações de diminuição de consumo e aproveitamento de água de chuva, em banheiros e usos externos, seria de 71%, 55% e 39% , respectivamente, para a demanda atual, a demanda em 2018 e para o consumo de final de projeto.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A avaliação do aproveitamento de água pluvial em estabelecimento hospitalar, tendo como objeto o HU da UFSCar em São Carlos, permitiu determinar as condições em que um SAAP pode ser implantado e sua viabilidade em termos técnicos e financeiros, permitindo que as informações obtidas possam ser utilizadas em projetos para edificações novas e existentes, com as devidas adequações.

Na caracterização da edificação estudada, foi possível determinar condições favoráveis para a implantação de um SAAP, já que havia uma área de telhados que permite a captação e coleta de água de chuva, por meio de calhas e condutos verticais de possível interceptação. Além disso, o HU recentemente disponibilizou um reservatório, atualmente utilizado para água potável, que pode vir a ser destinado ao armazenamento de águas pluviais, pois existe um sistema adicional com um volume de reserva de dois dias da demanda futura.

Foi possível estabelecer que o HU consome aproximadamente 1.450 m³ de água mensalmente, 17.200 m³ anuais, ou 36,8 m³/dia, com um custo anual de até R\$ 310.500. A fim de determinar os usos finais da água na edificação, foi realizada uma análise completa do consumo de água atual em relação às estatísticas de uso do hospital, o que permitiu uma classificação dos usos em potáveis, não potáveis internos e não potáveis externos, sendo que 34% do consumo atual é destinado a fins internos potáveis, incluindo higiene pessoal, preparação de alimentos e equipamentos médicos. Por outro lado, os usos não potáveis, internos e externos representam 66% do consumo, destinado a abacias sanitárias, mictórios, limpeza e manutenção do espelho de água, além de eventos isolados de perdas ou problemas em equipamentos do sistema de abastecimento. Foram constatados valores de infiltração no espelho d'água de aproximadamente 7.500 m³ de água potável ao longo do ano de 2016.

Adicionalmente, dada a habilitação prevista de novas atividades no HU, com a inauguração de 54 leitos de internação adicionais em 2018, e a instalação de 310 leitos para o período final de ampliações, foi necessário realizar uma avaliação do consumo nestes períodos, sendo projetados consumos de 70,7 m³/dia para esta ampliação em 2018 e 174,4 m³/dia para o final da implantação do HU.

Os balanços hídricos mostraram que a água pluvial captada nos telhados dos quatro blocos é suficiente para abastecer a totalidade da demanda atual do HU, porém o tamanho do

reservatório é excessivo. Particularmente, os requerimentos de infraestrutura para o aproveitamento de águas pluviais concentram-se no cálculo do volume de armazenamento necessário para equilibrar as diferenças temporais entre o abastecimento e a demanda de água, devido a que estes sistemas não apresentam uma fonte constante, senão exclusivamente da oferta hidrológica da região. Deste modo, a otimização do tamanho do reservatório, dependeu da eficiência de aproveitamento de água de chuva, da eficiência de abastecimento do consumo de água e do tempo de retorno do investimento da construção de diferentes tamanhos de reservatórios. Este último depende do benefício financeiro gerado pela economia da água da rede pública, segundo as tarifas estabelecidas pelo SAAE para usuários institucionais. No decorrer da pesquisa, o HU passou a pagar somente 20% da tarifa estipulada anteriormente, mas esta situação pode não ser permanente no tempo. Por esta razão, foram avaliados os tempos de retorno do investimento tanto para 100% como para 20% da tarifa de água da rede pública.

Essa verificação permitiu estabelecer um potencial de economia de água de até 85% do total do consumo atual no HU, com a captação na totalidade dos telhados da edificação e com o reservatório disponível atualmente (40 m³). Esta economia poderia atingir 100% desta demanda, mas com um reservatório de 2.500 m³. No entanto, para os usos potáveis, mesmo que a qualidade da água de chuva cumpra as exigências de consumo, haveria custos de operação adicionais, devido aos riscos decorrentes da incerteza de que esta qualidade seja constante no tempo. Deste modo, com a tarifa reduzida (20%), o custo do atendimento de usos potáveis, associado à operação e manutenção, supera o benefício gerado pela economia da água fornecida pelo sistema público, pelo que foi considerado o atendimento somente para usos não potáveis.

Assim, a água para usos não potáveis internos e externos apresentou uma eficiência de abastecimento de 93%, 87% e 77% para cada projeção de consumo, respectivamente, no cenário máximo de disponibilidade. Mas também foram analisados os diferentes cenários de captação possíveis nos telhados do HU, o que permitiu estabelecer que, tecnicamente, a coleta de água nos Blocos 2 e 3 (os de maior cobertura) representa a melhor alternativa de abastecimento. Concluiu-se como melhor cenário o atendimento de água para usos não potáveis da edificação, com um reservatório existente de 40 m³, com a captação nas áreas dos telhados dos Blocos 2 e 3; representando uma economia de água de 70%, 66% e 58% da água para estes fins, ou seja entre 6.200 e 10.100 m³ anual de água. No entanto, se é considerado o

valor de 100% da tarifa da água da rede pública, resultam maiores razões custo/benefício e menores períodos de retorno, mesmo que fosse considerado o atendimento para usos potáveis. Portanto, deve-se considerar que os possíveis aumentos de tarifa nos próximos anos podem fazer mais atrativa a seleção de cenários que permitam maior eficiência no aproveitamento e captação da água, assim como a adoção de usos mais restritivos.

Com a análise dos requerimentos de infraestrutura para implantação deste projeto, se determinou a necessidade de obras de adequação das tubulações horizontais até o reservatório, equipamentos para cloração e filtração da água e construção de redes de distribuição para usos não potáveis. Deste modo, mesmo não tendo sido elaborado um projeto detalhado do sistema, estimou-se um custo de investimento inicial de R\$ 158.492, com um período de retorno de aproximadamente 10 anos, VPL de R\$ 203.473 e TIR de 18% em um período de 20 anos, apresentando uma conveniência e rentabilidade superior à taxa de inflação anual.

Embora seja possível falar de viabilidade na implantação do SAAP avaliado, foi importante na última etapa, a realização da análise do potencial de economia de água com ações que impliquem menores riscos e maiores facilidades de implantação, como a mudança de tecnologias comuns por tecnologias economizadoras, como é o caso dos aparelhos sanitários. Assim, foi possível estabelecer que a eficiência das ações de diminuição de consumo é de aproximadamente 37% do consumo atual, 31% do consumo em 2018 e 24% do final, enquanto a eficiência que apresenta o SAAP seria de 57%, 36% e 19% respectivamente. Em termos volumétricos, o SAAP apresenta, em relação às ações de diminuição, um potencial de economia de 2.600 e 1.500 m³ anuais, para a demanda atual e a de 2018. No entanto, para o final das projeções de consumo, a eficiência da substituição de aparelhos sanitários é superior ao SAAP em 3.154 m³ anuais.

Os resultados obtidos ao longo deste trabalho evidenciaram um alto potencial de economia da água na edificação, tanto pela resolução de problemas de vazamentos no espelho d'água, que deve ser priorizada, mas também pela facilidade de adoção de ações de conservação da água. Se fossem substituídos os aparelhos sanitários, realizado um controle de perdas da edificação e implantado o SAAP, seria possível ter uma redução de até 71% da vazão fornecida atualmente pelo sistema público de abastecimento. Este valor é reduzido para 55% e 39% nos cenários de consumo futuros, porém ainda são significativos, refletindo a necessidade de adoção de um gerenciamento estratégico da água, não só pelos benefícios

financeiros ao estabelecimento hospitalar em questão, mas também pelos benefícios que representam em termos de conservação dos recursos hídricos e de exemplo para a sociedade.

Recomendações

No desenvolvimento deste trabalho, foi considerado um procedimento típico para o dimensionamento de um SAAP em edificações; porém, como pode-se observar nas análises finais, o potencial de economia da água por meio da implementação de ações para diminuição de consumo pode representar uma ferramenta mais efetiva para uma edificação hospitalar, já que não há necessidade de processos de manutenção e monitoramento da qualidade da água constante. Por esta razão, é importante o desenvolvimento de um plano integral de conservação da água, tal como se identificou na literatura estudada, o qual deve começar com uma auditoria do consumo de água (determinar consumos por setores, monitorar a água efetivamente abastecida, consumida e perdida), seguido por atividades que promovam a diminuição de consumo e por último, a projeção de ações de aproveitamento de águas pluviais, reuso e reciclagem de águas residuais, segundo o risco que cada uma de estas representa.

Para edificações hospitalares, um dos requisitos principais para um SAAP é a qualidade da água, já que, embora não existam proibições para a sua implementação, é importante garantir rigorosamente os parâmetros da água para cada fim. Por isto, é importante realizar uma avaliação detalhada da qualidade da água de escoamento superficial nas áreas de coleta que permitam fazer uma seleção do sistema de tratamento a implementar, em relação a sua variabilidade no espaço e no tempo.

O HU forma parte do equipamento comunitário e é um elemento urbano de circulação pública relevante no espaço onde se acha construído, as iniciativas ambientais surgidas nestes cenários têm um alto impacto, tanto nas dimensões de recursos naturais, como no fortalecimento de capital social e cidadão, relevante para o desenvolvimento integral das cidades.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT (1989) *NBR 10.844. Instalações prediais de águas pluviais*. Brasil.
- ABNT (1992a) *NBR 12.213. Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público*.
- ABNT (1992b) *NBR 12.214 Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público*. Brasil.
- ABNT (1994) *NBR 12.217. Projeto de reservatórios de distribuição de água para abastecimento público*. Brasil.
- ABNT (1998) *NBR 5626. Instalação predial de água fria*. Brasil.
- ABNT (2007) *NBR 15.527. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos*. Brasil.
- Ali Wan, M. (2009) “Article information”:, *Journal of Facilities Mangement*, 7(2), p. 142–158. doi: 10.1108/09574090910954864.
- Bailly, H. (1998) *The CII ILFT saving study: final report*. California.
- Baptista, M., Nasimento, N. e Barraud, S. (2015) *Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana*. 2a ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos.
- Barbosa, C. M. S. (2005) “Análise dos parâmetros para reúso no Brasil e no mundo”, in *XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. João Pessoa.
- Barreto, D. (2001) “Avaliação de um programa de economia de água em edifício hospitalar utilizando a técnica de previsão do consumo de água”, *21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, (1), p. 1–18.
- Basinger, M., Montalto, F. e Lall, U. (2010) “A rainwater harvesting system reliability model based on nonparametric stochastic rainfall generator”, *Journal of Hydrology*. Elsevier B.V., 392(3–4), p. 105–118. doi: 10.1016/j.jhydrol.2010.07.039.
- BCB (2017) *Indicadores econômicos consolidados, Inflação Brasil - índice de preços ao consumidor (IPC)*.
- Belo Horizonte (1997) *Lei No. 7.166 de 27 de Agosto de 1996*. Brasil.
- Boelhouwer, W. P., Rexwinkel, G. e Heesink, B. (2001) “Rainwater Treatment Technology for Affordable , Quality Drinking Water”, in *10th International Rainwater Catchment Systems Conference*. Mannheim, Germany, p. 3.
- Brasil (1997) *Lei Nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997*. Brasil. Available at: <https://dre.pt/application/file/67508032>.
- Brasil (2007) *Lei No. 11.445, de 5 de janeiro de 2007*. Brasília.

Buitrago Medina, N. F. (2011) *Cuantificación y caracterización de la calidad de agua de esorrentía de techo para el prediseño de una piscina de retención en el campus de la Universidad Nacional de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Available at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4146/>.

Campisano, A., Gnecco, I., Modica, C. e Palla, A. (2013) “Designing domestic rainwater harvesting systems under different climatic regimes in Italy”, *Water Science & Technology*, 67(11), p. 2511–2518.

Campisano, A., Nie, L. M. e Li, P. Y. (2013) “Retention Performance of Domestic Rainwater Harvesting Tank under Climate Change Conditions”, *Applied Mechanics and Materials*, 438–439, p. 451–458.

Campos-Aranda, D. F. (2008) “Calibration of the Rational Method in Eight Rural Watersheds Under 1,650 Km² of the Hydrological Region No. 10 (Sinaloa), México”, *Agrociencia*, 10(6), p. 615–627.

Chang, M., McBroom, M. W. e Scott Beasley, R. (2004) “Roofing as a source of nonpoint water pollution”, *Journal of Environmental Management*, 73(4), p. 307–315. doi: 10.1016/j.jenvman.2004.06.014.

Chilton, J. C., Maidment, G. G., Marriott, D., Francis, A. e Tobias, G. (2000) “Case study of a rainwater recovery system in a commercial building with a large roof”, *Urban Water*, 1(4), p. 345–354. doi: 10.1016/s1462-0758(00)00032-7.

Chow, V. Te (1994) *Hidraulica de Canales Abiertos*. Bogotá: McGraw-Hill.

Costa Pacheco, P. R. da, Dumit Gómez, Y., Ferreira de Oliveira, I. e Girard Teixeira, L. C. (2017) “A view of the legislative scenario for rainwater harvesting in Brazil”, *Journal of Cleaner Production*, 141, p. 290–294. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.09.097.

Curitiba (2003a) *Decreto No. 791. Dispõe sobre os critérios para implantação dos mecanismos de contenção de cheias*. Brasil.

Curitiba (2003b) *Lei No. 10.785, de 18 de setembro de 2003*. Brasil.

Curitiba (2007) *Decreto No. 176. Dispõe sobre os critérios para implantação dos mecanismos de contenção de cheias*.

D’Alessandro, D., Tedesco, P., Rebecchi, A. e Capolongo, S. (2016) “Water use and water saving in Italian hospitals. A preliminary investigation”, *Ann Ist Super Sanità*, 52(1), p. 56–62. doi: 10.4415/ANN.

Daschner, F. (2012) “Substance Flow Related Water/sewage Management in European Hospitals”, *Substance Flow Related Water Management*.

DHV (2013) *Rainwater Use in Urban Communities: Guidelines for non-drinking applications in multi-residential, commercial and community facilities*. Victoria.

DID (2011) *Defining Disaster Resilience, A DFID Approach Paper*. London. doi: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/186874/10.

DoH Victoria (2009) *Guidelines for Water Reuse and Recycling in Victorian Health Care Facilities*. Melbourne.

EHA (2008) *Green Guide for Health Care*.

EPA (2011) *Combined Heat and Power Energy and Environmental Benefits*.

EPA (2012a) *Guidelines for Water Reuse*. Washington, D.C.

EPA (2012b) *Saving Water in Hospitals*.

EPA (2012c) *Types of Facilities, Types of Facilities*.

Eroksuz, E. e Rahman, A. (2010) “Rainwater tanks in multi-unit buildings: A case study for three Australian cities”, *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier B.V., 54(12), p. 1449–1452. doi: 10.1016/j.resconrec.2010.06.010.

FAO (2013) *Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en America Latina y el caribe*. Santiago, Chile.

Farreny, R., Gabarrell, X. e Rieradevall, J. (2011) “Cost-efficiency of rainwater harvesting strategies in dense Mediterranean neighbourhoods”, *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier B.V., 55(7), p. 686–694. doi: 10.1016/j.resconrec.2011.01.008.

Farreny, R., Morales-Pinzón, T., Guisasola, A., Tayà, C., Rieradevall, J. e Gabarrell, X. (2011) “Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain”, *Water Research*, 45(10), p. 3245–3254. doi: 10.1016/j.watres.2011.03.036.

Ferenc, J. (2016) “California hospitals conserve water as drought drags on”, *Health Facilities Management*. Available at: <https://www.hfmmagazine.com/articles/2077-california-hospitals- conserve-water-as-drought-drags-on>.

Fondo Adaptación Honduras (2013) *Guía de Diseño: Sistema de cosecha de agua lluvia para consumo humano*.

Forgiarini Rupp, R., Munarim, U. e Ghisi, E. (2011) “Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial”, in *Ambiente Construído*. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, p. 47–64.

Förster, J. (1999) “Patterns of roof runoff contamination and their potential implications on practice and regulation of treatment and local infiltration”, *Water Science and Technology*, 33(6), p. 39–48.

Freitas, M. A. V. (2003) *Estado das Águas no Brasil, 2001-2002*. Agência Na. Brasília.

Fundespa (2008) *Avaliação do potencial de implementação aproveitamento de águas pluviais nas bacias dos Rios Piracicaba , Capivari e Jundiaí*. São Paulo.

García-Sanz-Calcedo, J., López-Rodríguez, F., Yusaf, T. e Al-Kassir, A. (2017) “Analysis of the average annual consumption of water in the hospitals of extremadura (Spain)”, *Energies*, 10(4). doi: 10.3390/en10040479.

Garcia, R. P. E. (2016) *Hydraulic Design Manual*. Texas.

Ghisi, E. (2006) “Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil”, *Building and Environment*, 41(11), p. 1544–1550. doi: 10.1016/j.buildenv.2005.03.018.

Ghisi, E., Bressan, D. L. e Martini, M. (2007) “Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil”, *Building and Environment*, 42(4), p. 1654–1666. doi: 10.1016/j.buildenv.2006.02.007.

Ghisi, E., Montibeller, A. e Schmidt, R. W. (2006) “Potential for potable water savings by using rainwater: An analysis over 62 cities in southern Brazil”, *Building and Environment*, 41(2), p. 204–210. doi: 10.1016/j.buildenv.2005.01.014.

Ghisi, E., Tavares, D. d F. e Rocha, V. L. (2009) “Rainwater harvesting in petrol stations in Bras??lia: Potential for potable water savings and investment feasibility analysis”, *Resources, Conservation and Recycling*, 54(2), p. 79–85. doi: 10.1016/j.resconrec.2009.06.010.

Gikas, G. D. e Tsihrintzis, V. A. (2012) “Assessment of water quality of first-flush roof runoff and harvested rainwater”, *Journal of Hydrology*. Elsevier B.V., 466–467, p. 115–126. doi: 10.1016/j.jhydrol.2012.08.020.

Gleick, P. H., Haasz, D., Henges-Jeck, C., Srinivasan, V., Wolff, G., Kao Cushing, K. e Mann, A. (2003) *Waste Not, Want Not: The Potential for Urban Water Conservation in California*, Pacific Institute. California. Available at: http://www.pacinst.org/reports/urban_usage/.

Göbel, P., Dierkes, C. e Coldewey, W. G. (2007) “Storm water runoff concentration matrix for urban areas”, *Journal of Contaminant Hydrology*, 91(1–2), p. 26–42. doi: 10.1016/j.jconhyd.2006.08.008.

de Gois, E. H. B., Rios, C. A. S. e Costanzi, R. N. (2014) “Evaluation of water conservation and reuse: a case study of a shopping mall in southern Brazil”, *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 96, p. 263–271. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.08.097.

- Goldenfum, J. A. (2004) “Reaproveitamento de águas pluviais”.
- Gordon, G., Adam, L. e Bubnis, B. (1995) “Chlorate Ion Formation”, *American Water Works Association*, (June), p. 97–106.
- Gould, J. e Nissen-Petersen, E. (1999) *Rainwater catchment systems for domestic rain: design construction and implementation*. London: Intermediate Technology Publications.
- Gutierrez, L. A. R. (2011) “Avaliação da qualidade da água de chuva e de um sistema filtro-vala-trincheira de infiltração no tratamento do escoamento superficial direto predial em escala real em São Carlos-SP.”
- Hanson, L. S., Vogel, R. M., Kirshen, P. e Shanahan, P. (2009) “systems”, p. 1–10.
- HCWH (2003) *Addressing Climate Change in the Health Care Setting: OPPORTUNITIES FOR ACTION*. doi: 10.1016/j.evalprogplan.2009.06.011.
- Helmreich, B. e Horn, H. (2009) “Opportunities in rainwater harvesting”, *Desalination*. Elsevier B.V., 248(1–3), p. 118–124. doi: 10.1016/j.desal.2008.05.046.
- Hespanhol, I. (2008) “Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos”, *Estudos Avançados*, 22(63), p. 131–158. doi: 10.1590/S0103-40142008000200009.
- IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basic, CLIMATE CHANGE 2013 - The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge and New York. doi: 10.1017/CBO9781107415324.Summary.
- Khoury-Nolde, N. (2010) “Rainwater Harvesting”, in *15th International Conference on Rainwater Catchment Systems announced*. Taipei: Fachvereinigung Betriebs und Regenwassernutzung e.V., p. 10.
- Kloss, C. (2008) *Managing Wet Weather with Green Infrastructure, Municipal Handbook. Rainwater Harvesting Policies*. Philadelphia. Available at: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1005FN2.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2006> Thru 2010&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&UseQField=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=.
- Koenig, K. W. (2014) “Rainwater harvesting: Vortex filters make cost savings at German hospital”, *Filtration and Separation*. Elsevier Ltd, 51(1), p. 36–38. doi: 10.1016/S0015-1882(14)70035-7.

Lawson, S., LaBranche-Tuker, A., Otto-Wack, H., Hall, R., Sojka, B., Crawford, E., Crawford, D. e Brand, C. (2009) *Virginia Rainwater Harvesting Manual*. Virginia.

Lima, J. F. (2012) *Arquitetura - Uma Experiência na Área da Saúde*. Romano Neg. São Paulo.

Lima, L. C. (2007) *Uso doméstico da água em hospitais: Estudo de caso do hospital das Clínicas da UNICAMP*. Universidade Estadual de Campinas.

Lye, D. J. (2009) “Rooftop runoff as a source of contamination: A review”, *Science of the Total Environment*, 407(21), p. 5429–5434. doi: 10.1016/j.scitotenv.2009.07.011.

Mancuso, P. C. S. e Santos, H. F. dos (2003) *REÚSO DE ÁGUA*. 1a ed.

May, S. (2004) *Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo não Potável em Edificações*, *Journal of Chemical Information and Modeling*. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

May, S. (2009) *Caracterização, Tratamento E Reúso De Águas Cinzas E Aproveitamento De Águas Pluviais Em Caracterização, Tratamento E Reúso*, *Tese de Doutorado*. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. doi: 10.11606/T.3.2009.tde-17082009-082126.

Mendez, C. B., Klenzendorf, J. B., Afshar, B. R., Simmons, M. T., Barrett, M. E., Kinney, K. A. e Kirisits, M. J. (2011) “The effect of roofing material on the quality of harvested rainwater”, *Water Research*. Elsevier Ltd, 45(5), p. 2049–2059. doi: 10.1016/j.watres.2010.12.015.

Ministério da Saúde (2011) *Portaria Nº 2914 de 12 de Dezembro de 2011*, *Diário Oficial da União*. Brasil. Available at: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html.

Ministério da Saúde (1994) *Portaria Nº 1884GM de 11 de novembro de 1994*. Brasil.

Mitchell, V. G., McCarthy, D. T., Deletic, A. e Fletcher, T. D. (2008) “Urban stormwater harvesting - sensitivity of a storage behaviour model”, *Environmental Modelling and Software*, 23(6), p. 782–793. doi: 10.1016/j.envsoft.2007.09.006.

Monsalve, G. (2010) *Hidrología en la Ingeniería*. 2a. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Moreira Neto, R. F., Carvalho, I. D. C., Calijuri, M. L. e Santiago, A. D. F. (2012) “Rainwater use in airports: A case study in Brazil”, *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier B.V., 68, p. 36–43. doi: 10.1016/j.resconrec.2012.08.005.

Moruzzi, R. B., Garcia, M. L. e Conceição de Oliveira, S. (2012) “A Proposal for Reservoir Volume Calculation in Rainwater Harvesting Systems”, 6(6), p. 707–714.

NHS (2009) “Saving Carbon, Improving Health”, *NHS Carbon Reduction Strategy for England*, (January), p. 1–75. Available at: http://www.sdu.nhs.uk/documents/publications/1237308334_qylG_saving_carbon,_improving_health_nhs_carbon_reducti.pdf.

NSF (2007) *Ultraviolet Microbiological Water Treatment Systems NSF 55*.

Nunes, R., Freitas, M. e Pinguelli, L. R. (2011) *Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos no Âmbito Regional e Urbano*. 1a ed. Organizado por E. Interciência.

Oertlé, E., Steiger, O., Mutz, D., Wazner, M. S., G., C., K., Z., N., A., S., A. S., A., A. S. e M., M. (2010) *Best Environmental Practices in the Healthcare Sector - A Guide to Improve your Environmental Performance*.

De Oliveira, L. H. e Gonçalves, O. M. (1999) “Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios”, *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil*, p. 16. Available at: publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BT247.pdf.

Oliveira Ilha, M. S., Nunes, S. D. S. e Salermo, L. S. (2006) “Programa de conservação de água em hospitais: estudo de caso do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas”, *Ambiente Construído*, p. 91–97. Available at: <http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/viewArticle/3677>.

OMS (2004) *Water Treatment and Pathogen Control: Process efficiency in achieving safe drinking-water, WHO Drinking Water Quality Series*. Organizado por M. W. LeChevallier e K.-K. Au. doi: ISBN:1 84339 069 8.

OMS (2006) “Guidelines for Drinking-water Quality”, *Atención Primaria*, 23(Vdv), p. 7. Available at: http://201.147.150.252:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1262/Investigao_e_evolution.pdf?sequence=1.

OMS (2009) *Healthy hospitals, healthy planet, healthy people: Addressing climate change in healthcare settings*. Available at: http://www.who.int/globalchange/publications/climatefootprint_report.pdf.

OMS (2010) *Water Safety in Buildings*. Geneve. Available at: <http://pesquisa.bvsalud.org/bvsmis/resource/pt/mis-32156>.

PNRH (2006) *Plano Nacional de Recursos Hídricos*. Brasília.

Ramos Tapia, J. J. (2004) *Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) basado en una aplicación simple del Modelo Lineal Generalizado*. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

- Rio de Janeiro (2004) *Decreto No. 23.940, de 30 de janeiro de 2004*. Brasil.
- Roberta, A., Silva, V. e Tassi, R. (2005) “Dimensionamento e simulação do comportamento de um reservatório para aproveitamento de água da chuva: resultados preliminares”, in. João Pessoa: XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.
- Rostad, N., Foti, R. e Montalto, F. A. (2016) “Harvesting rooftop runoff to flush toilets: Drawing conclusions from four major U.S. cities”, *Resources, Conservation and Recycling*. Elsevier B.V., 108, p. 97–106. doi: 10.1016/j.resconrec.2016.01.009.
- Rüden, H. e König, K. W. (2007) *Innovative Water Concepts, Service Water Utilisation in Buildings*. Berlin.
- São Carlos (2016) *Lei No. 17.729, de 10 de fevereiro de 2016*. Brasil.
- São Paulo (2002) *Lei NO. 13.276, 04 de janeiro de 2002 (“Piscinas”)*. Brasil.
- SCVWD (2008) *Commercial, Institutional, Industrial (CII) Water Use and Conservation Baseline Study*. Santa Clara Valley. Available at: [http://www.valleywatercompplan.org/files/managed/Document/396/CII Baseline Study_COMPLETE.pdf](http://www.valleywatercompplan.org/files/managed/Document/396/CII_Baseline_Study_COMPLETE.pdf).
- Shohet, I. M. (2006) “Key performance indicators for maintenance of health-care facilities”, *Facilities*, 21(1/2), p. 5–12. doi: 10.1108/02632770310460496.
- Souza Lage, E. (2010) *APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM CONCESSIONÁRIAS DE VEÍCULOS NA CIDADE DE BELO HORIZONTE: Potencial de economia de água potável e estudo de viabilidade econômica, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL*. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.
- Still, G. T. e Thomas, T. (2002) *The Optimum Sizing of Gutters for Domestic Roofwater Harvesting, Development Technology Unit*. Available at: http://www.ec3wd.com/CD3WD_40/UWWKDTU/wp56/PDF/wp56.pdf.
- Texas Water Development Board (1997) *Texas Guide to Rainwater Harvesting*. 2a. Austin.
- Texas Water Development Board (2005) *The Texas Manual on Rainwater Harvesting*. 3a. Austin. doi: 10.1007/s10350-008-9244-1.
- Tomaz, P. (2010) *Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis*.
- Torres, A., Méndez, S., López, L., Marín, V., González, J., Suárez, J., Pinzón, J. e Ruiz, A. (2011) “Evaluación Preliminar De La Calidad De La Escorrentía Pluvial Sobre

Tejados Para Su Posible Aprovechamiento En Zonas Periurbanas De”, *UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 14(1), p. 127–135.

WHO (2006) “Safe Use of Wastewater , Excreta and Greywater Guidelines for the Safe Use of”, *World Health*, II, p. 204. doi: 10.1007/s13398-014-0173-7.2.

WHO (2015) “Operational framework for building climate resilient health systems”, *World Health Organisation*, p. 56.

Zaizen, M., Urakawa, T., Matsumoto, Y. e Takai, H. (2000) “The collection of rainwater from dome stadiums in Japan”, *Urban Water*, 1(4), p. 355–359. doi: 10.1016/S1462-0758(00)00028-5.

APÊNDICE 1

APÊNDICE 1

Cálculo de Consumo Médio Diário para Usos Internos e Externos

Tabela A 1 Cálculo de médias diárias e consumo mensal de água para usos internos e externos.

Mês	Média Consumo Diário (m ³)	Média Consumo Diário (m ³)	Média Consumo Diário (m ³)	Consumo Mês (m ³ /mês)	Consumo Mês (m ³ /mês)	Consumo Mês (m ³ /mês)	Distribuição Mensal
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total	
Dezembro	26,29	22,23	48,51	814,88	689,03	1503,91	8,7%
Janeiro	23,92	18,73	42,65	741,38	580,66	1322,03	7,3%
Fevereiro	26,16	25,23	51,39	732,35	706,43	1438,78	8,9%
Março	6,88	23,50	30,38	213,24	728,51	941,75	9,2%
Abril	19,63	26,75	46,38	589,00	802,36	1391,36	10,1%
Mai	11,31	29,85	41,16	350,67	925,25	1275,92	11,7%
Junho	8,27	20,69	28,97	248,23	620,77	869,00	7,8%
Julho	7,04	21,82	28,86	218,26	676,40	894,67	8,5%
Agosto	9,24	16,25	25,49	286,46	503,87	790,33	6,3%
Setembro	25,65	19,15	44,80	769,38	574,62	1344,00	7,2%
Outubro	8,28	18,04	26,32	256,71	559,29	816,00	7,0%
Novembro	8,76	19,04	27,80	262,75	571,25	834,00	7,2%
Total	15,02	21,75	36,77	5483,32	7938,44	13421,75	100,0%

APÊNDICE 2

APÊNDICE 2

Cálculo de Consumo de Água por Aparelho Sanitário

Consumo Atual

Tabela A 2 Cálculo de consumo de água por aparelho sanitário para funcionamento atual

	Quantidade		Duchas		Mictórios		Bacias sanitárias		Torneiras		TOTAL			
	Empreg.	Ext.	Pessoas	Int.s	Empreg.	Ext.	Empreg.	Ext.	Empreg.	Ext.	Empreg.	Ext.	Int.s	Int.s
				l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês
Janeiro	6.572	7.159	132	17.160	49.290	20.651	1.523	116.193	48.681	3.590	45.544	19.081	1.407	323.121
Fevereiro	5.936	7.508	104	13.520	44.520	21.658	1.200	104.948	51.054	2.829	41.136	20.012	1.109	301.986
Março	7.130	10.261	121	15.730	53.475	29.599	1.396	126.058	69.775	3.291	49.411	27.350	1.290	377.375
Abril	7.800	9.977	142	18.460	58.500	28.780	1.638	137.904	67.844	3.862	54.054	26.593	1.514	399.149
Maiο	7.998	8.652	183	23.790	59.985	24.958	2.112	141.405	58.834	4.978	55.426	23.061	1.951	396.498
Junho	7.770	8.121	149	19.370	58.275	23.426	1.719	137.374	55.223	4.053	53.846	21.646	1.589	376.520
Julho	8.556	7.330	142	18.460	64.170	21.144	1.638	151.270	49.844	3.862	59.293	19.537	1.514	390.733
Agosto	8.649	7.968	125	16.250	64.868	22.985	1.442	152.914	54.182	3.400	59.938	21.238	1.333	398.549
Setembro	8.460	8.529	143	18.590	63.450	24.603	1.650	149.573	57.997	3.890	58.628	22.733	1.525	402.638
Outubro	8.804	5.614	107	13.910	66.030	16.194	1.235	155.655	38.175	2.910	61.012	14.963	1.141	371.225
Novembro	8.430	7.593	87	11.310	63.225	21.903	1.004	149.042	51.632	2.366	58.420	20.238	928	380.069
Dezembro	6.572	7.769	98	12.740	49.290	22.411	1.131	116.193	52.829	2.666	45.544	20.707	1.045	324.555

Tabela A 3 Cálculo de consumo de água por aparelho sanitário para funcionamento projetado para 2018

	Quantidade		Duchas		Mictórios		Vazias sanitárias		Torneiras		TOTAL		
	Empreg.	Ext.	Int.s	Int.s	Empreg.	Ext.	Int.s	Empreg.	Ext.	Empreg.	Ext.	Int.s	Int.s
	Pessoas	Pessoas	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês	l/mês
Janeiro	14.841	7.159	2.357	306.429	111.309	20.651	27.198	262.393	48.681	64.114	102.850	19.081	25.131
Fevereiro	13.405	7.508	1.857	241.429	100.538	21.658	21.429	237.000	51.054	50.514	92.897	20.012	19.800
Março	14.841	10.261	2.161	280.893	111.309	29.599	24.931	262.393	69.775	58.771	102.850	27.350	23.037
Abril	14.363	9.977	2.536	329.643	107.719	28.780	29.258	253.929	67.844	68.971	99.532	26.593	27.035
Maior	14.841	8.652	3.268	424.821	111.309	24.958	37.706	262.393	58.834	88.886	102.850	23.061	34.840
Junho	14.363	8.121	2.661	345.893	107.719	23.426	30.701	253.929	55.223	72.371	99.532	21.646	28.367
Julho	14.841	7.330	2.536	329.643	111.309	21.144	29.258	262.393	49.844	68.971	102.850	19.537	27.035
Agosto	14.841	7.968	2.232	290.179	111.309	22.985	25.755	262.393	54.182	60.714	102.850	21.238	23.798
Setembro	14.363	8.529	2.554	331.964	107.719	24.603	29.464	253.929	57.997	69.457	99.532	22.733	27.225
Outubro	14.841	5.614	1.911	248.393	111.309	16.194	22.047	262.393	38.175	51.971	102.850	14.963	20.371
Novembro	14.363	7.593	1.554	201.964	107.719	21.903	17.926	253.929	51.632	42.257	99.532	20.238	16.563
Dezembro	14.841	7.769	1.750	227.500	111.309	22.411	20.192	262.393	52.829	47.600	102.850	20.707	18.658

Consumo Final

Tabela A 4 Cálculo de consumo de água por aparelho sanitário para funcionamento final

	Quantidade			Duchas			Mictórios			Vazias sanitárias			Torneiras			TOTAL	
	Empreg.	Ext.	Pessoas	Int.s	Int.s	l/mês	Empreg.	Ext.	l/mês	Empreg.	Ext.	l/mês	Empreg.	Ext.	l/mês		Int.s
Janeiro	21.452	13.785	9.711	1.262.486	160.890	39.766	112.055	379.271	93.741	264.151	148.662	36.744	103.539	2.601.304			
Fevereiro	19.376	14.457	7.651	994.686	145.320	41.704	88.286	342.568	98.311	208.119	134.276	38.535	81.576	2.173.380			
Março	21.452	19.759	8.902	1.157.279	160.890	56.996	102.717	379.271	134.359	242.138	148.662	52.665	94.911	2.529.888			
Abril	20.760	19.212	10.447	1.358.129	155.700	55.419	120.544	367.037	130.640	284.162	143.867	51.207	111.383	2.778.087			
Mai	21.452	16.660	13.464	1.750.264	160.890	48.059	155.349	379.271	113.291	366.209	148.662	44.406	143.542	3.309.944			
Junho	20.760	15.638	10.962	1.425.079	155.700	45.109	126.486	367.037	106.338	298.170	143.867	41.681	116.873	2.826.340			
Julho	21.452	14.115	10.447	1.358.129	160.890	40.716	120.544	379.271	95.980	284.162	148.662	37.621	111.383	2.737.358			
Agosto	21.452	15.343	9.196	1.195.536	160.890	44.259	106.113	379.271	104.334	250.143	148.662	40.896	98.048	2.528.152			
Setembro	20.760	16.424	10.521	1.367.693	155.700	47.376	121.393	367.037	111.680	286.163	143.867	43.775	112.167	2.756.851			
Outubro	21.452	10.810	7.872	1.023.379	160.890	31.184	90.832	379.271	73.511	214.122	148.662	28.814	83.929	2.234.594			
Novembro	20.760	14.621	6.401	832.093	155.700	42.176	73.854	367.037	99.424	174.099	143.867	38.971	68.241	1.995.463			
Dezembro	21.452	14.960	7.210	937.300	160.890	43.154	83.192	379.271	101.729	196.112	148.662	39.874	76.870	2.167.055			

APÊNDICE 3

APÊNDICE 3

Cálculo de Consumo de Água por Processo e Uso

Consumo Atual

Tabela A 5 Cálculo de consumo de água por processo e uso para funcionamento atual

	ATUAL				Internos		Externos	TOTAL litros/mês
	Cozinha	Banheiros	Processos	Espelho d'água	Potáveis	Não Potáveis	Não Potáveis	
	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	
Janeiro	69.915	323.121	187.620	741.377	340.728	239.929	741.377	1.322.033
Fevereiro	69.915	301.986	334.533	732.348	480.225	226.209	732.348	1.438.782
Março	69.915	377.375	281.224	213.240	444.920	283.595	213.240	941.754
Abril	63.600	399.149	339.612	588.995	503.833	298.528	588.995	1.391.356
Mai	68.640	396.498	460.109	350.673	632.977	292.270	350.673	1.275.921
Junho	63.990	376.520	180.260	248.231	340.700	280.069	248.231	869.000
Julho	65.070	390.733	220.599	218.264	384.474	291.929	218.264	894.667
Agosto	66.780	398.549	38.539	286.462	204.077	299.791	286.462	790.330
Setembro	80.370	402.638	91.607	769.385	273.453	301.162	769.385	1.344.000
Outubro	80.760	371.225	107.307	256.708	279.093	280.199	256.708	816.000
Novembro	70.110	380.069	121.071	262.750	282.077	289.173	262.750	834.000
Dezembro	69.915	324.555	294.557	814.883	444.508	244.519	814.883	1.503.910

Consumo 2018

Tabela A 6 Cálculo de consumo de água por processo e uso para funcionamento em 2018

	2018				Internos		Externos	TOTAL litros/mês
	Cozinha	Banheiros	Processos	Espelho d'água	Potáveis	Não Potáveis	Não Potáveis	
	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	
Janeiro	313.764	987.838	184.040	741.377	951.294	534.347	741.377	2.227.018
Fevereiro	313.764	856.330	637.356	732.348	1.325.257	482.193	732.348	2.539.798
Março	313.764	990.908	559.271	213.240	1.307.164	556.779	213.240	2.077.183
Abril	285.424	1.039.303	728.156	588.995	1.496.382	556.501	588.995	2.641.878
Mai	308.042	1.169.658	889.594	350.673	1.783.209	584.086	350.673	2.717.968
Junho	287.174	1.038.806	262.291	248.231	1.044.903	543.368	248.231	1.836.502
Julho	292.021	1.021.985	416.607	218.264	1.187.692	542.921	218.264	1.948.876
Agosto	299.695	975.404	14.075	286.462	751.834	537.339	286.462	1.575.635
Setembro	360.684	1.024.624	84.876	769.385	927.015	543.169	769.385	2.239.569
Outubro	362.434	888.668	179.876	256.708	928.887	502.090	256.708	1.687.686
Novembro	314.639	833.664	313.270	262.750	966.208	495.366	262.750	1.724.324
Dezembro	313.764	886.450	562.700	814.883	1.246.179	516.735	814.883	2.577.796

Consumo Final

Tabela A 7 Cálculo de consumo de água por processo e uso para funcionamento final

	FINAL				Internos		Externos	TOTAL
	Cozinha	Banheiros	Processos	Espelho d'água	Potáveis	Não Potáveis	Não Potáveis	
	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês
Janeiro	1.292.708	2.601.304	362.702	741.377	3.206.841	1.049.874	741.377	4.998.092
Fevereiro	1.292.708	2.173.380	1.712.684	732.348	4.254.465	924.308	732.348	5.911.121
Março	1.292.708	2.529.888	1.518.042	213.240	4.264.267	1.076.372	213.240	5.553.879
Abril	1.175.946	2.778.087	1.927.964	588.995	4.768.494	1.113.502	588.995	6.470.992
Mai	1.269.134	3.309.944	2.203.783	350.673	5.559.792	1.223.069	350.673	7.133.534
Junho	1.183.157	2.826.340	541.277	248.231	3.451.934	1.098.840	248.231	4.799.005
Julho	1.203.126	2.737.358	1.018.132	218.264	3.877.052	1.081.563	218.264	5.176.880
Agosto	1.234.743	2.528.152	-69.108	286.462	2.648.777	1.045.011	286.462	3.980.250
Setembro	1.486.018	2.756.851	-30.442	769.385	3.123.078	1.089.349	769.385	4.981.811
Outubro	1.493.229	2.234.594	372.267	256.708	3.150.280	949.811	256.708	4.356.799
Novembro	1.296.314	1.995.463	895.978	262.750	3.275.464	912.291	262.750	4.450.505
Dezembro	1.292.708	2.167.055	1.591.403	814.883	4.086.818	964.348	814.883	5.866.049

APÊNDICE 4

APÊNDICE 4

Cálculo de Precipitação Atmosférica Média

Média Mensal

Tabela A 8 Precipitação média mensal no período de dados analisados.

	Mínimo	Máximo	Média
	mm	mm	mm
Janeiro	71,0	499,8	283,6
Fevereiro	34,7	559,9	208,3
Março	0,0	444,1	174,2
Abril	0,0	199,7	80,1
Mai	4,3	193,4	66,4
Junho	0,0	213,2	43,5
Julho	0,0	171,2	34,1
Agosto	0,0	159,9	31,5
Setembro	0,2	237,5	68,6
Outubro	0,3	274,1	115,4
Novembro	24,0	311,2	156,8
Dezembro	0,0	483,5	249,3
Média	71,0	559,9	283,6

Média Diária

Tabela A 9 Precipitação média diária no período de dados analisados.

Dia	Mínimo	Máximo	Média
	mm	mm	mm
01/01	0	69	10,3
02/01	0	75	10,8
03/01	0	118,9	13,0
04/01	0	81,9	11,5
05/01	0	56	7,5
06/01	0	67,3	11,3
07/01	0	54,3	11,2
08/01	0	58,2	7,2
09/01	0	59,7	8,8
10/01	0	98,4	12,0
11/01	0	49,2	10,5
12/01	0	100	12,3
13/01	0	122,4	13,2
14/01	0	54,4	8,1
15/01	0	68	10,3
16/01	0	46,7	8,2
17/01	0	76,8	7,6
18/01	0	80,8	8,6
19/01	0	37,2	6,1
20/01	0	45,8	8,6
21/01	0	66,1	7,1
22/01	0	42,7	7,2
23/01	0	75,5	7,2
24/01	0	31,8	3,7
25/01	0	59	7,2

Dia	Mínimo mm	Máximo mm	Média mm
26/01	0	112,7	12,8
27/01	0	47,5	9,8
28/01	0	76,4	10,4
29/01	0	76	11,7
30/01	0	56	6,5
31/01	0	54,1	7,7
01/02	0	35,4	7,8
02/02	0	72	7,7
03/02	0	80,2	9,4
04/02	0	45,8	5,2
05/02	0	52,2	5,8
06/02	0	36,8	6,3
07/02	0	94,3	7,2
08/02	0	42,6	7,1
09/02	0	61,8	9,1
10/02	0	27	5,0
11/02	0	89,8	9,3
12/02	0	58,8	7,5
13/02	0	143,1	11,8
14/02	0	69	7,1
15/02	0	86	10,4
16/02	0	50,6	7,7
17/02	0	37,4	5,2
18/02	0	83,1	7,6
19/02	0	49,5	5,7
20/02	0	71,6	7,8
21/02	0	38,4	5,2
22/02	0	70,1	6,7
23/02	0	88,9	9,5
24/02	0	72,8	6,1
25/02	0	44,3	6,8
26/02	0	50,2	8,1
27/02	0	42	7,6
28/02	0	53	9,1
29/02	0	27	4,5
01/03	0	52,2	6,5
02/03	0	49	5,9
03/03	0	53	4,9
04/03	0	45,7	4,5
05/03	0	32,3	6,0
06/03	0	66	6,8
07/03	0	56,5	6,7
08/03	0	59,3	8,6
09/03	0	36,3	6,2

Dia	Mínimo mm	Máximo mm	Média mm
10/03	0	50,2	6,7
11/03	0	66,1	10,1
12/03	0	39,4	5,0
13/03	0	42,8	4,7
14/03	0	46	6,5
15/03	0	97	5,6
16/03	0	73	5,1
17/03	0	64,2	6,1
18/03	0	69,8	5,2
19/03	0	60,1	11,1
20/03	0	72,3	6,7
21/03	0	45	4,3
22/03	0	55	6,8
23/03	0	24	1,4
24/03	0	58	5,6
25/03	0	24,6	3,2
26/03	0	55,6	4,8
27/03	0	27	2,2
28/03	0	72,6	6,0
29/03	0	61	4,5
30/03	0	41,1	5,6
31/03	0	60,5	6,6
01/04	0	65,5	5,5
02/04	0	26,3	3,7
03/04	0	23,2	1,7
04/04	0	66,3	7,4
05/04	0	17,2	2,0
06/04	0	25,4	3,5
07/04	0	38,6	3,2
08/04	0	36,6	3,3
09/04	0	78,2	6,4
10/04	0	22,8	2,7
11/04	0	52,6	2,4
12/04	0	20,9	1,3
13/04	0	29,8	3,2
14/04	0	52,8	3,6
15/04	0	74,3	7,0
16/04	0	10,8	0,9
17/04	0	45,1	2,3
18/04	0	24,3	0,8
19/04	0	15,4	0,9
20/04	0	34	3,6
21/04	0	28,8	2,0
22/04	0	35	2,0

Dia	Mínimo mm	Máximo mm	Média mm
23/04	0	33,7	1,6
24/04	0	27,5	1,4
25/04	0	75,4	2,3
26/04	0	19,2	1,6
27/04	0	41,8	1,8
28/04	0	37,8	2,1
29/04	0	33	1,7
30/04	0	28,7	2,0
01/05	0	13,1	0,7
02/05	0	20,2	1,4
03/05	0	29,9	1,8
04/05	0	62	3,6
05/05	0	42,4	3,0
06/05	0	45,3	3,8
07/05	0	23,5	1,8
08/05	0	30,1	1,4
09/05	0	18	1,5
10/05	0	10,6	0,6
11/05	0	18,5	1,2
12/05	0	35	1,7
13/05	0	20	1,1
14/05	0	16,5	1,1
15/05	0	27,6	2,2
16/05	0	28	2,4
17/05	0	39,8	3,5
18/05	0	20,2	1,5
19/05	0	18,7	1,6
20/05	0	22,5	1,6
21/05	0	51,8	3,1
22/05	0	15,2	1,2
23/05	0	38,8	3,2
24/05	0	19,3	1,6
25/05	0	68,3	5,5
26/05	0	27	1,2
27/05	0	27,2	0,8
28/05	0	16,9	1,3
29/05	0	87,6	4,9
30/05	0	43,3	3,4
31/05	0	69,4	3,5
01/06	0	22,5	1,5
02/06	0	26,4	1,2
03/06	0	37,9	1,7
04/06	0	19,8	1,3
05/06	0	48,9	3,4

Dia	Mínimo mm	Máximo mm	Média mm
06/06	0	92,2	5,2
07/06	0	58,4	2,2
08/06	0	11	0,8
09/06	0	43,4	1,8
10/06	0	23,1	0,9
11/06	0	21,2	0,8
12/06	0	32,8	1,8
13/06	0	23,3	1,0
14/06	0	6,3	0,3
15/06	0	13	0,7
16/06	0	30,4	2,5
17/06	0	4,6	0,2
18/06	0	22,4	1,3
19/06	0	51,3	1,6
20/06	0	19,8	1,0
21/06	0	49,6	1,8
22/06	0	38,3	1,6
23/06	0	40,6	1,6
24/06	0	40,1	0,9
25/06	0	14,5	1,3
26/06	0	51,6	2,1
27/06	0	28,9	2,1
28/06	0	10,2	0,5
29/06	0	13	0,9
30/06	0	3	0,1
01/07	0	24	0,7
02/07	0	5	0,3
03/07	0	57,5	1,7
04/07	0	10,6	0,4
05/07	0	9,8	0,2
06/07	0	1,9	0,1
07/07	0	34,6	0,9
08/07	0	30,6	1,8
09/07	0	18,8	1,7
10/07	0	21,7	1,0
11/07	0	10,8	0,7
12/07	0	18,9	0,7
13/07	0	81,5	2,3
14/07	0	33,5	0,9
15/07	0	9	0,2
16/07	0	72,8	2,8
17/07	0	25,7	1,7
18/07	0	25,7	1,6
19/07	0	12,2	0,7

Dia	Mínimo mm	Máximo mm	Média mm
20/07	0	25,3	1,2
21/07	0	39,5	1,5
22/07	0	18,2	1,0
23/07	0	30,5	2,1
24/07	0	15,1	0,8
25/07	0	81,4	3,9
26/07	0	6,7	0,3
27/07	0	3,6	0,2
28/07	0	22,5	1,0
29/07	0	22	0,5
30/07	0	30	1,4
31/07	0	32,5	1,0
01/08	0	16,4	0,4
02/08	0	0,6	0,0
03/08	0	45,9	1,6
04/08	0	17,6	0,8
05/08	0	8,6	0,3
06/08	0	18,7	1,0
07/08	0	17,3	0,8
08/08	0	6,5	0,2
09/08	0	1,7	0,1
10/08	0	13	1,0
11/08	0	9,2	0,4
12/08	0	7,1	0,2
13/08	0	20,2	0,5
14/08	0	21,1	0,5
15/08	0	5,6	0,3
16/08	0	19,5	1,0
17/08	0	8	0,2
18/08	0	11,8	0,6
19/08	0	39,9	2,2
20/08	0	65,1	2,2
21/08	0	27,8	1,7
22/08	0	43,9	1,4
23/08	0	32,1	1,8
24/08	0	102,9	3,6
25/08	0	23,3	0,9
26/08	0	17,8	1,0
27/08	0	39,2	1,6
28/08	0	19,4	1,4
29/08	0	20,6	1,0
30/08	0	49,8	2,0
31/08	0	28,7	1,2
01/09	0	21,9	1,5

Dia	Mínimo mm	Máximo mm	Média mm
02/09	0	52,6	3,1
03/09	0	35,8	1,7
04/09	0	30,1	0,8
05/09	0	10,8	0,7
06/09	0	33,2	3,0
07/09	0	34,5	2,9
08/09	0	27,1	1,9
09/09	0	55,5	4,4
10/09	0	37	2,1
11/09	0	25,2	2,1
12/09	0	20,1	1,3
13/09	0	26,2	1,9
14/09	0	34	3,3
15/09	0	70,4	2,9
16/09	0	33,3	3,0
17/09	0	37,1	2,4
18/09	0	47,8	3,5
19/09	0	37,7	2,7
20/09	0	24,8	1,5
21/09	0	35,5	3,3
22/09	0	43,9	2,4
23/09	0	22,8	1,1
24/09	0	47,8	2,5
25/09	0	22,6	2,1
26/09	0	17,8	2,0
27/09	0	49,5	3,4
28/09	0	28,9	2,5
29/09	0	30,2	2,8
30/09	0	43,5	1,8
01/10	0	29,4	3,5
02/10	0	72,6	7,5
03/10	0	62,9	3,8
04/10	0	29,2	3,0
05/10	0	29	2,8
06/10	0	34,4	3,7
07/10	0	47,1	2,8
08/10	0	56,4	4,7
09/10	0	48	5,1
10/10	0	16,4	1,3
11/10	0	66,3	5,3
12/10	0	32,6	3,4
13/10	0	30,6	3,7
14/10	0	29,7	3,9
15/10	0	66,2	3,0

Dia	Mínimo mm	Máximo mm	Média mm
16/10	0	35	3,5
17/10	0	42,1	7,2
18/10	0	41,7	5,4
19/10	0	51	5,6
20/10	0	30,6	2,8
21/10	0	28	1,8
22/10	0	25,6	3,5
23/10	0	47,8	4,0
24/10	0	33,5	3,1
25/10	0	53	4,0
26/10	0	44	3,9
27/10	0	54,4	7,1
28/10	0	25,6	2,4
29/10	0	46,5	2,7
30/10	0	28,4	3,9
31/10	0	22,5	2,4
01/11	0	48	4,5
02/11	0	44,9	4,7
03/11	0	42	3,9
04/11	0	39,1	4,9
05/11	0	49,6	5,5
06/11	0	26,1	3,8
07/11	0	53,4	6,2
08/11	0	54	4,6
09/11	0	33	3,0
10/11	0	54,9	5,6
11/11	0	64,7	7,2
12/11	0	42,1	7,1
13/11	0	51,1	5,7
14/11	0	34	4,0
15/11	0	67,3	6,2
16/11	0	60,9	5,8
17/11	0	47,3	6,6
18/11	0	63,8	5,1
19/11	0	70,8	5,5
20/11	0	71,8	9,3
21/11	0	54,5	5,4
22/11	0	42,1	4,2
23/11	0	14	1,9

Dia	Mínimo mm	Máximo mm	Média mm
24/11	0	54,7	4,9
25/11	0	61,4	7,0
26/11	0	75,5	9,1
27/11	0	26,7	3,7
28/11	0	51,2	5,2
29/11	0	40,3	3,4
30/11	0	61,6	6,1
01/12	0	75,4	8,7
02/12	0	75,4	6,8
03/12	0	51,7	5,9
04/12	0	50	6,8
05/12	0	69,4	8,0
06/12	0	41,8	6,6
07/12	0	81,3	8,2
08/12	0	53	7,9
09/12	0	82,4	14,1
10/12	0	63,2	9,4
11/12	0	42,8	5,2
12/12	0	40,2	7,5
13/12	0	83,6	10,0
14/12	0	69,1	11,5
15/12	0	59,3	7,6
16/12	0	113,4	10,4
17/12	0	66,4	10,0
18/12	0	58,2	7,7
19/12	0	64,8	8,5
20/12	0	44	6,9
21/12	0	57,8	8,2
22/12	0	45,5	8,1
23/12	0	56,5	9,8
24/12	0	65,9	9,3
25/12	0	45,2	7,2
26/12	0	33,6	6,2
27/12	0	35,9	5,3
28/12	0	86,3	9,4
29/12	0	62,4	7,3
30/12	0	59,3	7,9
31/12	0	71,2	9,9

APÊNDICE 5

APÊNDICE 5

Cálculo de Balanço Hídrico

Cenário 1

Tabela A 10 Balanço hídrico para cenário de consumo e disponibilidade 1.

	DISPONIBILIDADE		CONSUMO MENSAL				VOLUME ACUMULADO					
	TOTAL		ATUAL		2018		FINAL		Disponível		Final	
	litros/mês	m³/mês	litros/mês	m³/mês	litros/mês	m³/mês	litros/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês
Janeiro	4.273,457,2	4.273,5	1.322.033,3	1.322,0	2.227.017,9	2.227,0	4.998.091,7	4.998,1	4.273,5	1.322,0	2.227,0	4.998,1
Fevereiro	3.138.689,2	3.138,7	1.438.782,5	1.438,8	2.539.797,9	2.539,8	5.911.120,6	5.911,1	7.412,1	2.760,8	4.766,8	10.909,2
Março	2.626.151,2	2.626,2	941.754,2	941,8	2.077.182,6	2.077,2	5.553.878,5	5.553,9	10.038,3	3.702,6	6.844,0	16.463,1
Abril	1.206.618,6	1.206,6	1.391.355,9	1.391,4	2.641.878,0	2.641,9	6.470.991,8	6.471,0	11.244,9	5.093,9	9.485,9	22.934,1
Mai	1.000.207,8	1.000,2	1.275.920,6	1.275,9	2.717.967,9	2.718,0	7.133.534,4	7.133,5	12.245,1	6.369,8	12.203,8	30.067,6
Junho	655.043,0	655,0	869.000,0	869,0	1.836.502,0	1.836,5	4.799.004,8	4.799,0	12.900,2	7.238,8	14.040,3	34.866,6
Julho	514.399,0	514,4	894.666,7	894,7	1.948.876,5	1.948,9	5.176.879,8	5.176,9	13.414,6	8.133,5	15.989,2	40.043,5
Agosto	474.253,4	474,3	790.330,0	790,3	1.575.635,3	1.575,6	3.980.249,7	3.980,2	13.888,8	8.923,8	17.564,9	44.023,8
Setembro	1.033.200,7	1.033,2	1.344.000,0	1.344,0	2.239.568,7	2.239,6	4.981.811,1	4.981,8	14.922,0	10.267,8	19.804,4	49.005,6
Outubro	1.738.601,5	1.738,6	816.000,0	816,0	1.687.685,9	1.687,7	4.356.798,7	4.356,8	16.660,6	11.083,8	21.492,1	53.362,4
Novembro	2.362.519,1	2.362,5	834.000,0	834,0	1.724.323,6	1.724,3	4.450.505,3	4.450,5	19.023,1	11.917,8	23.216,4	57.812,9
Dezembro	3.757.430,2	3.757,4	1.503.910,1	1.503,9	2.577.796,2	2.577,8	5.866.048,6	5.866,0	22.780,6	13.421,8	25.794,2	63.678,9

Tabela A 11 Balanço hídrico para cenário de consumo e disponibilidade 2.

	DISPONIBILIDADE			CONSUMO MENSAL					VOLUME ACUMULADO			
	TOTAL		ATUAL	2018		FINAL	Disponível	Atual	Final	2018		Final
	litros/mês	m³/mês	litros/mês	litros/mês	m³/mês	litros/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês
Janeiro	3.320.835,5	3.320,8	1.322.033,3	1.322,0	2.227.017,9	2.227,0	4.998.091,7	4.998,1	3.320,8	1.322,0	2.227,0	4.998,1
Fevereiro	2.439.025,4	2.439,0	1.438.782,5	1.438,8	2.539.797,9	2.539,8	5.911.120,6	5.911,1	5.759,9	2.760,8	4.766,8	10.909,2
Março	2.040.740,3	2.040,7	941.754,2	941,8	2.077.182,6	2.077,2	5.553.878,5	5.553,9	7.800,6	3.702,6	6.844,0	16.463,1
Abril	937.644,1	937,6	1.391.355,9	1.391,4	2.641.878,0	2.641,9	6.470.991,8	6.471,0	8.738,2	5.093,9	9.485,9	22.934,1
Mai	777.245,5	777,2	1.275.920,6	1.275,9	2.717.967,9	2.718,0	7.133.534,4	7.133,5	9.515,5	6.369,8	12.203,8	30.067,6
Junho	509.023,5	509,0	869.000,0	869,0	1.836.502,0	1.836,5	4.799.004,8	4.799,0	10.024,5	7.238,8	14.040,3	34.866,6
Julho	399.731,3	399,7	894.666,7	894,7	1.948.876,5	1.948,9	5.176.879,8	5.176,9	10.424,2	8.133,5	15.989,2	40.043,5
Agosto	368.534,8	368,5	790.330,0	790,3	1.575.635,3	1.575,6	3.980.249,7	3.980,2	10.792,8	8.923,8	17.564,9	44.023,8
Setembro	802.883,8	802,9	1.344.000,0	1.344,0	2.239.568,7	2.239,6	4.981.811,1	4.981,8	11.595,7	10.267,8	19.804,4	49.005,6
Outubro	1.351.039,5	1.351,0	816.000,0	816,0	1.687.685,9	1.687,7	4.356.798,7	4.356,8	12.946,7	11.083,8	21.492,1	53.362,4
Novembro	1.835.876,0	1.835,9	834.000,0	834,0	1.724.323,6	1.724,3	4.450.505,3	4.450,5	14.782,6	11.917,8	23.216,4	57.812,9
Dezembro	2.919.839,2	2.919,8	1.503.910,1	1.503,9	2.577.796,2	2.577,8	5.866.048,6	5.866,0	17.702,4	13.421,8	25.794,2	63.678,9

Tabela A 12 Balanço hídrico para cenário de consumo e disponibilidade 3.

	DISPONIBILIDADE				CONSUMO MENSAL				VOLUME ACUMULADO					
	TOTAL		ATUAL		2018		FINAL		Disponível		Atual		Final	
	litros/mês	m³/mês	litros/mês	m³/mês	litros/mês	m³/mês	litros/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês
Janeiro	3.037,0	3.037,0	1.322.033,3	1.322,0	2.227.017,9	2.227,0	4.998.091,7	4.998,1	3.037,0	1.322,0	2.227,0	2.227,0	4.998,1	
Fevereiro	2.230,586,7	2.230,6	1.438.782,5	1.438,8	2.539.797,9	2.539,8	5.911.120,6	5.911,1	5.267,6	2.760,8	4.766,8	4.766,8	10.909,2	
Março	1.866,338,9	1.866,3	941.754,2	941,8	2.077.182,6	2.077,2	5.553.878,5	5.553,9	7.134,0	3.702,6	6.844,0	6.844,0	16.463,1	
Abril	857,513,2	857,5	1.391.355,9	1.391,4	2.641.878,0	2.641,9	6.470.991,8	6.471,0	7.991,5	5.093,9	9.485,9	9.485,9	22.934,1	
Mai	710,822,2	710,8	1.275.920,6	1.275,9	2.717.967,9	2.718,0	7.133.534,4	7.133,5	8.702,3	6.369,8	12.203,8	12.203,8	30.067,6	
Junho	465,522,4	465,5	869.000,0	869,0	1.836.502,0	1.836,5	4.799.004,8	4.799,0	9.167,8	7.238,8	14.040,3	14.040,3	34.866,6	
Julho	365,570,3	365,6	894.666,7	894,7	1.948.876,5	1.948,9	5.176.879,8	5.176,9	9.533,4	8.133,5	15.989,2	15.989,2	40.043,5	
Agosto	337,039,8	337,0	790.330,0	790,3	1.575.635,3	1.575,6	3.980.249,7	3.980,2	9.870,4	8.923,8	17.564,9	17.564,9	44.023,8	
Setembro	734,269,5	734,3	1.344.000,0	1.344,0	2.239.568,7	2.239,6	4.981.811,1	4.981,8	10.604,7	10.267,8	19.804,4	19.804,4	49.005,6	
Outubro	1.235,579,9	1.235,6	816.000,0	816,0	1.687.685,9	1.687,7	4.356.798,7	4.356,8	11.840,3	11.083,8	21.492,1	21.492,1	53.362,4	
Novembro	1.678,982,3	1.679,0	834.000,0	834,0	1.724.323,6	1.724,3	4.450.505,3	4.450,5	13.519,3	11.917,8	23.216,4	23.216,4	57.812,9	
Dezembro	2.670,310,1	2.670,3	1.503.910,1	1.503,9	2.577.796,2	2.577,8	5.866.048,6	5.866,0	16.189,6	13.421,8	25.794,2	25.794,2	63.678,9	

Tabela A 13 Balanço hídrico para cenário de consumo e disponibilidade 4.

	DISPONIBILIDADE			CONSUMO MENSAL						VOLUME ACUMULADO		
	TOTAL	ATUAL	2018	FINAL	Disponível	Atual	Final	2018	Atual	Final		
	litros/mês	m³/mês	litros/mês	litros/mês	m³/mês	litros/mês	m³/mês	litros/mês	m³/mês	m³/mês		
Janeiro	4.273,457,2	4.273,5	741,4	741,376,5	741,4	741,376,5	741,4	741,4	4.273,5	741,4	741,4	741,4
Fevereiro	3.138.689,2	3.138,7	732,3	732.348,2	732,3	732.348,2	732,3	732,3	7.412,1	1.473,7	1.473,7	1.473,7
Março	2.626.151,2	2.626,2	213,2	213.239,8	213,2	213.239,8	213,2	213,2	10.038,3	1.687,0	1.687,0	1.687,0
Abril	1.206.618,6	1.206,6	589,0	588.995,2	589,0	588.995,2	589,0	589,0	11.244,9	2.276,0	2.276,0	2.276,0
Mai	1.000.207,8	1.000,2	350,7	350.673,3	350,7	350.673,3	350,7	350,7	12.245,1	2.626,6	2.626,6	2.626,6
Junho	655.043,0	655,0	248,2	248.230,8	248,2	248.230,8	248,2	248,2	12.900,2	2.874,9	2.874,9	2.874,9
Julho	514.399,0	514,4	218,3	218.263,9	218,3	218.263,9	218,3	218,3	13.414,6	3.093,1	3.093,1	3.093,1
Agosto	474.253,4	474,3	286,5	286.461,9	286,5	286.461,9	286,5	286,5	13.888,8	3.379,6	3.379,6	3.379,6
Setembro	1.033.200,7	1.033,2	769,4	769.384,6	769,4	769.384,6	769,4	769,4	14.922,0	4.149,0	4.149,0	4.149,0
Outubro	1.738.601,5	1.738,6	256,7	256.708,3	256,7	256.708,3	256,7	256,7	16.660,6	4.405,7	4.405,7	4.405,7
Novembro	2.362.519,1	2.362,5	262,8	262.750,0	262,8	262.750,0	262,8	262,8	19.023,1	4.668,4	4.668,4	4.668,4
Dezembro	3.757.430,2	3.757,4	814,9	814.882,5	814,9	814.882,5	814,9	814,9	22.780,6	5.483,3	5.483,3	5.483,3

Tabela A 14 Balanço hídrico para cenário de consumo e disponibilidade 5.

	DISPONIBILIDADE			CONSUMO MENSAL					VOLUME ACUMULADO				
	TOTAL		ATUAL	2018		FINAL			Disponível		Final		
	litros/mês	m³/mês	litros/mês	litros/mês	m³/mês	litros/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	
Janeiro	3.320.835,5	3.320,8	741.376,5	741,4	741.376,5	741,4	741.376,5	741,4	3.320,8	741,4	741,4	741,4	
Fevereiro	2.439.025,4	2.439,0	732.348,2	732,3	732.348,2	732,3	732.348,2	732,3	5.759,9	1.473,7	1.473,7	1.473,7	
Março	2.040.740,3	2.040,7	213.239,8	213,2	213.239,8	213,2	213.239,8	213,2	7.800,6	1.687,0	1.687,0	1.687,0	
Abril	937.644,1	937,6	588.995,2	589,0	588.995,2	589,0	588.995,2	589,0	8.738,2	2.276,0	2.276,0	2.276,0	
Mai	777.245,5	777,2	350.673,3	350,7	350.673,3	350,7	350.673,3	350,7	9.515,5	2.626,6	2.626,6	2.626,6	
Junho	509.023,5	509,0	248.230,8	248,2	248.230,8	248,2	248.230,8	248,2	10.024,5	2.874,9	2.874,9	2.874,9	
Julho	399.731,3	399,7	218.263,9	218,3	218.263,9	218,3	218.263,9	218,3	10.424,2	3.093,1	3.093,1	3.093,1	
Agosto	368.534,8	368,5	286.461,9	286,5	286.461,9	286,5	286.461,9	286,5	10.792,8	3.379,6	3.379,6	3.379,6	
Setembro	802.883,8	802,9	769.384,6	769,4	769.384,6	769,4	769.384,6	769,4	11.595,7	4.149,0	4.149,0	4.149,0	
Outubro	1.351.039,5	1.351,0	256.708,3	256,7	256.708,3	256,7	256.708,3	256,7	12.946,7	4.405,7	4.405,7	4.405,7	
Novembro	1.835.876,0	1.835,9	262.750,0	262,8	262.750,0	262,8	262.750,0	262,8	14.782,6	4.668,4	4.668,4	4.668,4	
Dezembro	2.919.839,2	2.919,8	814.882,5	814,9	814.882,5	814,9	814.882,5	814,9	17.702,4	5.483,3	5.483,3	5.483,3	

Tabela A 15 Balanço hídrico para cenário de consumo e disponibilidade 6.

	DISPONIBILIDADE			CONSUMO MENSAL					VOLUME ACUMULADO				
	TOTAL		ATUAL	2018		FINAL		Disponível	Atual		Final		
	litros/mês	m³/mês	litros/mês	litros/mês	m³/mês	litros/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês		
Janeiro	3.037,037,4	3.037,0	741,4	741,4	741,4	741,4	741,4	3.037,0	741,4	741,4	741,4		
Fevereiro	2.230,586,7	2.230,6	732,3	732,3	732,3	732,3	732,3	5.267,6	1.473,7	1.473,7	1.473,7		
Março	1.866,338,9	1.866,3	213,2	213,2	213,2	213,2	213,2	7.134,0	1.687,0	1.687,0	1.687,0		
Abril	857,513,2	857,5	589,0	589,0	589,0	589,0	589,0	7.991,5	2.276,0	2.276,0	2.276,0		
Mai	710,822,2	710,8	350,7	350,7	350,7	350,7	350,7	8.702,3	2.626,6	2.626,6	2.626,6		
Junho	465,522,4	465,5	248,2	248,2	248,2	248,2	248,2	9.167,8	2.874,9	2.874,9	2.874,9		
Julho	365,570,3	365,6	218,3	218,3	218,3	218,3	218,3	9.533,4	3.093,1	3.093,1	3.093,1		
Agosto	337,039,8	337,0	286,5	286,5	286,5	286,5	286,5	9.870,4	3.379,6	3.379,6	3.379,6		
Setembro	734,269,5	734,3	769,4	769,4	769,4	769,4	769,4	10.604,7	4.149,0	4.149,0	4.149,0		
Outubro	1.235,579,9	1.235,6	256,7	256,7	256,7	256,7	256,7	11.840,3	4.405,7	4.405,7	4.405,7		
Novembro	1.678,982,3	1.679,0	262,8	262,8	262,8	262,8	262,8	13.519,3	4.668,4	4.668,4	4.668,4		
Dezembro	2.670,310,1	2.670,3	814,9	814,9	814,9	814,9	814,9	16.189,6	5.483,3	5.483,3	5.483,3		

Tabela A 16 Balanço hídrico para cenário de consumo e disponibilidade 7.

	DISPONIBILIDADE			CONSUMO MENSAL				VOLUME ACUMULADO				
	TOTAL	ATUAL	2018	FINAL	Disponível	Atual	Final	2018	Final			
	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês			
Janeiro	4.273.457,2	4.273,5	981.305,1	981,3	1.275.723,5	1.275,7	1.791.250,6	1.791,3	4.273,5	981,3	1.275,7	1.791,3
Fevereiro	3.138.689,2	3.138,7	958.557,6	958,6	1.214.541,1	1.214,5	1.656.655,8	1.656,7	7.412,1	1.939,9	2.490,3	3.447,9
Março	2.626.151,2	2.626,2	496.834,4	496,8	770.019,1	770,0	1.289.612,0	1.289,6	10.038,3	2.436,7	3.260,3	4.737,5
Abril	1.206.618,6	1.206,6	887.523,4	887,5	1.145.496,0	1.145,5	1.702.497,4	1.702,5	11.244,9	3.324,2	4.405,8	6.440,0
Mai	1.000.207,8	1.000,2	642.943,4	642,9	934.759,0	934,8	1.573.742,3	1.573,7	12.245,1	3.967,2	5.340,5	8.013,8
Junho	655.043,0	655,0	528.300,2	528,3	791.599,3	791,6	1.347.071,1	1.347,1	12.900,2	4.495,5	6.132,1	9.360,8
Julho	514.399,0	514,4	510.193,1	510,2	761.184,5	761,2	1.299.827,3	1.299,8	13.414,6	5.005,7	6.893,3	10.660,7
Agosto	474.253,4	474,3	586.253,0	586,3	823.801,4	823,8	1.331.472,5	1.331,5	13.888,8	5.591,9	7.717,1	11.992,1
Setembro	1.033.200,7	1.033,2	1.070.547,1	1.070,5	1.312.553,9	1.312,6	1.858.733,4	1.858,7	14.922,0	6.662,5	9.029,7	13.850,9
Outubro	1.738.601,5	1.738,6	536.907,5	536,9	758.798,6	758,8	1.206.518,8	1.206,5	16.660,6	7.199,4	9.788,5	15.057,4
Novembro	2.362.519,1	2.362,5	551.922,9	551,9	758.116,0	758,1	1.175.041,1	1.175,0	19.023,1	7.751,3	10.546,6	16.232,4
Dezembro	3.757.430,2	3.757,4	1.059.401,7	1.059,4	1.331.617,3	1.331,6	1.779.230,9	1.779,2	22.780,6	8.810,7	11.878,2	18.011,7

Tabela A 17 Balanço hídrico para cenário de consumo e disponibilidade 8.

	DISPONIBILIDADE			CONSUMO MENSAL						VOLUME ACUMULADO			
	TOTAL		ATUAL	2018		FINAL		Disponível	Atual	Final			
	litros/mês	m³/mês	litros/mês	litros/mês	m³/mês	litros/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês
Janeiro	3.320.835,5	3.320,8	981.305,1	981,3	1.275.723,5	1.275,7	1.791.250,6	1.791,3	3.320,8	981,3	1.275,7	1.791,3	
Fevereiro	2.439.025,4	2.439,0	958.557,6	958,6	1.214.541,1	1.214,5	1.656.655,8	1.656,7	5.759,9	1.939,9	2.490,3	3.447,9	
Março	2.040.740,3	2.040,7	496.834,4	496,8	770.019,1	770,0	1.289.612,0	1.289,6	7.800,6	2.436,7	3.260,3	4.737,5	
Abril	937.644,1	937,6	887.523,4	887,5	1.145.496,0	1.145,5	1.702.497,4	1.702,5	8.738,2	3.324,2	4.405,8	6.440,0	
Mai	777.245,5	777,2	642.943,4	642,9	934.759,0	934,8	1.573.742,3	1.573,7	9.515,5	3.967,2	5.340,5	8.013,8	
Junho	509.023,5	509,0	528.300,2	528,3	791.599,3	791,6	1.347.071,1	1.347,1	10.024,5	4.495,5	6.132,1	9.360,8	
Julho	399.731,3	399,7	510.193,1	510,2	761.184,5	761,2	1.299.827,3	1.299,8	10.424,2	5.005,7	6.893,3	10.660,7	
Agosto	368.534,8	368,5	586.253,0	586,3	823.801,4	823,8	1.331.472,5	1.331,5	10.792,8	5.591,9	7.717,1	11.992,1	
Setembro	802.883,8	802,9	1.070.547,1	1.070,5	1.312.553,9	1.312,6	1.858.733,4	1.858,7	11.595,7	6.662,5	9.029,7	13.850,9	
Outubro	1.351.039,5	1.351,0	536.907,5	536,9	758.798,6	758,8	1.206.518,8	1.206,5	12.946,7	7.199,4	9.788,5	15.057,4	
Novembro	1.835.876,0	1.835,9	551.922,9	551,9	758.116,0	758,1	1.175.041,1	1.175,0	14.782,6	7.751,3	10.546,6	16.232,4	
Dezembro	2.919.839,2	2.919,8	1.059.401,7	1.059,4	1.331.617,3	1.331,6	1.779.230,9	1.779,2	17.702,4	8.810,7	11.878,2	18.011,7	

Tabela A 18 Balanço hídrico para cenário de consumo e disponibilidade 9.

	DISPONIBILIDADE			CONSUMO MENSAL						VOLUME ACUMULADO			
	TOTAL		ATUAL	2018		FINAL		Disponível	Atual	2018	Final		
	litros/mês	m³/mês	litros/mês	litros/mês	m³/mês	litros/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês	m³/mês		
Janeiro	3.037,037,4	3.037,0	981.305,1	981,3	1.275.723,5	1.275,7	1.791.250,6	1.791,3	3.037,0	981,3	1.275,7	1.791,3	
Fevereiro	2.230.586,7	2.230,6	958.557,6	958,6	1.214.541,1	1.214,5	1.656.655,8	1.656,7	5.267,6	1.939,9	2.490,3	3.447,9	
Março	1.866.338,9	1.866,3	496.834,4	496,8	770.019,1	770,0	1.289.612,0	1.289,6	7.134,0	2.436,7	3.260,3	4.737,5	
Abril	857.513,2	857,5	887.523,4	887,5	1.145.496,0	1.145,5	1.702.497,4	1.702,5	7.991,5	3.324,2	4.405,8	6.440,0	
Mai	710.822,2	710,8	642.943,4	642,9	934.759,0	934,8	1.573.742,3	1.573,7	8.702,3	3.967,2	5.340,5	8.013,8	
Junho	465.522,4	465,5	528.300,2	528,3	791.599,3	791,6	1.347.071,1	1.347,1	9.167,8	4.495,5	6.132,1	9.360,8	
Julho	365.570,3	365,6	510.193,1	510,2	761.184,5	761,2	1.299.827,3	1.299,8	9.533,4	5.005,7	6.893,3	10.660,7	
Agosto	337.039,8	337,0	586.253,0	586,3	823.801,4	823,8	1.331.472,5	1.331,5	9.870,4	5.591,9	7.717,1	11.992,1	
Setembro	734.269,5	734,3	1.070.547,1	1.070,5	1.312.553,9	1.312,6	1.858.733,4	1.858,7	10.604,7	6.662,5	9.029,7	13.850,9	
Outubro	1.235.579,9	1.235,6	536.907,5	536,9	758.798,6	758,8	1.206.518,8	1.206,5	11.840,3	7.199,4	9.788,5	15.057,4	
Novembro	1.678.982,3	1.679,0	551.922,9	551,9	758.116,0	758,1	1.175.041,1	1.175,0	13.519,3	7.751,3	10.546,6	16.232,4	
Dezembro	2.670.310,1	2.670,3	1.059.401,7	1.059,4	1.331.617,3	1.331,6	1.779.230,9	1.779,2	16.189,6	8.810,7	11.878,2	18.011,7	

APÊNDICE 6

APÊNDICE 6

Simulações de Tamanho do Reservatório

Captação Total

Tabela A 19 Cálculo diário de consumo para cada cenário de consumo com captação nos quatro blocos.

Dia	Disponibilidade		Consumo Diário											
			Externos Atual		Não Potáveis Atual		Não Potáveis 2018		Totais Atual		Não Potáveis Final		Máximo	
	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia
01/01	154.720	154,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
02/01	162.502	162,5	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
03/01	195.652	195,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
04/01	173.085	173,1	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
05/01	112.934	112,9	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
06/01	170.273	170,3	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
07/01	168.700	168,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
08/01	108.317	108,3	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
09/01	132.005	132,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
10/01	181.478	181,5	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
11/01	157.723	157,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
12/01	186.065	186,1	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
13/01	199.443	199,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
14/01	121.553	121,6	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
15/01	155.431	155,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
16/01	123.115	123,1	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
17/01	114.676	114,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
18/01	129.089	129,1	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
19/01	92.003	92,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
20/01	129.680	129,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
21/01	106.875	106,9	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
22/01	108.611	108,6	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
23/01	107.910	107,9	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
24/01	56.255	56,3	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
25/01	108.317	108,3	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
26/01	192.227	192,2	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
27/01	148.201	148,2	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
28/01	156.774	156,8	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
29/01	176.465	176,5	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
30/01	97.832	97,8	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
31/01	116.083	116,1	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
01/12	130.417	130,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
02/12	102.083	102,1	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
03/12	88.396	88,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
04/12	102.686	102,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
05/12	121.221	121,2	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
06/12	99.001	99,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
07/12	124.305	124,3	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
08/12	118.735	118,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7

Dia	Consumo Diário													
	Disponibilidade		Externos Atual		Não Potáveis Atual		Não Potáveis 2018		Totais Atual		Não Potáveis Final		Máximo	
	l/dia	m³/dia	l/dia	m³/dia	l/dia	m³/dia	l/dia	m³/dia	l/dia	m³/dia	l/dia	m³/dia	l/dia	m³/dia
09/12	212.964	213,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
10/12	142.072	142,1	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
11/12	78.207	78,2	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
12/12	113.240	113,2	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
13/12	149.976	150,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
14/12	173.587	173,6	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
15/12	114.771	114,8	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
16/12	157.143	157,1	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
17/12	150.942	150,9	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
18/12	115.613	115,6	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
19/12	127.713	127,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
20/12	103.288	103,3	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
21/12	123.158	123,2	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
22/12	122.667	122,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
23/12	148.167	148,2	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
24/12	140.163	140,2	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
25/12	108.443	108,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
26/12	93.978	94,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
27/12	79.945	79,9	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
28/12	141.636	141,6	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
29/12	109.594	109,6	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
30/12	119.431	119,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7
31/12	148.943	148,9	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	36.772	36,8	49.347	49,3	63.739	63,7

Tabela A 20 Simulação de massas para Reservatório de 40 m³ com captação total.

RESERVATÓRIO 40 m³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1
01/01	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40
02/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
03/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
04/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
05/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
06/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
07/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
08/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
09/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
10/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
11/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
12/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
13/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
14/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
15/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
16/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
17/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
18/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
19/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
20/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
21/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

RESERVATÓRIO 40 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
22/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
23/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
24/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	32.52
25/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	32.5	40
26/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
27/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
28/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
29/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
30/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
31/01	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
01/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
02/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
03/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
04/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
05/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
06/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
07/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
08/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
09/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
10/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
11/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
12/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
13/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
14/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
15/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
16/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
17/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
18/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
19/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
20/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
21/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
22/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
23/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
24/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
25/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
26/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
27/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
28/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
29/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
30/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
31/12	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	n	16.00		n	47.00		n	96.00		n	148.00		n	192.00	
	PR=	0.04		PR=	0.13		PR=	0.26		PR=	0.41		PR=	0.53	
	Edt=	0.96		Edt=	0.87		Edt=	0.74		Edt=	0.59		Edt=	0.47	
	Va=	5,354		Va=	8,203		Va=	10,376		Va=	13,910		Va=	16,398	

Tabela A 21 Simulação de massas para Reservatório de 100 m³ com captação total.

RESERVATÓRIO 100 m ³					
Dia	Externos Atual	Não Potáveis Atual	Não Potáveis 2018	Não Potáveis Final	Máximo

RESERVATÓRIO 100 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
15/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
16/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
17/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
18/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
19/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
20/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
21/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
22/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
23/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
24/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
25/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
26/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
27/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
28/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
29/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
31/12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	n	6,00		n	42,00		n	82,00		n	144,00		n	181,00	
	PR=	0,02		PR=	0,12		PR=	0,22		PR=	0,39		PR=	0,50	
	Edt=	0,98		Edt=	0,88		Edt=	0,78		Edt=	0,61		Edt=	0,50	
	Va=	5.437		Va=	8.263		Va=	10.527		Va=	13.984		Va=	16.539	

Tabela A 22 Simulação de massas para Reservatório de 500 m³ com captação total.

RESERVATÓRIO 500 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
01/01	500	0	139.7	500	0	130.6	500	0	122.2	500	0	105.4	500	0	90.98
02/01	500	139.7	287.2	500	130.6	268.9	500	122.2	252.1	500	105.4	218.5	500	90.98	189.7
03/01	500	287.2	467.8	500	268.9	440.5	500	252.1	415.2	500	218.5	364.8	500	189.7	321.7
04/01	500	467.8	500	500	440.5	500	500	415.2	500	500	364.8	488.6	500	321.7	431
05/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	488.6	500	500	431	480.2
06/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	480.2	500
07/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
08/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
09/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
10/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
11/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
12/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
13/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
14/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
15/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
16/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
17/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
18/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
19/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

RESERVATÓRIO 500 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
20/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
21/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
22/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
23/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
24/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	492.5
25/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	492.5	500
26/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
27/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
28/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
29/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
30/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
31/01	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
01/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
02/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
03/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
04/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
05/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
06/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
07/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
08/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
09/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
10/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
11/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
12/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
13/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
14/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
15/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
16/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
17/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
18/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
19/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
20/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
21/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
22/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
23/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
24/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
25/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
26/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
27/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
28/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
29/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
30/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
31/12	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
		n	0.00		n	10.00		n	53.00		n	127.00		n	168.00
		PR=	0.00		PR=	0.03		PR=	0.15		PR=	0.35		PR=	0.46
		Edt=	1.00		Edt=	0.97		Edt=	0.85		Edt=	0.65		Edt=	0.54
		Va=	5,483		Va=	8,663		Va=	10,939		Va=	14,384		Va=	16,939

Tabela A 23 Simulação de massas para Reservatório de 1000 m³ com captação total.

Dia	RESERVATÓRIO 1000 m ³														
	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
01/01	1000	0	139,7	1000	0	130,58	1000	0	122,18	1000	0	105,37	1000	0	90,981
02/01	1000	139,7	287,18	1000	130,58	268,94	1000	122,18	252,14	1000	105,37	218,53	1000	90,981	189,74
03/01	1000	287,18	467,81	1000	268,94	440,46	1000	252,14	415,25	1000	218,53	364,83	1000	189,74	321,66
04/01	1000	467,81	625,87	1000	440,46	589,4	1000	415,25	555,79	1000	364,83	488,57	1000	321,66	431
05/01	1000	625,87	723,78	1000	589,4	678,2	1000	555,79	636,18	1000	488,57	552,16	1000	431	480,2
06/01	1000	723,78	879,03	1000	678,2	824,33	1000	636,18	773,91	1000	552,16	673,08	1000	480,2	586,73
07/01	1000	879,03	1000	1000	824,33	968,89	1000	773,91	910,06	1000	673,08	792,44	1000	586,73	691,69
08/01	1000	1000	1000	1000	968,89	1000	1000	910,06	985,84	1000	792,44	851,41	1000	691,69	736,27
09/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	985,84	1000	1000	851,41	934,06	1000	736,27	804,53
10/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	934,06	1000	1000	804,53	922,27
11/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	922,27	1000
12/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
13/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
14/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
15/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
16/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
17/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
18/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
19/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
20/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
21/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
22/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
23/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
24/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	992,52
25/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	992,52	1000
26/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
27/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
28/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
29/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
30/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
31/01	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
01/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	501,68	568,36
02/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	568,36	606,7
03/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	606,7	631,36
04/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	631,36	670,3
05/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	670,3	727,78
06/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	727,78	763,05
07/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	763,05	823,61
08/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	823,61	878,61
09/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	878,61	1000
10/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
11/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
12/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
13/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
14/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
15/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
16/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
17/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
18/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

RESERVATÓRIO 1000 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
19/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
20/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
21/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
22/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
23/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
24/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
25/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
26/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
27/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
28/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
29/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
30/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
31/12	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	n	0,00		n	0,00		n	24,00		n	107,00		n	154,00	
	PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,07		PR=	0,29		PR=	0,42	
	Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	0,93		Edt=	0,71		Edt=	0,58	
	Va=	5.483		Va=	8.811		Va=	11.439		Va=	14.884		Va=	17.439	

Tabela A 24 Simulação de massas para Reservatório de 2500 m³ com captação total.

RESERVATÓRIO 2500 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
01/01	2500	0	139,7	2500	0	130,58	2500	0	122,18	2500	0	105,37	2500	0	90,981
02/01	2500	139,7	287,18	2500	130,58	268,94	2500	122,18	252,14	2500	105,37	218,53	2500	90,981	189,74
03/01	2500	287,18	467,81	2500	268,94	440,46	2500	252,14	415,25	2500	218,53	364,83	2500	189,74	321,66
04/01	2500	467,81	625,87	2500	440,46	589,4	2500	415,25	555,79	2500	364,83	488,57	2500	321,66	431
05/01	2500	625,87	723,78	2500	589,4	678,2	2500	555,79	636,18	2500	488,57	552,16	2500	431	480,2
06/01	2500	723,78	879,03	2500	678,2	824,33	2500	636,18	773,91	2500	552,16	673,08	2500	480,2	586,73
07/01	2500	879,03	1032,7	2500	824,33	968,89	2500	773,91	910,06	2500	673,08	792,44	2500	586,73	691,69
08/01	2500	1032,7	1126	2500	968,89	1053,1	2500	910,06	985,84	2500	792,44	851,41	2500	691,69	736,27
09/01	2500	1126	1243	2500	1053,1	1160,9	2500	985,84	1085,3	2500	851,41	934,06	2500	736,27	804,53
10/01	2500	1243	1409,4	2500	1160,9	1318,3	2500	1085,3	1234,2	2500	934,06	1066,2	2500	804,53	922,27
11/01	2500	1409,4	1552,1	2500	1318,3	1451,9	2500	1234,2	1359,4	2500	1066,2	1174,6	2500	922,27	1016,3
12/01	2500	1552,1	1723,2	2500	1451,9	1613,8	2500	1359,4	1512,9	2500	1174,6	1311,3	2500	1016,3	1138,6
13/01	2500	1723,2	1907,6	2500	1613,8	1789,1	2500	1512,9	1679,8	2500	1311,3	1461,4	2500	1138,6	1274,3
14/01	2500	1907,6	2014,1	2500	1789,1	1886,5	2500	1679,8	1768,8	2500	1461,4	1533,6	2500	1274,3	1332,1
15/01	2500	2014,1	2154,5	2500	1886,5	2017,8	2500	1768,8	1891,7	2500	1533,6	1639,7	2500	1332,1	1423,8
16/01	2500	2154,5	2262,6	2500	2017,8	2116,8	2500	1891,7	1982,3	2500	1639,7	1713,4	2500	1423,8	1483,2
17/01	2500	2262,6	2362,3	2500	2116,8	2207,3	2500	1982,3	2064,4	2500	1713,4	1778,8	2500	1483,2	1534,1
18/01	2500	2362,3	2476,3	2500	2207,3	2312,3	2500	2064,4	2161	2500	1778,8	1858,5	2500	1534,1	1599,4
19/01	2500	2476,3	2500	2500	2312,3	2380,1	2500	2161	2220,4	2500	1858,5	1901,2	2500	1599,4	1627,7
20/01	2500	2500	2500	2500	2380,1	2485,7	2500	2220,4	2317,6	2500	1901,2	1981,5	2500	1627,7	1693,7
21/01	2500	2500	2500	2500	2485,7	2500	2500	2317,6	2391,9	2500	1981,5	2039	2500	1693,7	1736,8
22/01	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2391,9	2468	2500	2039	2098,3	2500	1736,8	1781,7
23/01	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2468	2500	2500	2098,3	2156,9	2500	1781,7	1825,8
24/01	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2156,9	2163,8	2500	1825,8	1818,3
25/01	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2163,8	2222,7	2500	1818,3	1862,9
26/01	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2222,7	2365,6	2500	1862,9	1991,4
27/01	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2365,6	2464,5	2500	1991,4	2075,9
28/01	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2464,5	2500	2500	2075,9	2168,9

RESERVATÓRIO 2500 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
29/01	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2168,9	2281,6
30/01	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2281,6	2315,7
31/01	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2315,7	2368,1
01/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1220,5	1301,6	2500	501,68	568,36
02/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1301,6	1354,3	2500	568,36	606,7
03/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1354,3	1393,3	2500	606,7	631,36
04/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1393,3	1446,7	2500	631,36	670,3
05/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1446,7	1518,6	2500	670,3	727,78
06/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1518,6	1568,2	2500	727,78	763,05
07/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1568,2	1643,2	2500	763,05	823,61
08/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1643,2	1712,6	2500	823,61	878,61
09/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1712,6	1876,2	2500	878,61	1027,8
10/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1876,2	1968,9	2500	1027,8	1106,2
11/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1968,9	1997,8	2500	1106,2	1120,6
12/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1997,8	2061,6	2500	1120,6	1170,1
13/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2061,6	2162,3	2500	1170,1	1256,4
14/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2162,3	2286,5	2500	1256,4	1366,2
15/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2286,5	2351,9	2500	1366,2	1417,2
16/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2351,9	2459,7	2500	1417,2	1510,7
17/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2459,7	2500	2500	1510,7	1597,9
18/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1597,9	1649,7
19/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1649,7	1713,7
20/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1713,7	1753,3
21/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1753,3	1812,7
22/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1812,7	1871,6
23/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1871,6	1956
24/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	1956	2032,4
25/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2032,4	2077,2
26/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2077,2	2107,4
27/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2107,4	2123,6
28/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2123,6	2201,5
29/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2201,5	2247,3
30/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2247,3	2303
31/12	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2303	2388,2
		n	0,00		n	0,00		n	0,00		n	60,00		n	114,00
		PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,16		PR=	0,31
		Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	0,84		Edt=	0,69
		Va=	5.483		Va=	8.811		Va=	11.878		Va=	16.384		Va=	18.939

Tabela A 25 Simulação de massas para Reservatório de 5000 m³ com captação total.

RESERVATÓRIO 5000 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
01/01	5000	0	139,7	5000	0	130,58	5000	0	122,18	5000	0	105,37	5000	0	90,981
02/01	5000	139,7	287,18	5000	130,58	268,94	5000	122,18	252,14	5000	105,37	218,53	5000	90,981	189,74
03/01	5000	287,18	467,81	5000	268,94	440,46	5000	252,14	415,25	5000	218,53	364,83	5000	189,74	321,66
04/01	5000	467,81	625,87	5000	440,46	589,4	5000	415,25	555,79	5000	364,83	488,57	5000	321,66	431
05/01	5000	625,87	723,78	5000	589,4	678,2	5000	555,79	636,18	5000	488,57	552,16	5000	431	480,2
06/01	5000	723,78	879,03	5000	678,2	824,33	5000	636,18	773,91	5000	552,16	673,08	5000	480,2	586,73
07/01	5000	879,03	1032,7	5000	824,33	968,89	5000	773,91	910,06	5000	673,08	792,44	5000	586,73	691,69

RESERVATÓRIO 5000 m³

Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1
08/01	5000	1032,7	1126	5000	968,89	1053,1	5000	910,06	985,84	5000	792,44	851,41	5000	691,69	736,27
09/01	5000	1126	1243	5000	1053,1	1160,9	5000	985,84	1085,3	5000	851,41	934,06	5000	736,27	804,53
10/01	5000	1243	1409,4	5000	1160,9	1318,3	5000	1085,3	1234,2	5000	934,06	1066,2	5000	804,53	922,27
11/01	5000	1409,4	1552,1	5000	1318,3	1451,9	5000	1234,2	1359,4	5000	1066,2	1174,6	5000	922,27	1016,3
12/01	5000	1552,1	1723,2	5000	1451,9	1613,8	5000	1359,4	1512,9	5000	1174,6	1311,3	5000	1016,3	1138,6
13/01	5000	1723,2	1907,6	5000	1613,8	1789,1	5000	1512,9	1679,8	5000	1311,3	1461,4	5000	1138,6	1274,3
14/01	5000	1907,6	2014,1	5000	1789,1	1886,5	5000	1679,8	1768,8	5000	1461,4	1533,6	5000	1274,3	1332,1
15/01	5000	2014,1	2154,5	5000	1886,5	2017,8	5000	1768,8	1891,7	5000	1533,6	1639,7	5000	1332,1	1423,8
16/01	5000	2154,5	2262,6	5000	2017,8	2116,8	5000	1891,7	1982,3	5000	1639,7	1713,4	5000	1423,8	1483,2
17/01	5000	2262,6	2362,3	5000	2116,8	2207,3	5000	1982,3	2064,4	5000	1713,4	1778,8	5000	1483,2	1534,1
18/01	5000	2362,3	2476,3	5000	2207,3	2312,3	5000	2064,4	2161	5000	1778,8	1858,5	5000	1534,1	1599,4
19/01	5000	2476,3	2553,3	5000	2312,3	2380,1	5000	2161	2220,4	5000	1858,5	1901,2	5000	1599,4	1627,7
20/01	5000	2553,3	2668	5000	2380,1	2485,7	5000	2220,4	2317,6	5000	1901,2	1981,5	5000	1627,7	1693,7
21/01	5000	2668	2759,8	5000	2485,7	2568,4	5000	2317,6	2391,9	5000	1981,5	2039	5000	1693,7	1736,8
22/01	5000	2759,8	2853,4	5000	2568,4	2652,9	5000	2391,9	2468	5000	2039	2098,3	5000	1736,8	1781,7
23/01	5000	2853,4	2946,3	5000	2652,9	2736,6	5000	2468	2543,3	5000	2098,3	2156,9	5000	1781,7	1825,8
24/01	5000	2946,3	2987,5	5000	2736,6	2768,8	5000	2543,3	2567,1	5000	2156,9	2163,8	5000	1825,8	1818,3
25/01	5000	2987,5	3080,8	5000	2768,8	2852,9	5000	2567,1	2642,8	5000	2163,8	2222,7	5000	1818,3	1862,9
26/01	5000	3080,8	3258	5000	2852,9	3021	5000	2642,8	2802,5	5000	2222,7	2365,6	5000	1862,9	1991,4
27/01	5000	3258	3391,2	5000	3021	3145,1	5000	2802,5	2918,2	5000	2365,6	2464,5	5000	1991,4	2075,9
28/01	5000	3391,2	3533	5000	3145,1	3277,7	5000	2918,2	3042,4	5000	2464,5	2571,9	5000	2075,9	2168,9
29/01	5000	3533	3694,4	5000	3277,7	3430	5000	3042,4	3186,3	5000	2571,9	2699	5000	2168,9	2281,6
30/01	5000	3694,4	3777,2	5000	3430	3503,7	5000	3186,3	3251,6	5000	2699	2747,5	5000	2281,6	2315,7
31/01	5000	3777,2	3878,3	5000	3503,7	3595,7	5000	3251,6	3335,2	5000	2747,5	2814,2	5000	2315,7	2368,1
01/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	2092,4	2173,4	5000	501,68	568,36
02/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	2173,4	2226,2	5000	568,36	606,7
03/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	2226,2	2265,2	5000	606,7	631,36
04/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	2265,2	2318,6	5000	631,36	670,3
05/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	2318,6	2390,4	5000	670,3	727,78
06/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	2390,4	2440,1	5000	727,78	763,05
07/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	2440,1	2515	5000	763,05	823,61
08/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	2515	2584,4	5000	823,61	878,61
09/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	2584,4	2748,1	5000	878,61	1027,8
10/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	2748,1	2840,8	5000	1027,8	1106,2
11/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	2840,8	2869,6	5000	1106,2	1120,6
12/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	2869,6	2933,5	5000	1120,6	1170,1
13/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	2933,5	3034,2	5000	1170,1	1256,4
14/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	3034,2	3158,4	5000	1256,4	1366,2
15/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	3158,4	3223,8	5000	1366,2	1417,2
16/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	3223,8	3331,6	5000	1417,2	1510,7
17/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	3331,6	3433,2	5000	1510,7	1597,9
18/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	3433,2	3499,5	5000	1597,9	1649,7
19/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	3499,5	3577,8	5000	1649,7	1713,7
20/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	3577,8	3631,8	5000	1713,7	1753,3
21/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	3631,8	3705,6	5000	1753,3	1812,7
22/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	3705,6	3778,9	5000	1812,7	1871,6
23/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	3778,9	3877,7	5000	1871,6	1956
24/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	3877,7	3968,6	5000	1956	2032,4
25/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	3968,6	4027,6	5000	2032,4	2077,2
26/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	4027,6	4072,3	5000	2077,2	2107,4
27/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	4072,3	4102,9	5000	2107,4	2123,6

RESERVATÓRIO 5000 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
28/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	4102,9	4195,2	5000	2123,6	2201,5
29/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	4195,2	4255,4	5000	2201,5	2247,3
30/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	4255,4	4325,5	5000	2247,3	2303
31/12	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	4325,5	4425,1	5000	2303	2388,2
	n	0,00		n	0,00		n	0,00		n	0,00		n	0,00	73,00
	PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,00	0,20
	Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	1,00	0,80
	Va=	5.483		Va=	8.811		Va=	11.878		Va=	18.012		Va=	20.877	

Captação Blocos 1, 2 e 3

Tabela A 26 Cálculo diário de consumo para cada cenário de consumo com captação nos Blocos 1-3.

Dia	Consumo Diário													
	Disponibilidade		Externos Atual		Não Potáveis Atual		Não Potáveis 2018		Não Potáveis Final		Máximo			
	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia		
01/01	109.956	110,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
02/01	115.486	115,5	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
03/01	139.045	139,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
04/01	123.007	123,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
05/01	80.259	80,3	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
06/01	121.008	121,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
07/01	119.891	119,9	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
08/01	76.978	77,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
09/01	93.812	93,8	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
10/01	128.972	129,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
11/01	112.089	112,1	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
12/01	132.231	132,2	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
13/01	141.739	141,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
14/01	86.385	86,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
15/01	110.461	110,5	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
16/01	87.495	87,5	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
17/01	81.497	81,5	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
18/01	91.740	91,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
19/01	65.384	65,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
20/01	92.160	92,2	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
21/01	75.953	76,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
22/01	77.187	77,2	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
23/01	76.689	76,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
24/01	39.979	40,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
25/01	76.978	77,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
26/01	136.611	136,6	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
27/01	105.323	105,3	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
28/01	111.415	111,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
29/01	125.409	125,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		
30/01	69.527	69,5	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3		

Dia	Consumo Diário											
	Disponibilidade		Externos Atual		Não Potáveis Atual		Não Potáveis 2018		Não Potáveis Final		Máximo	
	l/dia	m³/dia	l/dia	m³/dia	l/dia	m³/dia	l/dia	m³/dia	l/dia	m³/dia	l/dia	m³/dia
31/01	82.497	82,5	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
01/12	92.684	92,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
02/12	72.548	72,5	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
03/12	62.821	62,8	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
04/12	72.976	73,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
05/12	86.149	86,1	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
06/12	70.358	70,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
07/12	88.341	88,3	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
08/12	84.382	84,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
09/12	151.348	151,3	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
10/12	100.967	101,0	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
11/12	55.580	55,6	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
12/12	80.477	80,5	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
13/12	106.584	106,6	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
14/12	123.364	123,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
15/12	81.565	81,6	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
16/12	111.678	111,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
17/12	107.271	107,3	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
18/12	82.163	82,2	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
19/12	90.762	90,8	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
20/12	73.404	73,4	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
21/12	87.526	87,5	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
22/12	87.176	87,2	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
23/12	105.299	105,3	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
24/12	99.610	99,6	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
25/12	77.068	77,1	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
26/12	66.788	66,8	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
27/12	56.815	56,8	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
28/12	100.657	100,7	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
29/12	77.886	77,9	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
30/12	84.877	84,9	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3
31/12	105.850	105,9	15.023	15,0	24.139	24,1	32.543	32,5	49.347	49,3	45.298	45,3

Tabela A 27 Simulação de massas para Reservatório de 40 m³ com captação Blocos 1-3.

Dia	RESERVATÓRIO 40 m³														
	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1
01/01	40,0	0,0	40,0	40,0	0,0	40,0	40,0	0,0	40,0	40,0	0,0	40,0	40,0	0,0	40,0
02/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
03/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
04/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
05/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
06/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
07/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
08/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
09/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
10/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
11/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
12/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0

RESERVATÓRIO 40 m³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1
	n	30,00		n	97,00		n	137,00		n	196,00		n	188,00	
	PR=	0,08		PR=	0,27		PR=	0,38		PR=	0,54		PR=	0,52	
	Edt=	0,92		Edt=	0,73		Edt=	0,62		Edt=	0,46		Edt=	0,48	
	Va=	5.216		Va=	7.660		Va=	9.409		Va=	12.304		Va=	11.703	

Tabela A 28 Simulação de massas para Reservatório de 100 m³ com captação Blocos 1-3.

RESERVATÓRIO 100 m³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1
01/01	100,0	0,0	94,9	100,0	0,0	85,8	100,0	0,0	77,4	100,0	0,0	60,6	100,0	0,0	64,7
02/01	100,0	94,9	100,0	100,0	85,8	100,0	100,0	77,4	100,0	100,0	60,6	100,0	100,0	64,7	100,0
03/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
04/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
05/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
06/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
07/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
08/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
09/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
10/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
11/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
12/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
13/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
14/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
15/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
16/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
17/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
18/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
19/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
20/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
21/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
22/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
23/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
24/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	90,6	100,0	100,0	94,7
25/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	90,6	100,0	100,0	94,7	100,0
26/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
27/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
28/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
29/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
30/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
31/01	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
01/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
02/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
03/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
04/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
05/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
06/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
07/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
08/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
09/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

RESERVATÓRIO 100 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
10/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
11/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
12/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
13/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
14/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
15/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
16/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
17/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
18/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
19/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
20/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
21/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
22/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
23/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
24/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
25/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
26/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
27/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
28/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
29/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
30/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
31/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	n	25,00		n	86,00		n	133,00		n	190,00		n	180,00	
	PR=	0,07		PR=	0,24		PR=	0,36		PR=	0,52		PR=	0,49	
	Edt=	0,93		Edt=	0,76		Edt=	0,64		Edt=	0,48		Edt=	0,51	
	Va=	5.276		Va=	7.743		Va=	9.469		Va=	12.386		Va=	11.783	

Tabela A 29 Simulação de massas para Reservatório de 500 m³ com captação Blocos 1-3.

RESERVATÓRIO 500 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
01/01	500,0	0,0	94,9	500,0	0,0	85,8	500,0	0,0	77,4	500,0	0,0	60,6	500,0	0,0	64,7
02/01	500,0	94,9	195,4	500,0	85,8	177,2	500,0	77,4	160,4	500,0	60,6	126,7	500,0	64,7	134,8
03/01	500,0	195,4	319,4	500,0	177,2	292,1	500,0	160,4	266,9	500,0	126,7	216,4	500,0	134,8	228,6
04/01	500,0	319,4	427,4	500,0	292,1	390,9	500,0	266,9	357,3	500,0	216,4	290,1	500,0	228,6	306,3
05/01	500,0	427,4	492,6	500,0	390,9	447,1	500,0	357,3	405,0	500,0	290,1	321,0	500,0	306,3	341,3
06/01	500,0	492,6	500,0	500,0	447,1	500,0	500,0	405,0	493,5	500,0	321,0	392,7	500,0	341,3	417,0
07/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	493,5	500,0	500,0	392,7	463,2	500,0	417,0	491,6
08/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	463,2	490,9	500,0	491,6	500,0
09/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	490,9	500,0	500,0	500,0	500,0
10/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
11/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
12/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
13/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
14/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
15/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
16/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
17/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
18/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0

Tabela A 30 Simulação de massas para Reservatório de 1000 m³ com captação Blocos 1-3.

Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
01/01	1.000	0	95	1.000	0	86	1.000	0	77	1.000	0	61	1.000	0	65
02/01	1.000	95	195	1.000	86	177	1.000	77	160	1.000	61	127	1.000	65	135
03/01	1.000	195	319	1.000	177	292	1.000	160	267	1.000	127	216	1.000	135	229
04/01	1.000	319	427	1.000	292	391	1.000	267	357	1.000	216	290	1.000	229	306
05/01	1.000	427	493	1.000	391	447	1.000	357	405	1.000	290	321	1.000	306	341
06/01	1.000	493	599	1.000	447	544	1.000	405	494	1.000	321	393	1.000	341	417
07/01	1.000	599	703	1.000	544	640	1.000	494	581	1.000	393	463	1.000	417	492
08/01	1.000	703	765	1.000	640	693	1.000	581	625	1.000	463	491	1.000	492	523
09/01	1.000	765	844	1.000	693	762	1.000	625	687	1.000	491	535	1.000	523	572
10/01	1.000	844	958	1.000	762	867	1.000	687	783	1.000	535	615	1.000	572	655
11/01	1.000	958	1.000	1.000	867	955	1.000	783	863	1.000	615	678	1.000	655	722
12/01	1.000	1.000	1.000	1.000	955	1.000	1.000	863	962	1.000	678	761	1.000	722	809
13/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	962	1.000	1.000	761	853	1.000	809	906
14/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	853	890	1.000	906	947
15/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	890	951	1.000	947	1.000
16/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	951	989	1.000	1.000	1.000
17/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	989	1.000	1.000	1.000	1.000
18/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
19/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
20/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
21/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
22/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
23/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
24/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	991	1.000	1.000	995
25/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	991	1.000	1.000	995	1.000
26/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
27/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
28/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
29/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
30/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
31/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
01/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	244	287	1.000	357	404
02/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	287	310	1.000	404	431
03/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	310	324	1.000	431	449
04/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	324	347	1.000	449	476
05/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	347	384	1.000	476	517
06/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	384	405	1.000	517	542
07/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	405	444	1.000	542	585
08/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	444	479	1.000	585	624
09/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	479	581	1.000	624	730
10/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	581	633	1.000	730	786
11/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	633	639	1.000	786	796
12/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	639	670	1.000	796	832
13/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	670	727	1.000	832	893
14/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	727	801	1.000	893	971
15/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	801	834	1.000	971	1.000
16/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	834	896	1.000	1.000	1.000
17/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	896	954	1.000	1.000	1.000
18/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	954	987	1.000	1.000	1.000

RESERVATÓRIO 1000 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
19/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	987	1.000	1.000	1.000	1.000
20/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
21/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
22/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
23/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
24/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
25/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
26/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
27/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
28/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
29/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
30/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
31/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		n	0,00		n	18,00		n	80,00		n	158,00		n	142,00
		PR=	0,00		PR=	0,05		PR=	0,22		PR=	0,43		PR=	0,39
		Edt=	1,00		Edt=	0,95		Edt=	0,78		Edt=	0,57		Edt=	0,61
		Va=	5.483		Va=	8.643		Va=	10.369		Va=	13.286		Va=	12.683

Tabela A 31 Simulação de massas para Reservatório de 2500 m³ com captação Blocos 1-3.

RESERVATÓRIO 2500 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
01/01	2.500	0	95	2.500	0	86	2.500	0	77	2.500	0	61	2.500	0	65
02/01	2.500	95	195	2.500	86	177	2.500	77	160	2.500	61	127	2.500	65	135
03/01	2.500	195	319	2.500	177	292	2.500	160	267	2.500	127	216	2.500	135	229
04/01	2.500	319	427	2.500	292	391	2.500	267	357	2.500	216	290	2.500	229	306
05/01	2.500	427	493	2.500	391	447	2.500	357	405	2.500	290	321	2.500	306	341
06/01	2.500	493	599	2.500	447	544	2.500	405	494	2.500	321	393	2.500	341	417
07/01	2.500	599	703	2.500	544	640	2.500	494	581	2.500	393	463	2.500	417	492
08/01	2.500	703	765	2.500	640	693	2.500	581	625	2.500	463	491	2.500	492	523
09/01	2.500	765	844	2.500	693	762	2.500	625	687	2.500	491	535	2.500	523	572
10/01	2.500	844	958	2.500	762	867	2.500	687	783	2.500	535	615	2.500	572	655
11/01	2.500	958	1.055	2.500	867	955	2.500	783	863	2.500	615	678	2.500	655	722
12/01	2.500	1.055	1.172	2.500	955	1.063	2.500	863	962	2.500	678	761	2.500	722	809
13/01	2.500	1.172	1.299	2.500	1.063	1.181	2.500	962	1.071	2.500	761	853	2.500	809	906
14/01	2.500	1.299	1.371	2.500	1.181	1.243	2.500	1.071	1.125	2.500	853	890	2.500	906	947
15/01	2.500	1.371	1.466	2.500	1.243	1.329	2.500	1.125	1.203	2.500	890	951	2.500	947	1.012
16/01	2.500	1.466	1.538	2.500	1.329	1.393	2.500	1.203	1.258	2.500	951	989	2.500	1.012	1.054
17/01	2.500	1.538	1.605	2.500	1.393	1.450	2.500	1.258	1.307	2.500	989	1.021	2.500	1.054	1.090
18/01	2.500	1.605	1.682	2.500	1.450	1.518	2.500	1.307	1.366	2.500	1.021	1.064	2.500	1.090	1.137
19/01	2.500	1.682	1.732	2.500	1.518	1.559	2.500	1.366	1.399	2.500	1.064	1.080	2.500	1.137	1.157
20/01	2.500	1.732	1.809	2.500	1.559	1.627	2.500	1.399	1.459	2.500	1.080	1.123	2.500	1.157	1.204
21/01	2.500	1.809	1.870	2.500	1.627	1.679	2.500	1.459	1.502	2.500	1.123	1.149	2.500	1.204	1.234
22/01	2.500	1.870	1.932	2.500	1.679	1.732	2.500	1.502	1.547	2.500	1.149	1.177	2.500	1.234	1.266
23/01	2.500	1.932	1.994	2.500	1.732	1.784	2.500	1.547	1.591	2.500	1.177	1.204	2.500	1.266	1.298
24/01	2.500	1.994	2.019	2.500	1.784	1.800	2.500	1.591	1.598	2.500	1.204	1.195	2.500	1.298	1.292
25/01	2.500	2.019	2.081	2.500	1.800	1.853	2.500	1.598	1.643	2.500	1.195	1.223	2.500	1.292	1.324
26/01	2.500	2.081	2.202	2.500	1.853	1.965	2.500	1.643	1.747	2.500	1.223	1.310	2.500	1.324	1.415
27/01	2.500	2.202	2.293	2.500	1.965	2.047	2.500	1.747	1.820	2.500	1.310	1.366	2.500	1.415	1.475

RESERVATÓRIO 2500 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
28/01	2.500	2.293	2.389	2.500	2.047	2.134	2.500	1.820	1.899	2.500	1.366	1.428	2.500	1.475	1.541
29/01	2.500	2.389	2.499	2.500	2.134	2.235	2.500	1.899	1.991	2.500	1.428	1.504	2.500	1.541	1.621
30/01	2.500	2.499	2.500	2.500	2.235	2.281	2.500	1.991	2.028	2.500	1.504	1.524	2.500	1.621	1.646
31/01	2.500	2.500	2.500	2.500	2.281	2.339	2.500	2.028	2.078	2.500	1.524	1.557	2.500	1.646	1.683
01/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.021	1.082	2.500	244	287	2.500	357	404
02/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.082	1.122	2.500	287	310	2.500	404	431
03/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.122	1.152	2.500	310	324	2.500	431	449
04/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.152	1.192	2.500	324	347	2.500	449	476
05/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.192	1.246	2.500	347	384	2.500	476	517
06/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.246	1.284	2.500	384	405	2.500	517	542
07/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.284	1.340	2.500	405	444	2.500	542	585
08/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.340	1.391	2.500	444	479	2.500	585	624
09/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.391	1.510	2.500	479	581	2.500	624	730
10/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.510	1.579	2.500	581	633	2.500	730	786
11/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.579	1.602	2.500	633	639	2.500	786	796
12/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.602	1.650	2.500	639	670	2.500	796	832
13/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.650	1.724	2.500	670	727	2.500	832	893
14/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.724	1.814	2.500	727	801	2.500	893	971
15/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.814	1.863	2.500	801	834	2.500	971	1.007
16/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.863	1.943	2.500	834	896	2.500	1.007	1.074
17/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.943	2.017	2.500	896	954	2.500	1.074	1.136
18/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.017	2.067	2.500	954	987	2.500	1.136	1.172
19/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.067	2.125	2.500	987	1.028	2.500	1.172	1.218
20/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.125	2.166	2.500	1.028	1.052	2.500	1.218	1.246
21/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.166	2.221	2.500	1.052	1.090	2.500	1.246	1.288
22/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.221	2.276	2.500	1.090	1.128	2.500	1.288	1.330
23/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.276	2.348	2.500	1.128	1.184	2.500	1.330	1.390
24/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.348	2.415	2.500	1.184	1.234	2.500	1.390	1.444
25/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.415	2.460	2.500	1.234	1.262	2.500	1.444	1.476
26/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.460	2.494	2.500	1.262	1.280	2.500	1.476	1.498
27/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.494	2.500	2.500	1.280	1.287	2.500	1.498	1.509
28/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.287	1.338	2.500	1.509	1.565
29/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.338	1.367	2.500	1.565	1.597
30/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.367	1.402	2.500	1.597	1.637
31/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.402	1.459	2.500	1.637	1.697
		n	0,00		n	0,00		n	1,00		n	112,00		n	93,00
		PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,31		PR=	0,25
		Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	0,69		Edt=	0,75
		Va=	5.483		Va=	8.811		Va=	11.869		Va=	14.786		Va=	14.183

Tabela A 32 Simulação de massas para Reservatório de 5000 m³ com captação Blocos 1-3.

RESERVATÓRIO 5000 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
01/01	5.000	0	95	5.000	0	86	5.000	0	77	5.000	0	61	5.000	0	65
02/01	5.000	95	195	5.000	86	177	5.000	77	160	5.000	61	127	5.000	65	135
03/01	5.000	195	319	5.000	177	292	5.000	160	267	5.000	127	216	5.000	135	229
04/01	5.000	319	427	5.000	292	391	5.000	267	357	5.000	216	290	5.000	229	306
05/01	5.000	427	493	5.000	391	447	5.000	357	405	5.000	290	321	5.000	306	341

RESERVATÓRIO 5000 m³

Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
06/01	5.000	493	599	5.000	447	544	5.000	405	494	5.000	321	393	5.000	341	417
07/01	5.000	599	703	5.000	544	640	5.000	494	581	5.000	393	463	5.000	417	492
08/01	5.000	703	765	5.000	640	693	5.000	581	625	5.000	463	491	5.000	492	523
09/01	5.000	765	844	5.000	693	762	5.000	625	687	5.000	491	535	5.000	523	572
10/01	5.000	844	958	5.000	762	867	5.000	687	783	5.000	535	615	5.000	572	655
11/01	5.000	958	1.055	5.000	867	955	5.000	783	863	5.000	615	678	5.000	655	722
12/01	5.000	1.055	1.172	5.000	955	1.063	5.000	863	962	5.000	678	761	5.000	722	809
13/01	5.000	1.172	1.299	5.000	1.063	1.181	5.000	962	1.071	5.000	761	853	5.000	809	906
14/01	5.000	1.299	1.371	5.000	1.181	1.243	5.000	1.071	1.125	5.000	853	890	5.000	906	947
15/01	5.000	1.371	1.466	5.000	1.243	1.329	5.000	1.125	1.203	5.000	890	951	5.000	947	1.012
16/01	5.000	1.466	1.538	5.000	1.329	1.393	5.000	1.203	1.258	5.000	951	989	5.000	1.012	1.054
17/01	5.000	1.538	1.605	5.000	1.393	1.450	5.000	1.258	1.307	5.000	989	1.021	5.000	1.054	1.090
18/01	5.000	1.605	1.682	5.000	1.450	1.518	5.000	1.307	1.366	5.000	1.021	1.064	5.000	1.090	1.137
19/01	5.000	1.682	1.732	5.000	1.518	1.559	5.000	1.366	1.399	5.000	1.064	1.080	5.000	1.137	1.157
20/01	5.000	1.732	1.809	5.000	1.559	1.627	5.000	1.399	1.459	5.000	1.080	1.123	5.000	1.157	1.204
21/01	5.000	1.809	1.870	5.000	1.627	1.679	5.000	1.459	1.502	5.000	1.123	1.149	5.000	1.204	1.234
22/01	5.000	1.870	1.932	5.000	1.679	1.732	5.000	1.502	1.547	5.000	1.149	1.177	5.000	1.234	1.266
23/01	5.000	1.932	1.994	5.000	1.732	1.784	5.000	1.547	1.591	5.000	1.177	1.204	5.000	1.266	1.298
24/01	5.000	1.994	2.019	5.000	1.784	1.800	5.000	1.591	1.598	5.000	1.204	1.195	5.000	1.298	1.292
25/01	5.000	2.019	2.081	5.000	1.800	1.853	5.000	1.598	1.643	5.000	1.195	1.223	5.000	1.292	1.324
26/01	5.000	2.081	2.202	5.000	1.853	1.965	5.000	1.643	1.747	5.000	1.223	1.310	5.000	1.324	1.415
27/01	5.000	2.202	2.293	5.000	1.965	2.047	5.000	1.747	1.820	5.000	1.310	1.366	5.000	1.415	1.475
28/01	5.000	2.293	2.389	5.000	2.047	2.134	5.000	1.820	1.899	5.000	1.366	1.428	5.000	1.475	1.541
29/01	5.000	2.389	2.499	5.000	2.134	2.235	5.000	1.899	1.991	5.000	1.428	1.504	5.000	1.541	1.621
30/01	5.000	2.499	2.554	5.000	2.235	2.281	5.000	1.991	2.028	5.000	1.504	1.524	5.000	1.621	1.646
31/01	5.000	2.554	2.621	5.000	2.281	2.339	5.000	2.028	2.078	5.000	1.524	1.557	5.000	1.646	1.683
01/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	2.919	2.980	5.000	244	287	5.000	357	404
02/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	2.980	3.020	5.000	287	310	5.000	404	431
03/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.020	3.050	5.000	310	324	5.000	431	449
04/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.050	3.090	5.000	324	347	5.000	449	476
05/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.090	3.144	5.000	347	384	5.000	476	517
06/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.144	3.182	5.000	384	405	5.000	517	542
07/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.182	3.238	5.000	405	444	5.000	542	585
08/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.238	3.289	5.000	444	479	5.000	585	624
09/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.289	3.408	5.000	479	581	5.000	624	730
10/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.408	3.477	5.000	581	633	5.000	730	786
11/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.477	3.500	5.000	633	639	5.000	786	796
12/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.500	3.548	5.000	639	670	5.000	796	832
13/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.548	3.622	5.000	670	727	5.000	832	893
14/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.622	3.712	5.000	727	801	5.000	893	971
15/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.712	3.761	5.000	801	834	5.000	971	1.007
16/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.761	3.841	5.000	834	896	5.000	1.007	1.074
17/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.841	3.915	5.000	896	954	5.000	1.074	1.136
18/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.915	3.965	5.000	954	987	5.000	1.136	1.172
19/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	3.965	4.023	5.000	987	1.028	5.000	1.172	1.218
20/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.023	4.064	5.000	1.028	1.052	5.000	1.218	1.246
21/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.064	4.119	5.000	1.052	1.090	5.000	1.246	1.288
22/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.119	4.174	5.000	1.090	1.128	5.000	1.288	1.330
23/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.174	4.246	5.000	1.128	1.184	5.000	1.330	1.390
24/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.246	4.313	5.000	1.184	1.234	5.000	1.390	1.444

RESERVATÓRIO 5000 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
25/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.313	4.358	5.000	1.234	1.262	5.000	1.444	1.476
26/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.358	4.392	5.000	1.262	1.280	5.000	1.476	1.498
27/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.392	4.416	5.000	1.280	1.287	5.000	1.498	1.509
28/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.416	4.485	5.000	1.287	1.338	5.000	1.509	1.565
29/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.485	4.530	5.000	1.338	1.367	5.000	1.565	1.597
30/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.530	4.582	5.000	1.367	1.402	5.000	1.597	1.637
31/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.582	4.656	5.000	1.402	1.459	5.000	1.637	1.697
	n	0,00		n	0,00		n	0,00		n	104,00		n	73,00	
	PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,28		PR=	0,20	
	Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	0,72		Edt=	0,80	
	Va=	5.483		Va=	8.811		Va=	11.878		Va=	15.075		Va=	14.837	

Captação Blocos 2 e 3

Tabela A 33 Cálculo diário de consumo para cada cenário de consumo com captação nos Blocos 2-3.

Dia	Consumo Diário													
	Disponibilidade		Externos Atual		Não Potáveis Atual		Não Potáveis 2018		Não Potáveis Final		Máximo			
	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia	l/dia	m ³ /dia		
01/01	120.230,6	120,2	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
02/01	126.277,5	126,3	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
03/01	152.038,4	152,0	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
04/01	134.501,7	134,5	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
05/01	87.759,2	87,8	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
06/01	132.316,1	132,3	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
07/01	131.094,0	131,1	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
08/01	84.171,0	84,2	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
09/01	102.578,7	102,6	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
10/01	141.023,4	141,0	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
11/01	122.563,7	122,6	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
12/01	144.587,8	144,6	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
13/01	154.984,0	155,0	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
14/01	94.456,9	94,5	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
15/01	120.782,7	120,8	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
16/01	95.671,1	95,7	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
17/01	89.112,6	89,1	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
18/01	100.312,7	100,3	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
19/01	71.494,2	71,5	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
20/01	100.772,2	100,8	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
21/01	83.050,8	83,1	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
22/01	84.400,2	84,4	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
23/01	83.855,3	83,9	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
24/01	43.715,0	43,7	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
25/01	84.171,0	84,2	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
26/01	149.376,6	149,4	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
27/01	115.164,5	115,2	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
28/01	121.826,5	121,8	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		
29/01	137.128,0	137,1	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5		

Dia	Disponibilidade		Externos Atual		Não Potáveis Atual		Consumo Diário			Não Potáveis Final		Máximo	
	I/dia	m³/dia	I/dia	m³/dia	I/dia	m³/dia	I/dia	m³/dia	2018	I/dia	m³/dia	I/dia	m³/dia
30/01	76.023,8	76,0	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
31/01	90.206,2	90,2	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
01/12	101.344,7	101,3	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
02/12	79.326,8	79,3	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
03/12	68.691,3	68,7	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
04/12	79.795,3	79,8	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
05/12	94.198,8	94,2	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
06/12	76.932,5	76,9	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
07/12	96.595,6	96,6	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
08/12	92.267,4	92,3	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
09/12	165.490,6	165,5	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
10/12	110.401,7	110,4	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
11/12	60.773,2	60,8	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
12/12	87.997,0	88,0	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
13/12	116.543,8	116,5	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
14/12	134.892,1	134,9	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
15/12	89.186,7	89,2	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
16/12	122.113,4	122,1	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
17/12	117.294,6	117,3	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
18/12	89.841,3	89,8	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
19/12	99.243,4	99,2	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
20/12	80.263,8	80,3	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
21/12	95.704,5	95,7	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
22/12	95.322,6	95,3	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
23/12	115.138,4	115,1	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
24/12	108.918,3	108,9	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
25/12	84.269,3	84,3	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
26/12	73.028,6	73,0	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
27/12	62.123,7	62,1	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
28/12	110.063,4	110,1	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
29/12	85.164,0	85,2	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
30/12	92.808,2	92,8	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	
31/12	115.741,6	115,7	15.022,8	15,0	24.138,9	24,1	32.543,0	32,5	49.347,0	49,3	49.530,9	49,5	

Tabela A 34 Simulação de massas para Reservatório de 40 m³ com captação Blocos 3-4.

Dia	RESERVATÓRIO 40 m³														
	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1
01/01	40,0	0,0	40,0	40,0	0,0	40,0	40,0	0,0	40,0	40,0	0,0	40,0	40,0	0,0	40,0
02/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
03/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
04/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
05/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
06/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
07/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
08/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
09/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
10/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
11/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
12/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
13/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
14/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
15/01	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0

RESERVATÓRIO 100 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
23/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
24/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
25/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
26/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
27/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
28/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
29/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
30/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
31/12	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
		n	16,00		n	67,00		n	123,00		n	181,00		n	181,00
		PR=	0,04		PR=	0,18		PR=	0,34		PR=	0,50		PR=	0,50
		Edt=	0,96		Edt=	0,82		Edt=	0,66		Edt=	0,50		Edt=	0,50
		Va=	5.346		Va=	7.936		Va=	9.745		Va=	12.846		Va=	12.875

Tabela A 36 Simulação de massas para Reservatório de 500 m³ com captação Blocos 3-4.

RESERVATÓRIO 500 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
01/01	500,0	0,0	105,2	500,0	0,0	96,1	500,0	0,0	87,7	500,0	0,0	70,9	500,0	0,0	70,7
02/01	500,0	105,2	216,5	500,0	96,1	198,2	500,0	87,7	181,4	500,0	70,9	147,8	500,0	70,7	147,4
03/01	500,0	216,5	353,5	500,0	198,2	326,1	500,0	181,4	300,9	500,0	147,8	250,5	500,0	147,4	250,0
04/01	500,0	353,5	473,0	500,0	326,1	436,5	500,0	300,9	402,9	500,0	250,5	335,7	500,0	250,0	334,9
05/01	500,0	473,0	500,0	500,0	436,5	500,0	500,0	402,9	458,1	500,0	335,7	374,1	500,0	334,9	373,2
06/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	458,1	500,0	500,0	374,1	457,0	500,0	373,2	455,9
07/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	457,0	500,0	500,0	455,9	500,0
08/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
09/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
10/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
11/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
12/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
13/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
14/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
15/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
16/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
17/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
18/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
19/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
20/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
21/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
22/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
23/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
24/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	494,4	500,0	500,0	494,2
25/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	494,4	500,0	500,0	494,2	500,0
26/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
27/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
28/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
29/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
30/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
31/01	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
01/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	395,4	447,4	500,0	389,8	441,7
02/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	447,4	477,3	500,0	441,7	471,5
03/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	477,3	496,7	500,0	471,5	490,6
04/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	496,7	500,0	500,0	490,6	500,0

RESERVATÓRIO 500 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
05/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
06/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
07/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
08/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
09/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
10/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
11/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
12/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
13/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
14/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
15/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
16/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
17/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
18/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
19/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
20/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
21/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
22/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
23/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
24/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
25/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
26/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
27/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
28/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
29/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
30/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
31/12	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
	n	0,00		n	36,00		n	93,00		n	164,00		n	164,00	
	PR=	0,00		PR=	0,10		PR=	0,25		PR=	0,45		PR=	0,45	
	Edt=	1,00		Edt=	0,90		Edt=	0,75		Edt=	0,55		Edt=	0,55	
	Va=	5.483		Va=	8.336		Va=	10.145		Va=	13.246		Va=	13.275	

Tabela A 37 Simulação de massas para Reservatório de 1000 m³ com captação Blocos 3-4.

RESERVATÓRIO 1000 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
01/01	1.000	0	105	1.000	0	96	1.000	0	88	1.000	0	71	1.000	0	71
02/01	1.000	105	216	1.000	96	198	1.000	88	181	1.000	71	148	1.000	71	147
03/01	1.000	216	353	1.000	198	326	1.000	181	301	1.000	148	251	1.000	147	250
04/01	1.000	353	473	1.000	326	436	1.000	301	403	1.000	251	336	1.000	250	335
05/01	1.000	473	546	1.000	436	500	1.000	403	458	1.000	336	374	1.000	335	373
06/01	1.000	546	663	1.000	500	608	1.000	458	558	1.000	374	457	1.000	373	456
07/01	1.000	663	779	1.000	608	715	1.000	558	656	1.000	457	539	1.000	456	538
08/01	1.000	779	848	1.000	715	775	1.000	656	708	1.000	539	574	1.000	538	572
09/01	1.000	848	936	1.000	775	854	1.000	708	778	1.000	574	627	1.000	572	625
10/01	1.000	936	1.000	1.000	854	971	1.000	778	887	1.000	627	719	1.000	625	717
11/01	1.000	1.000	1.000	1.000	971	1.000	1.000	887	977	1.000	719	792	1.000	717	790
12/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	977	1.000	1.000	792	887	1.000	790	885
13/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	887	993	1.000	885	990
14/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	993	1.000	1.000	990	1.000
15/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
16/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
17/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

RESERVATÓRIO 1000 m³

Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
18/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
19/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
20/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
21/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
22/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
23/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
24/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	994	1.000	1.000	994
25/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	994	1.000	1.000	994	1.000
26/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
27/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
28/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
29/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
30/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
31/01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
01/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	395	447	1.000	390	442
02/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	447	477	1.000	442	471
03/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	477	497	1.000	471	491
04/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	497	527	1.000	491	521
05/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	527	572	1.000	521	566
06/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	572	600	1.000	566	593
07/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	600	647	1.000	593	640
08/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	647	690	1.000	640	683
09/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	690	806	1.000	683	799
10/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	806	867	1.000	799	860
11/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	867	878	1.000	860	871
12/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	878	917	1.000	871	909
13/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	917	984	1.000	909	976
14/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	984	1.000	1.000	976	1.000
15/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
16/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
17/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
18/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
19/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
20/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
21/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
22/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
23/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
24/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
25/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
26/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
27/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
28/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
29/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
30/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
31/12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
		n	0,00		n	0,00		n	68,00		n	145,00		n	146,00
		PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,19		PR=	0,40		PR=	0,40
		Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	0,81		Edt=	0,60		Edt=	0,60
		Va=	5.483		Va=	8.811		Va=	10.645		Va=	13.746		Va=	13.775

Tabela A 38 Simulação de massas para Reservatório de 2500 m³ com captação Blocos 3-4.

Dia	RESERVATÓRIO 2500 m³														
	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1	Vreser (m³)	V t=0	V t=1
01/01	2.500	0	105	2.500	0	96	2.500	0	88	2.500	0	71	2.500	0	71
02/01	2.500	105	216	2.500	96	198	2.500	88	181	2.500	71	148	2.500	71	147
03/01	2.500	216	353	2.500	198	326	2.500	181	301	2.500	148	251	2.500	147	250
04/01	2.500	353	473	2.500	326	436	2.500	301	403	2.500	251	336	2.500	250	335
05/01	2.500	473	546	2.500	436	500	2.500	403	458	2.500	336	374	2.500	335	373
06/01	2.500	546	663	2.500	500	608	2.500	458	558	2.500	374	457	2.500	373	456
07/01	2.500	663	779	2.500	608	715	2.500	558	656	2.500	457	539	2.500	456	538
08/01	2.500	779	848	2.500	715	775	2.500	656	708	2.500	539	574	2.500	538	572
09/01	2.500	848	936	2.500	775	854	2.500	708	778	2.500	574	627	2.500	572	625
10/01	2.500	936	1.062	2.500	854	971	2.500	778	887	2.500	627	719	2.500	625	717
11/01	2.500	1.062	1.169	2.500	971	1.069	2.500	887	977	2.500	719	792	2.500	717	790
12/01	2.500	1.169	1.299	2.500	1.069	1.189	2.500	977	1.089	2.500	792	887	2.500	790	885
13/01	2.500	1.299	1.439	2.500	1.189	1.320	2.500	1.089	1.211	2.500	887	993	2.500	885	990
14/01	2.500	1.439	1.518	2.500	1.320	1.391	2.500	1.211	1.273	2.500	993	1.038	2.500	990	1.035
15/01	2.500	1.518	1.624	2.500	1.391	1.487	2.500	1.273	1.361	2.500	1.038	1.109	2.500	1.035	1.106
16/01	2.500	1.624	1.705	2.500	1.487	1.559	2.500	1.361	1.424	2.500	1.109	1.155	2.500	1.106	1.153
17/01	2.500	1.705	1.779	2.500	1.559	1.624	2.500	1.424	1.481	2.500	1.155	1.195	2.500	1.153	1.192
18/01	2.500	1.779	1.864	2.500	1.624	1.700	2.500	1.481	1.549	2.500	1.195	1.246	2.500	1.192	1.243
19/01	2.500	1.864	1.921	2.500	1.700	1.747	2.500	1.549	1.588	2.500	1.246	1.268	2.500	1.243	1.265
20/01	2.500	1.921	2.006	2.500	1.747	1.824	2.500	1.588	1.656	2.500	1.268	1.320	2.500	1.265	1.316
21/01	2.500	2.006	2.074	2.500	1.824	1.883	2.500	1.656	1.706	2.500	1.320	1.353	2.500	1.316	1.350
22/01	2.500	2.074	2.144	2.500	1.883	1.943	2.500	1.706	1.758	2.500	1.353	1.389	2.500	1.350	1.384
23/01	2.500	2.144	2.213	2.500	1.943	2.003	2.500	1.758	1.810	2.500	1.389	1.423	2.500	1.384	1.419
24/01	2.500	2.213	2.241	2.500	2.003	2.022	2.500	1.810	1.821	2.500	1.423	1.417	2.500	1.419	1.413
25/01	2.500	2.241	2.310	2.500	2.022	2.082	2.500	1.821	1.872	2.500	1.417	1.452	2.500	1.413	1.448
26/01	2.500	2.310	2.445	2.500	2.082	2.208	2.500	1.872	1.989	2.500	1.452	1.552	2.500	1.448	1.547
27/01	2.500	2.445	2.500	2.500	2.208	2.299	2.500	1.989	2.072	2.500	1.552	1.618	2.500	1.547	1.613
28/01	2.500	2.500	2.500	2.500	2.299	2.396	2.500	2.072	2.161	2.500	1.618	1.691	2.500	1.613	1.685
29/01	2.500	2.500	2.500	2.500	2.396	2.500	2.500	2.161	2.266	2.500	1.691	1.778	2.500	1.685	1.773
30/01	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.266	2.309	2.500	1.778	1.805	2.500	1.773	1.800
31/01	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.309	2.367	2.500	1.805	1.846	2.500	1.800	1.840
01/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.570	1.638	2.500	395	447	2.500	390	442
02/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.638	1.685	2.500	447	477	2.500	442	471
03/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.685	1.721	2.500	477	497	2.500	471	491
04/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.721	1.769	2.500	497	527	2.500	491	521
05/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.769	1.830	2.500	527	572	2.500	521	566
06/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.830	1.875	2.500	572	600	2.500	566	593
07/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.875	1.939	2.500	600	647	2.500	593	640
08/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.939	1.998	2.500	647	690	2.500	640	683
09/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.998	2.131	2.500	690	806	2.500	683	799
10/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.131	2.209	2.500	806	867	2.500	799	860
11/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.209	2.237	2.500	867	878	2.500	860	871
12/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.237	2.293	2.500	878	917	2.500	871	909
13/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.293	2.377	2.500	917	984	2.500	909	976
14/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.377	2.479	2.500	984	1.070	2.500	976	1.062
15/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.479	2.500	2.500	1.070	1.110	2.500	1.062	1.101
16/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.110	1.182	2.500	1.101	1.174
17/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.182	1.250	2.500	1.174	1.242
18/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.250	1.291	2.500	1.242	1.282
19/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.291	1.341	2.500	1.282	1.332
20/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.341	1.372	2.500	1.332	1.362
21/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.372	1.418	2.500	1.362	1.409
22/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.418	1.464	2.500	1.409	1.454

RESERVATÓRIO 2500 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
23/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.464	1.530	2.500	1.454	1.520
24/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.530	1.589	2.500	1.520	1.579
25/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.589	1.624	2.500	1.579	1.614
26/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.624	1.648	2.500	1.614	1.638
27/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.648	1.661	2.500	1.638	1.650
28/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.661	1.721	2.500	1.650	1.711
29/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.721	1.757	2.500	1.711	1.746
30/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.757	1.801	2.500	1.746	1.790
31/12	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	1.801	1.867	2.500	1.790	1.856
	n	0,00		n	0,00		n	0,00		n	99,00		n	99,00	
	PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,27		PR=	0,27	
	Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	0,73		Edt=	0,73	
	Va=	5.483		Va=	8.811		Va=	11.878		Va=	15.246		Va=	15.275	

Tabela A 39 Simulação de massas para Reservatório de 5000 m³ com captação Blocos 3-4.

RESERVATÓRIO 5000 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
01/01	5.000	0	105	5.000	0	96	5.000	0	88	5.000	0	71	5.000	0	71
02/01	5.000	105	216	5.000	96	198	5.000	88	181	5.000	71	148	5.000	71	147
03/01	5.000	216	353	5.000	198	326	5.000	181	301	5.000	148	251	5.000	147	250
04/01	5.000	353	473	5.000	326	436	5.000	301	403	5.000	251	336	5.000	250	335
05/01	5.000	473	546	5.000	436	500	5.000	403	458	5.000	336	374	5.000	335	373
06/01	5.000	546	663	5.000	500	608	5.000	458	558	5.000	374	457	5.000	373	456
07/01	5.000	663	779	5.000	608	715	5.000	558	656	5.000	457	539	5.000	456	538
08/01	5.000	779	848	5.000	715	775	5.000	656	708	5.000	539	574	5.000	538	572
09/01	5.000	848	936	5.000	775	854	5.000	708	778	5.000	574	627	5.000	572	625
10/01	5.000	936	1.062	5.000	854	971	5.000	778	887	5.000	627	719	5.000	625	717
11/01	5.000	1.062	1.169	5.000	971	1.069	5.000	887	977	5.000	719	792	5.000	717	790
12/01	5.000	1.169	1.299	5.000	1.069	1.189	5.000	977	1.089	5.000	792	887	5.000	790	885
13/01	5.000	1.299	1.439	5.000	1.189	1.320	5.000	1.089	1.211	5.000	887	993	5.000	885	990
14/01	5.000	1.439	1.518	5.000	1.320	1.391	5.000	1.211	1.273	5.000	993	1.038	5.000	990	1.035
15/01	5.000	1.518	1.624	5.000	1.391	1.487	5.000	1.273	1.361	5.000	1.038	1.109	5.000	1.035	1.106
16/01	5.000	1.624	1.705	5.000	1.487	1.559	5.000	1.361	1.424	5.000	1.109	1.155	5.000	1.106	1.153
17/01	5.000	1.705	1.779	5.000	1.559	1.624	5.000	1.424	1.481	5.000	1.155	1.195	5.000	1.153	1.192
18/01	5.000	1.779	1.864	5.000	1.624	1.700	5.000	1.481	1.549	5.000	1.195	1.246	5.000	1.192	1.243
19/01	5.000	1.864	1.921	5.000	1.700	1.747	5.000	1.549	1.588	5.000	1.246	1.268	5.000	1.243	1.265
20/01	5.000	1.921	2.006	5.000	1.747	1.824	5.000	1.588	1.656	5.000	1.268	1.320	5.000	1.265	1.316
21/01	5.000	2.006	2.074	5.000	1.824	1.883	5.000	1.656	1.706	5.000	1.320	1.353	5.000	1.316	1.350
22/01	5.000	2.074	2.144	5.000	1.883	1.943	5.000	1.706	1.758	5.000	1.353	1.389	5.000	1.350	1.384
23/01	5.000	2.144	2.213	5.000	1.943	2.003	5.000	1.758	1.810	5.000	1.389	1.423	5.000	1.384	1.419
24/01	5.000	2.213	2.241	5.000	2.003	2.022	5.000	1.810	1.821	5.000	1.423	1.417	5.000	1.419	1.413
25/01	5.000	2.241	2.310	5.000	2.022	2.082	5.000	1.821	1.872	5.000	1.417	1.452	5.000	1.413	1.448
26/01	5.000	2.310	2.445	5.000	2.082	2.208	5.000	1.872	1.989	5.000	1.452	1.552	5.000	1.448	1.547
27/01	5.000	2.445	2.545	5.000	2.208	2.299	5.000	1.989	2.072	5.000	1.552	1.618	5.000	1.547	1.613
28/01	5.000	2.545	2.652	5.000	2.299	2.396	5.000	2.072	2.161	5.000	1.618	1.691	5.000	1.613	1.685
29/01	5.000	2.652	2.774	5.000	2.396	2.509	5.000	2.161	2.266	5.000	1.691	1.778	5.000	1.685	1.773
30/01	5.000	2.774	2.835	5.000	2.509	2.561	5.000	2.266	2.309	5.000	1.778	1.805	5.000	1.773	1.800
31/01	5.000	2.835	2.910	5.000	2.561	2.627	5.000	2.309	2.367	5.000	1.805	1.846	5.000	1.800	1.840
01/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.070	4.138	5.000	395	447	5.000	390	442
02/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.138	4.185	5.000	447	477	5.000	442	471
03/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.185	4.221	5.000	477	497	5.000	471	491
04/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.221	4.269	5.000	497	527	5.000	491	521

RESERVATÓRIO 5000 m ³															
Dia	Externos Atual			Não Potáveis Atual			Não Potáveis 2018			Não Potáveis Final			Máximo		
	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1	Vreser (m ³)	V t=0	V t=1
05/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.269	4.330	5.000	527	572	5.000	521	566
06/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.330	4.375	5.000	572	600	5.000	566	593
07/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.375	4.439	5.000	600	647	5.000	593	640
08/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.439	4.498	5.000	647	690	5.000	640	683
09/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.498	4.631	5.000	690	806	5.000	683	799
10/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.631	4.709	5.000	806	867	5.000	799	860
11/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.709	4.737	5.000	867	878	5.000	860	871
12/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.737	4.793	5.000	878	917	5.000	871	909
13/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.793	4.877	5.000	917	984	5.000	909	976
14/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.877	4.979	5.000	984	1.070	5.000	976	1.062
15/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.979	5.000	5.000	1.070	1.110	5.000	1.062	1.101
16/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.110	1.182	5.000	1.101	1.174
17/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.182	1.250	5.000	1.174	1.242
18/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.250	1.291	5.000	1.242	1.282
19/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.291	1.341	5.000	1.282	1.332
20/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.341	1.372	5.000	1.332	1.362
21/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.372	1.418	5.000	1.362	1.409
22/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.418	1.464	5.000	1.409	1.454
23/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.464	1.530	5.000	1.454	1.520
24/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.530	1.589	5.000	1.520	1.579
25/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.589	1.624	5.000	1.579	1.614
26/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.624	1.648	5.000	1.614	1.638
27/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.648	1.661	5.000	1.638	1.650
28/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.661	1.721	5.000	1.650	1.711
29/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.721	1.757	5.000	1.711	1.746
30/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.757	1.801	5.000	1.746	1.790
31/12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	1.801	1.867	5.000	1.790	1.856
	n	0,00		n	0,00		n	0,00		n	71,00		n	73,00	
	PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,00		PR=	0,19		PR=	0,20	
	Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	1,00		Edt=	0,81		Edt=	0,80	
	Va=	5.483		Va=	8.811		Va=	11.878		Va=	16.212		Va=	16.223	

APÊNDICE 7

APÊNDICE 7

Orçamento do Projeto

Tabela A 40 Orçamento de implantação do projeto, com códigos SINAP, 2017.

ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNID	QUANT	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
1	REDES DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO				
A	SERVIÇOS PRELIMINARES				
<i>A,1</i>	<i>INSTALAÇÕES PRELIMINARES</i>				
73610	LOCAÇÃO DE REDES DE ÁGUA OU DE ESGOTO	M	100	R\$ 0,93	R\$ 93
B	DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES				
<i>B,1</i>	<i>DEMOLIÇÕES</i>				
73616	DEMOLICAO DE CONCRETO SIMPLES	M3	3	R\$ 241,78	R\$ 653
73801/1	DEMOLICAO DE PISO DE ALTA RESISTENCIA	M2	12	R\$ 24,99	R\$ 300
92970	DEMOLIÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA COM UTILIZAÇÃO DE MARTELO PERFURAD OR. ESPESSURA ATÉ 15 CM. EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE	M2	18	R\$ 11,62	R\$ 209
<i>B,2</i>	<i>ESCAVAÇÕES</i>				
93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS, AF_03/2016	M3	60	R\$ 65,91	R\$ 3.955
73964/6	REATERRO DE VALA COM COMPACTAÇÃO MANUAL	M3	42	R\$ 49,98	R\$ 2.099
<i>B,3</i>	<i>TRANSPORTE</i>				
COMP4433	TRANSPORTE HORIZONTAL DE MATERIAIS DIVERSOS A 100M	M3	19	R\$ 17,74	R\$ 335
C	INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS				
<i>C,1</i>	<i>TUBOS E CONEXÕES DE PVC TIPO ESGOTO PARA ÁGUAS PLUVIAIS</i>				
90717	TUBO DE PVC CORRUGADO DE DUPLA PAREDE PARA REDE COLETORA DE ESGOTO. DN 200 MM. JUNTA ELÁSTICA. INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL ALTO DE INTERFER ÊNCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO, AF_06/2015	M	100	R\$ 56,73	R\$ 5.673
<i>C,2</i>	<i>CAIXAS</i>				
74104/1	CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 60X60X60CM. REVESTIDA INTERNAMENTO COM BARRA LISA (CIMENTO E AREIA. TRAÇO 1:4) E=2.0CM. COM TAMPA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO E FUNDO DE CONCRETO 15MPA TIPO C - ESCAV AÇÃO E CONFECÇÃO	UN	8	R\$ 139,56	R\$ 1.116
SUB-TOTAL REDES DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO					R\$ 14.433

ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNID	QUANT	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
2	REDES DE DISTRIBUIÇÃO				
A	SERVIÇOS PRELIMINARES				
<i>A,1</i>	<i>INSTALAÇÕES PRELIMINARES</i>				
73610	LOCAÇÃO DE REDES DE ÁGUA OU DE ESGOTO	M	3000	R\$ 0,93	R\$ 2.790
B	DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES				
<i>B,1</i>	<i>DEMOLIÇÕES</i>				
COMP2504	DEMOLICAO DE PISO CERAMICO INCL, CAMADA DE REGULARIZACAO ESPESSURA ATE 3CM	M2	450	R\$ 6,83	R\$ 3.074
COMP3953	RETIRADA DE DIVISÓRIA EM PLACA DE MADEIRA OU FIBROCIMENTO COM MONTANTES METÁLICOS	M2	45	R\$ 5,76	R\$ 259
COMP4435	REMOCAO MANUAL DE ENTULHO	M3	26	R\$ 15,96	R\$ 415
COMP3952	REMOÇÃO DE ENTULHO DE OBRA COM CAÇAMBA METÁLICA. GESSO E/OU DRY WALL. CAPACIDADE 4 M³	M3	6	R\$ 96,41	R\$ 578
90440	FURO EM CONCRETO PARA DIÂMETROS MAIORES QUE 40 MM E MENORES OU IGUAIS A 75 MM, AF_05/2015	UN	30	R\$ 76,96	R\$ 2.309
90441	FURO EM CONCRETO PARA DIÂMETROS MAIORES QUE 75 MM, AF_05/2015	UN	30	R\$ 98,30	R\$ 2.949
<i>B,3</i>	<i>TRANSPORTE</i>				
COMP4433	TRANSPORTE HORIZONTAL DE MATERIAIS DIVERSOS A 100M	M3	32	R\$ 17,74	R\$ 567
95302	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 EM RODOVIA PAVIMENTADA (PARA DISTÂNCIAS SUPERIORES A 4 KM)	M3X KM	128	R\$ 1,22	R\$ 156
C	INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS				
<i>C,2</i>	<i>TUBOS E CONEXÕES DE PVC RÍGIDO SOLDÁVEL PARA ÁGUA FRIA</i>				
COMP2356	TUBO PVC SOLDÁVEL ÁGUA FRIA DN 25MM. INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	1064	R\$ 7,98	R\$ 8.493
COMP2357	TUBO PVC SOLDÁVEL ÁGUA FRIA DN 32MM. INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	722	R\$ 8,17	R\$ 5.899
COMP2358	TUBO PVC SOLDÁVEL ÁGUA FRIA DN 40MM. INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	790	R\$ 8,63	R\$ 6.822
COMP2359	TUBO PVC SOLDÁVEL ÁGUA FRIA DN 50MM. INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	187	R\$ 9,26	R\$ 1.729
COMP2360	TUBO PVC SOLDÁVEL ÁGUA FRIA DN 60MM. INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	237	R\$ 10,18	R\$ 2.408
D	REVESTIMENTOS DE PISO				

ITEM	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNID	QUANT	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
<i>D,1</i>	<i>CONTRAPISO</i>				
83534	LASTRO DE CONCRETO. PREPARO MECÂNICO. INCLUSOS ADITIVO IMPERMEABILIZANTE. LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	M3	23	R\$ 483,68	R\$ 10.883
89047	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA). PREPARO COM BETONEIRA 400 L. ESPESSURA 4 CM PARA ÁREAS SECAS E 3 CM PARA ÁREAS MOLHADAS. PARA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL MULTIFAMILIAR (PRÉDIO), AF_11/2014	M2	23	R\$ 34,11	R\$ 768
<i>D,2</i>	<i>CONCRETO</i>				
68325	PISO EM CONCRETO 20 MPA PREPARO MECANICO. ESPESSURA 7CM. INCLUSO SELANTE ELASTICO A BASE DE POLIURETANO	M2	450	R\$ 42,52	R\$ 19.134
<i>D,3</i>	<i>PORCELANATO</i>				
COMP3927	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO PORCELANATO DE DIMENSÕES 50X50 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MAIOR QUE 10 M², AF_06/2014	M2	450	R\$ 56,82	R\$ 25.569
SUB-TOTAL REDES DE DISTRIBUIÇÃO					R\$ 94.801
3	PLANTA DE TRATAMENTO				
E	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS				
94972	CONCRETO FCK = 30MPA. TRAÇO 1:2. 1:2. 5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L, AF_07/2016	M3	26	R\$ 304,58	R\$ 7.919
92874	LANÇAMENTO COM USO DE BOMBA. ADENSAMENTO E ACABAMENTO DE CONCRETO EM ESTRUTURAS, AF_12/2015	M3	173	R\$ 8,86	R\$ 1.536
COMP1081	ARMAÇÃO EM TELA SOLDADA Q-159	M2	432	R\$ 7,58	R\$ 3.275
92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM, AF_12/2015	KG	26	R\$ 304,58	R\$ 7.919
F	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO				
	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	PÇ	1	R\$3.584,44	R\$ 3.584
SUB-TOTAL PLANTA DE TRATAMENTO					R\$ 16.314
TOTAL DA OBRA					R\$ 125.548
BDI (26.24%)					R\$ 32.944
TOTAL DA OBRA COM BDI					R\$ 158.492

APÊNDICE 8

APÊNDICE 8

Cálculo de Consumo de Água com Aparelho Sanitário Economizadores

Consumo Atual

Tabela A 41 Cálculo de consumo de água por aparelho sanitário economizador para funcionamento atual

	Quantidade			Duchas			Mictórios			Bacias sanitárias			Torneiras			TOTAL		
	Empreg.	Ext.	Int.s	Empreg.	Int.s	Int.s	Empreg.	Ext.	Int.s	Empreg.	Ext.	Int.s	Empreg.	Ext.	Int.s	Empreg.	Ext.	Int.s
	Pessoas	Pessoas	Pessoas	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês
Janeiro	6.572	7.159	132	9.900	2.753	203	116.193	48.681	3.590	10.536	4.414	326	203.169					
Fevereiro	5.936	7.508	104	7.800	2.888	160	104.948	51.054	2.829	9.516	4.629	257	190.017					
Março	7.130	10.261	121	9.075	3.947	186	126.058	69.775	3.291	11.430	6.327	298	237.518					
Abril	7.800	9.977	142	10.650	3.837	218	137.904	67.844	3.862	12.504	6.152	350	251.122					
Maior	7.998	8.652	183	13.725	3.328	282	141.405	58.834	4.978	12.822	5.335	451	249.156					
Junho	7.770	8.121	149	11.175	3.123	229	137.374	55.223	4.053	12.456	5.007	367	236.778					
Julho	8.556	7.330	142	10.650	2.819	218	151.270	49.844	3.862	13.716	4.520	350	245.806					
Agosto	8.649	7.968	125	9.375	3.065	192	152.914	54.182	3.400	13.866	4.913	308	250.865					
Setembro	8.460	8.529	143	10.725	3.280	220	149.573	57.997	3.890	13.563	5.259	353	253.319					
Outubro	8.804	5.614	107	8.025	2.159	165	155.655	38.175	2.910	14.114	3.462	264	233.733					
Novembro	8.430	7.593	87	6.525	2.920	134	149.042	51.632	2.366	13.514	4.682	215	239.461					
Dezembro	6.572	7.769	98	7.350	2.988	151	116.193	52.829	2.666	10.536	4.790	242	204.316					

Tabela A 42 Cálculo de consumo de água por aparelho sanitário economizador para funcionamento projetado para 2018.

	Quantidade		Duchas		Mictórios		Bacias sanitárias		Torneiras		TOTAL			
	Empreg.	Ext.	Int.s	Empreg.	Ext.	Int.s	Empreg.	Ext.	Int.s	Empreg.	Ext.	Int.s		
	Pessoas	Pessoas	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês		
Janeiro	14.841	7.159	2.357	176.786	14.841	2.753	3.626	262.393	48.681	64.114	23.793	4.414	5.814	607.216
Fevereiro	13.405	7.508	1.857	139.286	13.405	2.888	2.857	237.000	51.054	50.514	21.490	4.629	4.580	527.705
Março	14.841	10.261	2.161	162.054	14.841	3.947	3.324	262.393	69.775	58.771	23.793	6.327	5.329	610.554
Abril	14.363	9.977	2.536	190.179	14.363	3.837	3.901	253.929	67.844	68.971	23.025	6.152	6.254	638.454
Mai	14.841	8.652	3.268	245.089	14.841	3.328	5.027	262.393	58.834	88.886	23.793	5.335	8.060	715.585
Junho	14.363	8.121	2.661	199.554	14.363	3.123	4.093	253.929	55.223	72.371	23.025	5.007	6.562	637.251
Julho	14.841	7.330	2.536	190.179	14.841	2.819	3.901	262.393	49.844	68.971	23.793	4.520	6.254	627.515
Agosto	14.841	7.968	2.232	167.411	14.841	3.065	3.434	262.393	54.182	60.714	23.793	4.913	5.505	600.252
Setembro	14.363	8.529	2.554	191.518	14.363	3.280	3.929	253.929	57.997	69.457	23.025	5.259	6.298	629.055
Outubro	14.841	5.614	1.911	143.304	14.841	2.159	2.940	262.393	38.175	51.971	23.793	3.462	4.713	547.750
Novembro	14.363	7.593	1.554	116.518	14.363	2.920	2.390	253.929	51.632	42.257	23.025	4.682	3.832	515.548
Dezembro	14.841	7.769	1.750	131.250	14.841	2.988	2.692	262.393	52.829	47.600	23.793	4.790	4.316	547.493

Consumo Final

Tabela A 43 Cálculo de consumo de água por aparelho sanitário economizador para funcionamento final.

	Quantidade		Duchas		Mictórios		Bacias sanitárias		Torneiras		TOTAL			
	Empreg.	Ext.	Int.s	Int.s	Empreg.	Ext.	Int.s	Empreg.	Ext.	Empreg.	Ext.	Int.s	Int.s	
	Pessoas	Pessoas	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	I/mês	
Janeiro	21.452	13.785	9.711	728.357	21.452	5.302	14.941	379.271	93.741	264.151	34.391	8.500	23.952	1.574.058
Fevereiro	19.376	14.457	7.651	573.857	19.376	5.561	11.771	342.568	98.311	208.119	31.062	8.914	18.871	1.318.411
Março	21.452	19.759	8.902	667.661	21.452	7.600	13.696	379.271	134.359	242.138	34.391	12.183	21.956	1.534.706
Abril	20.760	19.212	10.447	783.536	20.760	7.389	16.073	367.037	130.640	284.162	33.281	11.846	25.767	1.680.491
Maiο	21.452	16.660	13.464	1.009.768	21.452	6.408	20.713	379.271	113.291	366.209	34.391	10.273	33.206	1.994.981
Junho	20.760	15.638	10.962	822.161	20.760	6.015	16.865	367.037	106.338	298.170	33.281	9.642	27.037	1.707.305
Julho	21.452	14.115	10.447	783.536	21.452	5.429	16.073	379.271	95.980	284.162	34.391	8.703	25.767	1.654.763
Agosto	21.452	15.343	9.196	689.732	21.452	5.901	14.148	379.271	104.334	250.143	34.391	9.461	22.682	1.531.515
Setembro	20.760	16.424	10.521	789.054	20.760	6.317	16.186	367.037	111.680	286.163	33.281	10.127	25.948	1.666.552
Outubro	21.452	10.810	7.872	590.411	21.452	4.158	12.111	379.271	73.511	214.122	34.391	6.666	19.416	1.355.508
Novembro	20.760	14.621	6.401	480.054	20.760	5.624	9.847	367.037	99.424	174.099	33.281	9.015	15.787	1.214.928
Dezembro	21.452	14.960	7.210	540.750	21.452	5.754	11.092	379.271	101.729	196.112	34.391	9.224	17.783	1.317.557

APÊNDICE 9

APÊNDICE 9

Cálculo de Consumo de Água por Processo e Uso com Otimização de Aparelhos Sanitários

Consumo Atual

Tabela A 44 Cálculo de consumo de água por processo e uso para funcionamento atual com substituição de aparelhos sanitários.

	ATUAL				Internos		Externos	TOTAL litros/mês
	Cozinha litros/mês	Banheiros litros/mês	Processos litros/mês	Espelho d'água litros/mês	Potáveis litros/mês	Não Potáveis litros/mês	Não Potáveis litros/mês	
Janeiro	55.932	203.169	95.061	139.640	176.169	177.993	139.640	493.801
Fevereiro	55.932	190.017	169.497	137.279	247.631	167.815	137.279	552.725
Março	55.932	237.518	142.487	149.345	225.550	210.387	149.345	585.282
Abril	50.880	251.122	172.070	147.909	252.607	221.466	147.909	621.981
Mai	54.912	249.156	233.122	148.669	320.367	216.823	148.669	685.859
Junho	51.192	236.778	91.332	151.407	171.530	207.772	151.407	530.709
Julho	52.056	245.806	111.770	191.641	193.063	216.570	191.641	601.274
Agosto	53.424	250.865	19.526	246.147	101.412	222.403	246.147	569.962
Setembro	64.296	253.319	46.414	241.215	140.610	223.420	241.215	605.245
Outubro	64.608	233.733	54.369	223.569	144.841	207.868	223.569	576.278
Novembro	56.088	239.461	61.343	185.559	142.367	214.525	185.559	542.451
Dezembro	55.932	204.316	149.242	150.143	228.092	181.399	150.143	559.634

Consumo 2018

Tabela A 45 Cálculo de consumo de água por processo e uso para funcionamento em 2018

	2018				Internos		Externos	TOTAL litros/mês
	Cozinha litros/mês	Banheiros litros/mês	Processos litros/mês	Espelho d'água litros/mês	Potáveis litros/mês	Não Potáveis litros/mês	Não Potáveis litros/mês	
Janeiro	251.011	607.216	93.247	139.640	555.064	396.410	139.640	1.091.114
Fevereiro	251.011	527.705	322.927	137.279	743.924	357.719	137.279	1.238.922
Março	251.011	610.554	283.364	149.345	731.877	413.051	149.345	1.294.274
Abril	228.339	638.454	368.932	147.909	822.881	412.845	147.909	1.383.634
Mai	246.434	715.585	450.728	148.669	979.438	433.309	148.669	1.561.416
Junho	229.739	637.251	132.894	151.407	596.782	403.103	151.407	1.151.291

	2018				Internos		Externos	TOTAL
	Cozinha	Banheiros	Processos	Espelho d'água	Potáveis	Não Potáveis	Não Potáveis	
	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês
Julho	233.617	627.515	211.081	191.641	669.442	402.770	191.641	1.263.853
Agosto	239.756	600.252	7.131	246.147	448.509	398.630	246.147	1.093.286
Setembro	288.547	629.055	43.004	241.215	557.651	402.955	241.215	1.201.821
Outubro	289.947	547.750	91.137	223.569	556.355	372.480	223.569	1.152.403
Novembro	251.711	515.548	158.724	185.559	558.491	367.492	185.559	1.111.542
Dezembro	251.011	547.493	285.101	150.143	700.262	383.344	150.143	1.233.748

Consumo Final

Tabela A 46 Cálculo de consumo de água por processo e uso para funcionamento final

	FINAL				Internos		Externos	TOTAL
	Cozinha	Banheiros	Processos	Espelho d'água	Potáveis	Não Potáveis	Não Potáveis	
	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês	litros/mês
Janeiro	1.034.167	1.574.058	183.769	139.640	2.013.136	778.858	139.640	2.931.633
Fevereiro	1.034.167	1.318.411	867.760	137.279	2.534.632	685.706	137.279	3.357.616
Março	1.034.167	1.534.706	769.141	149.345	2.539.498	798.516	149.345	3.487.359
Abril	940.757	1.680.491	976.835	147.909	2.772.021	826.061	147.909	3.745.991
Mai	1.015.307	1.994.981	1.116.583	148.669	3.219.528	907.344	148.669	4.275.541
Junho	946.525	1.707.305	274.247	151.407	2.112.893	815.184	151.407	3.079.484
Julho	962.501	1.654.763	515.854	191.641	2.330.750	802.367	191.641	3.324.758
Agosto	987.794	1.531.515	-35.015	246.147	1.709.045	775.250	246.147	2.730.442
Setembro	1.188.815	1.666.552	-15.424	241.215	2.031.800	808.143	241.215	3.081.158
Outubro	1.194.583	1.355.508	188.615	223.569	2.034.081	704.625	223.569	2.962.275
Novembro	1.037.051	1.214.928	453.962	185.559	2.029.150	676.791	185.559	2.891.500
Dezembro	1.034.167	1.317.557	806.311	150.143	2.442.625	715.410	150.143	3.308.178

ANEXO 1

ANEXO 1

Dados de Consumo de Água

Tabela A 47 Medição de consumo de água no HU.

DATA	HORA	HISTÓRICO	CONS, DIÁRIO/MIL	DIAS	MÉDIA	OBS
10/11/2015	1:35:00 p. m.	151.749,3	0	0	0,00	
11/11/2015	8:00:00 a. m.	151.765,3	16,0	1	16,00	
12/11/2015	8:00:00 a. m.	151.776,4	11,1	1	11,10	
13/11/2015	8:00:00 a. m.	151.801,9	25,5	1	25,50	
16/11/2015	8:00:00 a. m.	151.863,4	61,5	3	20,49	
17/11/2015	8:00:00 a. m.	151.873,5	10,1	1	10,10	
18/11/2015	8:00:00 a. m.	151.884,6	11,1	1	11,12	
19/11/2015	8:00:00 a. m.	22,0	0	0	0,00	
20/11/2015	8:00:00 a. m.	42,0	20,0	1	20,00	
23/11/2015	8:00:00 a. m.	696,0	654,0	3	218,00	Limpeza e renovação de água espelho d'água
24/11/2015	8:00:00 a. m.	765,0	69,0	1	69,00	Renovação de água espelho d'água
25/11/2015	8:00:00 a. m.	801,0	36,0	1	36,00	
26/11/2015	8:00:00 a. m.	825,0	24,0	1	24,00	
27/11/2015	8:00:00 a. m.	845,0	20,0	1	20,00	
30/11/2015	8:00:00 a. m.	1.125,0	280,0	3	93,33	Limpeza do Hospital
1/12/2015	8:00:00 a. m.	1.144,0	19,0	1	19,00	
2/12/2015	8:00:00 a. m.	1.163,0	19,0	1	19,00	
3/12/2015	8:00:00 a. m.	1.183,0	20,0	1	20,00	
4/12/2015	8:00:00 a. m.	1.231,0	48,0	1	48,00	Renovação de água espelho d'água
7/12/2015	8:00:00 a. m.	1.389,0	158,0	3	52,67	Renovação de água espelho d'água
8/12/2015	8:00:00 a. m.	1.410,0	21,0	1	21,00	
9/12/2015	8:00:00 a. m.	1.432,0	22,0	1	22,00	
10/12/2015	8:00:00 a. m.	1.452,0	20,0	1	20,00	
11/12/2015	8:00:00 a. m.	1.473,0	21,0	1	21,00	
14/12/2015	8:00:00 a. m.	1.648,0	175,0	3	58,33	Limpeza e renovação de água espelho d'água
15/12/2015	8:00:00 a. m.	1.683,0	35,0	1	35,00	
16/12/2015	8:00:00 a. m.	1.747,0	64,0	1	64,00	Renovação de água espelho d'água
17/12/2015	8:00:00 a. m.	1.880,0	133,0	1	133,00	Renovação de água espelho d'água
18/12/2015	8:00:00 a. m.	1.975,0	95,0	1	95,00	Renovação de água espelho d'água
21/12/2015	8:00:00 a. m.	2.474,0	499,0	3	166,33	Limpeza e renovação de água espelho d'água

DATA	HORA	HISTÓRICO	CONS, DIÁRIO/MIL	DIAS	MÉDIA	OBS
22/12/2015	8:00:00 a. m.	2.974,0	500,0	1	500,00	Limpeza e renovação de água espelho d'água
23/12/2015	8:00:00 a. m.	3.150,0	176,0	1	176,00	Vazamento tubulação principal
24/12/2015	8:00:00 a. m.	3.231,0	81,0	1	81,00	
28/12/2015	8:00:00 a. m.	3.364,0	133,0	4	33,25	
29/12/2015	8:00:00 a. m.	3.388,0	24,0	1	24,00	
30/12/2015	8:00:00 a. m.	3.422,0	34,0	1	34,00	
31/12/2015	8:00:00 a. m.	3.442,0	20,0	1	20,00	
4/1/2016	8:00:00 a. m.	3.513,0	71,0	4	17,75	
31/12/2015	8:00:00 a. m.	3.442,0	20,0	1	20,00	
4/1/2016	8:00:00 a. m.	3.513,0	71,0	4	17,75	
5/1/2016	8:00:00 a. m.	3.536,0	23,0	1	23,00	
6/1/2016	8:00:00 a. m.	3.564,0	28,0	1	28,00	
7/1/2016	8:00:00 a. m.	3.591,0	27,0	1	27,00	
8/1/2016	8:00:00 a. m.	3.684,0	93,0	1	93,00	Vazamento espelho d'água
11/1/2016	8:00:00 a. m.	3.743,0	59,0	3	19,67	
12/1/2016	8:00:00 a. m.	3.762,0	19,0	1	19,00	
13/1/2016	8:00:00 a. m.	3.780,0	18,0	1	18,00	
14/1/2016	8:00:00 a. m.	3.799,0	19,0	1	19,00	
15/1/2016	8:00:00 a. m.	3.820,0	21,0	1	21,00	
18/1/2016	8:00:00 a. m.	3.880,0	60,0	3	20,00	
19/1/2016	8:00:00 a. m.	4.020,0	140,0	1	140,00	Vazamento espelho d'água
20/1/2016	8:00:00 a. m.	4.199,0	179,0	1	179,00	Vazamento espelho d'água
21/1/2016	8:00:00 a. m.	4.345,0	146,0	1	146,00	Vazamento espelho d'água
22/1/2016	8:00:00 a. m.	4.535,0	190,0	1	190,00	Vazamento espelho d'água
25/1/2016	8:00:00 a. m.	5.220,0	685,0	3	228,33	Vazamento espelho d'água
26/1/2016	8:00:00 a. m.	5.333,0	113,0	1	113,00	Vazamento espelho d'água
27/1/2016	8:00:00 a. m.	5.357,0	24,0	1	24,00	
28/1/2016	8:00:00 a. m.	5.444,0	87,0	1	87,00	Limpeza espelho d'água
29/1/2016	8:00:00 a. m.	5.463,0	19,0	1	19,00	
1/2/2016	8:00:00 a. m.	5.513,0	50,0	3	16,67	
1/2/2016	8:00:00 a. m.	5.513,0	50,0	3	16,67	
2/2/2016	8:00:00 a. m.	5.530,0	17,0	1	17,00	
3/2/2016	8:00:00 a. m.	5.593,0	63,0	1	63,00	
4/2/2016	8:00:00 a. m.	5.655,0	62,0	1	62,00	Limpeza espelho d'água
5/2/2016	8:00:00 a. m.	5.676,0	21,0	1	21,00	
11/2/2016	8:00:00 a. m.	6.379,0	703,0	6	117,17	Limpeza espelho d'água
12/2/2016	8:00:00 a. m.	6.480,0	101,0	1	101,00	Limpeza espelho d'água
15/2/2016	8:00:00 a. m.	6.688,0	208,0	3	69,33	Limpeza espelho d'água
16/2/2016	8:00:00 a. m.	6.807,0	119,0	1	119,00	Preenchimento espelho d'água
17/2/2016	8:00:00 a. m.	6.828,0	21,0	1	21,00	

DATA	HORA	HISTÓRICO	CONS, DIÁRIO/MIL	DIAS	MÉDIA	OBS
18/2/2016	8:00:00 a. m.	6.904,0	76,0	1	76,00	Preenchimento espelho d'água
19/2/2016	8:00:00 a. m.	6.926,0	22,0	1	22,00	
22/2/2016	8:00:00 a. m.	7.375,0	449,0	3	149,67	Esvaziamento do espelho d'água
23/2/2016	8:00:00 a. m.	7.418,0	43,0	1	43,00	
24/2/2016	8:00:00 a. m.	7.446,0	28,0	1	28,00	
25/2/2016	8:00:00 a. m.	7.477,0	31,0	1	31,00	
26/2/2016	8:00:00 a. m.	7.509,0	32,0	1	32,00	
1/3/2016	8:00:00 a. m.	7.612,0	103,0	4	25,75	
2/3/2016	8:00:00 a. m.	7.646,0	34,0	1	34,00	
3/3/2016	8:00:00 a. m.	7.669,0	23,0	1	23,00	
4/3/2016	8:00:00 a. m.	7.697,0	28,0	1	28,00	
7/3/2016	8:00:00 a. m.	7.771,0	74,0	3	24,67	
8/3/2016	8:00:00 a. m.	7.797,0	26,0	1	26,00	
9/3/2016	8:00:00 a. m.	7.833,0	36,0	1	36,00	
10/3/2016	8:00:00 a. m.	7.861,0	28,0	1	28,00	
11/3/2016	8:00:00 a. m.	7.885,0	24,0	1	24,00	
14/3/2016	8:00:00 a. m.	7.947,0	62,0	3	20,67	
15/3/2016	8:00:00 a. m.	7.974,0	27,0	1	27,00	
16/3/2016	8:00:00 a. m.	7.997,0	23,0	1	23,00	
17/3/2016	8:00:00 a. m.	8.022,0	25,0	1	25,00	
18/3/2016	8:00:00 a. m.	8.048,0	26,0	1	26,00	
21/3/2016	8:00:00 a. m.	8.116,0	68,0	3	22,67	
22/3/2016	8:00:00 a. m.	8.146,0	30,0	1	30,00	
23/3/2016	8:00:00 a. m.	8.174,0	28,0	1	28,00	
24/3/2016	8:00:00 a. m.	8.200,0	26,0	1	26,00	
28/3/2016	8:00:00 a. m.	8.396,0	196,0	4	49,00	
29/3/2016	8:00:00 a. m.	8.434,0	38,0	1	38,00	
30/3/2016	8:00:00 a. m.	8.470,0	36,0	1	36,00	
31/3/2016	8:00:00 a. m.	8.515,0	45,0	1	45,00	
1/4/2016	8:00:00 a. m.	8.598,0	83,0	1	83,00	
4/4/2016	8:00:00 a. m.	8.677,0	79,0	3	26,33	
5/4/2016	8:00:00 a. m.	8.703,0	26,0	1	26,00	
6/4/2016	8:00:00 a. m.	8.731,0	28,0	1	28,00	
7/4/2016	8:00:00 a. m.	8.758,0	27,0	1	27,00	
8/4/2016	8:00:00 a. m.	8.787,0	29,0	1	29,00	
11/4/2016	8:00:00 a. m.	9.345,0	558,0	3	186,00	Preenchimento espelho d'água
13/4/2016	8:00:00 a. m.	9.485,0	140,0	2	70,00	Preenchimento espelho d'água
14/4/2016	8:00:00 a. m.	9.634,0	149,0	1	149,00	Preenchimento espelho d'água
15/4/2016	8:00:00 a. m.	9.667,0	33,0	1	33,00	

DATA	HORA	HISTÓRICO	CONS, DIÁRIO/MIL	DIAS	MÉDIA	OBS
18/4/2016	8:00:00 a. m.	9.761,0	94,0	3	31,33	
19/4/2016	8:00:00 a. m.	9.929,0	168,0	1	168,00	Preenchimento espelho d'água
20/4/2016	8:00:00 a. m.	9.973,0	44,0	1	44,00	
25/4/2016	8:00:00 a. m.	10.297,0	324,0	5	64,80	Aspiração do espelho d'água
26/4/2016	8:00:00 a. m.	10.353,0	56,0	1	56,00	
27/4/2016	8:00:00 a. m.	10.390,0	37,0	1	37,00	
28/4/2016	8:00:00 a. m.	10.435,0	45,0	1	45,00	
2/5/2016	8:00:00 a. m.	10.683,0	248,0	4	62,00	
3/5/2016	8:00:00 a. m.	10.753,0	70,0	1	70,00	
4/5/2016	8:00:00 a. m.	10.912,0	159,0	1	159,00	Preenchimento espelho d'água
5/5/2016	8:00:00 a. m.	10.950,0	38,0	1	38,00	
6/5/2016	8:00:00 a. m.	10.971,0	21,0	1	21,00	
9/5/2016	8:00:00 a. m.	11.037,0	66,0	3	22,00	
10/5/2016	8:00:00 a. m.	11.120,0	83,0	1	83,00	
11/5/2016	8:00:00 a. m.	11.163,0	43,0	1	43,00	
12/5/2016	8:00:00 a. m.	11.291,0	128,0	1	128,00	Limpeza espelho d'água
13/5/2016	8:00:00 a. m.	11.319,0	28,0	1	28,00	
16/5/2016	8:00:00 a. m.	11.643,0	324,0	3	108,00	Limpeza espelho d'água
17/5/2016	8:00:00 a. m.	11.680,0	37,0	1	37,00	
18/5/2016	8:00:00 a. m.	11.716,0	36,0	1	36,00	
19/5/2016	8:00:00 a. m.	11.753,0	37,0	1	37,00	
19/5/2016	8:00:00 a. m.	11.785,0	32,0	0	0,00	
23/5/2016	8:00:00 a. m.	11.851,0	66,0	4	16,50	
24/5/2016	8:00:00 a. m.	11.868,0	17,0	1	17,00	
25/5/2016	8:00:00 a. m.	11.887,0	19,0	1	19,00	
30/5/2016	8:00:00 a. m.	12.040,0	153,0	5	30,60	
31/5/2016	8:00:00 a. m.	12.058,0	18,0	1	18,00	
1/6/2016	8:00:00 a. m.	12.079,0	21,0	1	21,00	
2/6/2016	8:00:00 a. m.	12.093,0	14,0	1	14,00	
3/6/2016	8:00:00 a. m.	12.110,0	17,0	1	17,00	
6/6/2016	8:00:00 a. m.	12.155,0	45,0	3	15,00	
7/6/2016	8:00:00 a. m.	12.180,0	25,0	1	25,00	
8/6/2016	8:00:00 a. m.	12.202,0	22,0	1	22,00	
9/6/2016	8:00:00 a. m.	12.225,0	23,0	1	23,00	
10/6/2016	8:00:00 a. m.	12.245,0	20,0	1	20,00	
13/6/2016	8:00:00 a. m.	12.295,0	50,0	3	16,67	
14/6/2016	8:00:00 a. m.	12.413,0	118,0	1	118,00	Vazamento espelho d'água
15/6/2016	8:00:00 a. m.	12.437,0	24,0	1	24,00	
16/6/2016	8:00:00 a. m.	12.462,0	25,0	1	25,00	
17/6/2016	8:00:00 a. m.	12.491,0	29,0	1	29,00	
20/6/2016	8:00:00 a. m.	12.548,0	57,0	3	19,00	

DATA	HORA	HISTÓRICO	CONS, DIÁRIO/MIL	DIAS	MÉDIA	OBS
21/6/2016	8:00:00 a. m.	12.569,0	21,0	1	21,00	
22/6/2016	8:00:00 a. m.	12.600,0	31,0	1	31,00	
23/6/2016	8:00:00 a. m.	12.618,0	18,0	1	18,00	
24/6/2016	8:00:00 a. m.	12.697,0	79,0	1	79,00	Limpeza do espelho d'água
27/6/2016	8:00:00 a. m.	12.775,0	78,0	3	26,00	
28/6/2016	8:00:00 a. m.	12.793,0	18,0	1	18,00	
29/6/2016	8:00:00 a. m.	12.871,0	78,0	1	78,00	Limpeza do espelho d'água
30/6/2016	8:00:00 a. m.	12.927,0	56,0	1	56,00	Preenchimento espelho d'água
1/7/2016	8:00:00 a. m.	12.957,0	30,0	1	30,00	
4/7/2016	8:00:00 a. m.	13.038,0	81,0	3	27,00	
5/7/2016	8:00:00 a. m.	13.120,0	82,0	1	82,00	Limpeza espelho d'água
6/7/2016	8:00:00 a. m.	13.137,0	17,0	1	17,00	
7/7/2016	8:00:00 a. m.	13.156,0	19,0	1	19,00	
8/7/2016	8:00:00 a. m.	13.172,0	16,0	1	16,00	
11/7/2016	8:00:00 a. m.	13.237,0	65,0	3	21,67	
12/7/2016	8:00:00 a. m.	13.257,0	20,0	1	20,00	
13/7/2016	8:00:00 a. m.	13.315,0	58,0	1	58,00	Limpeza espelho d'água
14/7/2016	8:00:00 a. m.	13.349,0	34,0	1	34,00	
15/7/2016	8:00:00 a. m.	13.369,0	20,0	1	20,00	
18/7/2016	8:00:00 a. m.	13.427,0	58,0	3	19,33	
19/7/2016	8:00:00 a. m.	13.473,0	46,0	1	46,00	Limpeza espelho d'água
20/7/2016	8:00:00 a. m.	13.491,0	18,0	1	18,00	
21/7/2016	8:00:00 a. m.	13.512,0	21,0	1	21,00	
22/7/2016	8:00:00 a. m.	13.546,0	34,0	1	34,00	
25/7/2016	8:00:00 a. m.	13.653,0	107,0	3	35,67	Limpeza espelho d'água
26/7/2016	8:00:00 a. m.	13.673,0	20,0	1	20,00	
27/7/2016	8:00:00 a. m.	13.751,0	78,0	1	78,00	Limpeza espelho d'água
28/7/2016	8:00:00 a. m.	13.770,0	19,0	1	19,00	
29/7/2016	8:00:00 a. m.	13.789,0	19,0	1	19,00	
1/8/2016	8:00:00 a. m.	13.838,0	49,0	3	16,33	
2/8/2016	8:00:00 a. m.	13.858,0	20,0	1	20,00	
3/8/2016	8:00:00 a. m.	13.895,0	37,0	1	37,00	Limpeza espelho d'água
4/8/2016	8:00:00 a. m.	13.914,0	19,0	1	19,00	
5/8/2016	8:00:00 a. m.	13.949,0	35,0	1	35,00	Limpeza espelho d'água
8/8/2016	8:00:00 a. m.	13.993,0	44,0	3	14,67	
9/8/2016	8:00:00 a. m.	14.021,0	28,0	1	28,00	
10/8/2016	8:00:00 a. m.	14.036,0	15,0	1	15,00	
11/8/2016	8:00:00 a. m.	14.054,0	18,0	1	18,00	
12/8/2016	8:00:00 a. m.	14.093,0	39,0	1	39,00	Limpeza espelho d'água
16/8/2016	8:00:00 a. m.	14.158,0	65,0	4	16,25	
17/8/2016	8:00:00 a. m.	14.221,0	63,0	1	63,00	Limpeza espelho d'água
18/8/2016	8:00:00 a. m.	14.243,0	22,0	1	22,00	
19/8/2016	8:00:00 a. m.	14.256,0	13,0	1	13,00	

DATA	HORA	HISTÓRICO	CONS, DIÁRIO/MIL	DIAS	MÉDIA	OBS
22/8/2016	8:00:00 a. m.	14.302,0	46,0	3	15,33	
23/8/2016	8:00:00 a. m.	14.317,0	15,0	1	15,00	
24/8/2016	8:00:00 a. m.	14.343,0	26,0	1	26,00	Limpeza espelho d'água
25/8/2016	8:00:00 a. m.	14.348,0	5,0	1	5,00	
26/8/2016	8:00:00 a. m.	14.443,0	95,0	1	95,00	Preenchimento espelho d'água
29/8/2016	8:00:00 a. m.	14.551,0	108,0	3	36,00	Preenchimento espelho d'água
30/8/2016	8:00:00 a. m.	14.597,0	46,0	1	46,00	Preenchimento espelho d'água
31/8/2016	8:00:00 a. m.	14.612,0	15,0	1	15,00	
1/9/2016	8:00:00 a. m.	14.652,0	40,0	1	40,00	Limpeza piso técnico
2/9/2016	8:00:00 a. m.	14.701,0	49,0	1	49,00	Limpeza espelho d'água
5/9/2016	8:00:00 a. m.	14.757,0	56,0	3	18,67	
6/9/2016	8:00:00 a. m.	14.811,0	54,0	1	54,00	Limpeza espelho d'água
8/9/2016	8:00:00 a. m.	14.835,0	24,0	2	12,00	
9/9/2016	8:00:00 a. m.	14.861,0	26,0	1	26,00	
12/9/2016	8:00:00 a. m.	14.920,0	59,0	3	19,67	
13/9/2016	8:00:00 a. m.	14.980,0	60,0	1	60,00	Preenchimento do espelho d'água
14/9/2016	8:00:00 a. m.	15.024,0	44,0	1	44,00	Regou plantas
15/9/2016	8:00:00 a. m.	15.119,0	95,0	1	95,00	Limpeza espelho d'água
16/9/2016	8:00:00 a. m.	15.135,0	16,0	1	16,00	
19/9/2016	8:00:00 a. m.	15.455,0	320,0	3	106,67	Preenchimento do espelho d'água
20/9/2016	8:00:00 a. m.	15.508,0	53,0	1	53,00	Regou as plantas
21/9/2016	8:00:00 a. m.	15.527,0	19,0	1	19,00	
26/9/2016	8:00:00 a. m.	15.741,0	214,0	5	42,80	Limpeza espelho d'água
27/9/2016	8:00:00 a. m.	15.862,0	121,0	1	121,00	Limpeza espelho d'água
28/9/2016	8:00:00 a. m.	15.907,0	45,0	1	45,00	Limpeza espelho d'água
29/9/2016	8:00:00 a. m.	15.934,0	27,0	1	27,00	
30/9/2016	8:00:00 a. m.	15.956,0	22,0	1	22,00	
3/10/2016	8:00:00 a. m.	16.009,0	53,0	3	17,67	
4/10/2016	8:00:00 a. m.	16.072,0	63,0	1	63,00	Limpeza espelho d'água
5/10/2016	8:00:00 a. m.	16.097,0	25,0	1	25,00	
6/10/2016	8:00:00 a. m.	16.129,0	32,0	1	32,00	Limpeza espelho d'água
7/10/2016	8:00:00 a. m.	16.155,0	26,0	1	26,00	
10/10/2016	8:00:00 a. m.	16.219,0	64,0	3	21,33	
11/10/2016	8:00:00 a. m.	16.263,0	44,0	1	44,00	Limpeza espelho d'água
13/10/2016	8:00:00 a. m.	16.359,0	96,0	2	48,00	Limpeza espelho d'água
14/10/2016	8:00:00 a. m.	16.379,0	20,0	1	20,00	
17/10/2016	8:00:00 a. m.	16.427,0	48,0	3	16,00	
18/10/2016	8:00:00 a. m.	16.509,0	82,0	1	82,00	Limpeza espelho d'água
19/10/2016	8:00:00 a. m.	16.575,0	66,0	1	66,00	Limpeza espelho d'água

DATA	HORA	HISTÓRICO	CONS, DIÁRIO/MIL	DIAS	MÉDIA	OBS
20/10/2016	8:00:00 a. m.	16.600,0	25,0	1	25,00	
21/10/2016	8:00:00 a. m.	16.618,0	18,0	1	18,00	
24/10/2016	8:00:00 a. m.	16.674,0	56,0	3	18,67	
25/10/2016	8:00:00 a. m.	16.689,0	15,0	1	15,00	
26/10/2016	8:00:00 a. m.	16.704,0	15,0	1	15,00	
27/10/2016	8:00:00 a. m.	16.721,0	17,0	1	17,00	
31/10/2016	8:00:00 a. m.	16.772,0	51,0	4	12,75	
1/11/2016	8:00:00 a. m.	16.801,0	29,0	1	29,00	
1/11/2016	8:00:00 a. m.	16.801,0	29,0	1	29,00	
7/11/2016	9:00:00 a. m.	16.947,0	146,0	6	24,33	
8/11/2016	9:00:00 a. m.	16.958,0	11,0	1	11,00	
9/11/2016	9:00:00 a. m.	17.027,0	69,0	1	69,00	Limpeza espelho d'água
10/11/2016	9:00:00 a. m.	17.080,0	53,0	1	53,00	Limpeza espelho d'água
11/11/2016	9:00:00 a. m.	17.101,0	21,0	1	21,00	
16/11/2016	9:00:00 a. m.	17.192,0	91,0	5	18,20	
17/11/2016	9:00:00 a. m.	17.211,0	19,0	1	19,00	
18/11/2016	9:00:00 a. m.	17.231,0	20,0	1	20,00	
21/11/2016	9:00:00 a. m.	17.273,0	42,0	3	14,00	
22/11/2016	9:00:00 a. m.	17.341,0	68,0	1	68,00	Limpeza espelho d'água
23/11/2016	9:00:00 a. m.	17.404,0	63,0	1	63,00	Limpeza espelho d'água
24/11/2016	9:00:00 a. m.	17.421,0	17,0	1	17,00	
25/11/2016	9:00:00 a. m.	17.493,0	72,0	1	72,00	Limpeza espelho d'água
28/11/2016	9:00:00 a. m.	17.537,0	44,0	3	14,67	
29/11/2016	9:00:00 a. m.	17.554,0	17,0	1	17,00	
30/11/2016	9:00:00 a. m.	17.606,0	52,0	1	52,00	Limpeza espelho d'água
1/12/2016	9:00:00 a. m.	17.667,0	61,0	1	61,00	Limpeza espelho d'água
2/12/2016	9:00:00 a. m.	17.687,0	20,0	1	20,00	
5/12/2016	9:00:00 a. m.	17.728,0	41,0	3	13,67	
6/12/2016	9:00:00 a. m.	17.807,0	79,0	1	79,00	Limpeza espelho d'água
7/12/2016	9:00:00 a. m.	17.824,0	17,0	1	17,00	
8/12/2016	9:00:00 a. m.	17.840,0	16,0	1	16,00	
9/12/2016	9:00:00 a. m.	17.907,0	67,0	1	67,00	Limpeza espelho d'água
12/12/2016	10:00:00 a. m.	17.953,0	46,0	3	15,33	
13/12/2016	10:30:00 a. m.	17.969,0	16,0	1	16,00	
14/12/2016	10:45:00 a. m.	17.984,0	15,0	1	15,00	
15/12/2016	11:40:00 a. m.	18.002,0	18,0	1	18,00	
20/12/2016	9:00:00 a. m.	18.111,0	109,0	5	21,80	
21/12/2016	10:00:00 a. m.	18.181,0	70,0	1	70,00	Limpeza espelho d'água
21/12/2016	9:30:00 a. m.	18.196,0	15,0	1	15,00	
28/12/2016	8:20:00 a. m.	18.289,0	93,0	7	13,29	
29/12/2016	8:30:00 a. m.	18.314,0	25,0	1	25,00	
30/12/2016	8:30:00 a. m.	18.330,0	16,0	1	16,00	
2/1/2017	8:30:00 a. m.	18.376,0	46,0	3	15,33	
3/1/2017	8:30:00 a. m.	18.393,0	17,0	3	5,67	

DATA	HORA	HISTÓRICO	CONS, DIÁRIO/MIL	DIAS	MÉDIA	OBS
4/1/2017	1:30:00 p. m.	18.417,0	24,0	3	8,00	
5/1/2017	8:30:00 a. m.	18.427,0	10,0	3	3,33	
6/1/2017	8:30:00 a. m.	18.445,0	18,0	3	6,00	
9/1/2017	7:30:00 a. m.	18.547,0	102,0	3	34,00	Limpeza espelho d'água
11/1/2017	7:30:00 a. m.	18.582,0	35,0	2	17,50	
12/1/2017	2:20:00 p. m.	18.607,0	25,0	1	25,00	
13/1/2017	7:30:00 a. m.	18.618,0	11,0	1	11,00	
16/1/2017	7:30:00 a. m.	18.662,0	44,0	3	14,67	
17/1/2017	7:45:00 a. m.	18.686,0	24,0	1	24,00	
18/1/2017	8:15:00 a. m.	18.705,0	19,0	1	19,00	
19/1/2017	8:30:00 a. m.	18.725,0	20,0	1	20,00	
20/1/2017	8:00:00 a. m.	18.745,0	20,0	1	20,00	
23/1/2017	8:45:00 a. m.	18.790,0	45,0	3	15,00	
24/1/2017	8:05:00 a. m.	18.805,0	15,0	1	15,00	
26/1/2017	7:55:00 a. m.	18.840,0	35,0	2	17,50	
27/1/2017	7:50:00 a. m.	18.866,0	26,0	1	26,00	
30/1/2017	4:00:00 p. m.	18.920,0	54,0	3	18,00	
31/1/2017	10:00:00 a. m.	18.935,0	15,0	1	15,00	
1/2/2017	10:00:00 a. m.	18.955,0	20,0	1	20,00	
2/2/2017	10:55:00 a. m.	18.972,0	17,0	1	17,00	
3/2/2017	9:10:00 a. m.	18.990,0	18,0	1	18,00	
6/2/2017	8:05:00 a. m.	19.038,0	48,0	3	16,00	
7/2/2017	7:10:00 a. m.	19.056,0	18,0	1	18,00	
9/2/2017	7:20:00 a. m.	19.102,0	46,0	2	23,00	
10/2/2017	8:10:00 a. m.	19.174,0	72,0	1	72,00	Limpeza caixa d'água
13/2/2017	7:10:00 a. m.	19.226,0	52,0	3	17,33	
14/2/2017	7:40:00 a. m.	19.246,0	20,0	1	20,00	
15/2/2017	7:40:00 a. m.	19.267,0	21,0	1	21,00	
16/2/2017	8:15:00 a. m.	19.288,0	21,0	1	21,00	
17/2/2017	7:05:00 a. m.	19.384,0	96,0	1	96,00	Enchimento do espelho d'água
20/2/2017	7:30:00 a. m.	19.494,0	110,0	3	36,67	
21/2/2017	7:05:00 a. m.	19.515,0	21,0	1	21,00	
22/2/2017	7:45:00 a. m.	19.540,0	25,0	1	25,00	
23/2/2017	7:30:00 a. m.	19.617,0	77,0	1	77,00	Limpeza espelho d'água
24/2/2017	7:30:00 a. m.	19.687,0	70,0	1	70,00	Limpeza espelho d'água
27/2/2017	7:40:00 a. m.	19.758,0	71,0	3	23,67	
28/2/2017	7:20:00 a. m.	19.774,0	16,0	1	16,00	
1/3/2017	7:30:00 a. m.	19.791,0	17,0	1	17,00	
2/3/2017	8:30:00 a. m.	19.809,0	18,0	1	18,00	
3/3/2017	7:30:00 a. m.	19.826,0	17,0	1	17,00	
6/3/2017	7:30:00 a. m.	19.876,0	50,0	3	16,67	
7/3/2017	7:10:00 a. m.	19.894,0	18,0	1	18,00	
8/3/2017	4:15:00 p. m.	19.927,0	33,0	1	33,00	

DATA	HORA	HISTÓRICO	CONS, DIÁRIO/MIL	DIAS	MÉDIA	OBS
9/3/2017	3:35:00 p. m.	19.939,0	12,0	1	12,00	
10/3/2017	7:30:00 a. m.	19.958,0	19,0	1	19,00	
13/3/2017	11:25:00 a. m.	20.011,0	53,0	1	53,00	
14/3/2017	7:23:00 a. m.	20.108,0	97,0	1	97,00	Limpeza espelho d'água
15/3/2017	8:23:00 a. m.	20.127,0	19,0	1	19,00	
16/3/2017	9:23:00 a. m.	20.147,0	20,0	1	20,00	
17/3/2017	10:23:00 a. m.	20.167,0	20,0	1	20,00	
20/3/2017	7:55:00 a. m.	20.235,0	68,0	3	22,67	
21/3/2017	6:50:00 a. m.	20.253,0	18,0	1	18,00	
22/3/2017	10:05:00 a. m.	20.313,0	60,0	1	60,00	Limpeza espelho d'água
23/3/2017	10:15:00 a. m.	20.337,0	24,0	1	24,00	
24/3/2017	7:55:00 a. m.	20.354,0	17,0	1	17,00	
27/3/2017	8:10:00 a. m.	20.424,0	70,0	3	23,33	
28/3/2017	7:45:00 a. m.	20.486,0	62,0	1	62,00	Limpeza espelho d'água
29/3/2017	10:45:00 a. m.	20.534,0	48,0	1	48,00	Limpeza espelho d'água
30/3/2017	8:45:00 a. m.	20.608,0	74,0	1	74,00	Limpeza espelho d'água
31/3/2017	8:55:00 a. m.	20.668,0	60,0	1	60,00	Limpeza espelho d'água
3/4/2017	7:51:00 a. m.	20.720,0	52,0	3	17,33	
4/4/2017	4:30:00 p. m.	20.802,0	82,0	1	82,00	Limpeza espelho d'água
5/4/2017	7:15:00 a. m.	20.811,0	9,0	1	9,00	
6/4/2017	7:30:00 a. m.	20.866,0	55,0	1	55,00	Limpeza espelho d'água
7/4/2017	7:30:00 a. m.	20.888,0	22,0	1	22,00	Retirada vazamento rede de água quente
10/4/2017	8:30:00 a. m.	20.933,0	45,0	3	15,00	
11/4/2017	9:30:00 a. m.	20.942,0	9,0	1	9,00	
12/4/2017	10:30:00 a. m.	20.971,0	29,0	1	29,00	Limpeza espelho d'água
13/4/2017	11:30:00 a. m.	21.037,0	66,0	1	66,00	Limpeza espelho d'água
17/4/2017	9:00:00 a. m.	21.112,0	75,0	4	18,75	
18/4/2017	8:00:00 a. m.	21.145,0	33,0	1	33,00	Limpeza espelho d'água
19/4/2017	7:30:00 a. m.	21.177,0	32,0	1	32,00	Limpeza espelho d'água
20/4/2017	7:30:00 a. m.	21.208,0	31,0	1	31,00	Limpeza espelho d'água
22/4/2017	7:35:00 a. m.	21.245,0	37,0	2	18,50	
24/4/2017	7:35:00 a. m.	21.268,0	23,0	2	11,50	
25/4/2017	7:35:00 a. m.	21.287,0	19,0	1	19,00	
26/4/2017	7:35:00 a. m.	21.299,0	12,0	1	12,00	
27/4/2017	7:35:00 a. m.	21.313,0	14,0	1	14,00	
28/4/2017	7:35:00 a. m.	21.334,0	21,0	1	21,00	
29/4/2017	7:35:00 a. m.	21.347,0	13,0	1	13,00	
2/5/2017	7:35:00 a. m.	21.387,0	40,0	3	13,33	
3/5/2017	7:20:00 a. m.	21.418,0	31,0	1	31,00	Reposição de volume do espelho d'água
4/5/2017	7:30:00 a. m.	21.434,0	16,0	1	16,00	Limpeza espelho d'água
5/5/2017	7:20:00 a. m.	21.475,0	41,0	1	41,00	Limpeza espelho d'água
6/5/2017	7:30:00 a. m.	21.508,0	33,0	1	33,00	

DATA	HORA	HISTÓRICO	CONS, DIÁRIO/MIL	DIAS	MÉDIA	OBS
8/5/2017	7:20:00 a. m.	21.535,0	27,0	2	13,50	
9/5/2017	8:30:00 a. m.	21.552,0	17,0	1	17,00	
10/5/2017	7:20:00 a. m.	21.569,0	17,0	1	17,00	
11/5/2017	7:30:00 a. m.	21.590,0	21,0	1	21,00	
12/5/2017	8:40:00 a. m.	21.644,0	54,0	1	54,00	Limpeza espelho d'água
13/5/2017	8:20:00 a. m.	21.719,0	75,0	1	75,00	Esvaziamento da caixa para troca da boia
15/5/2017	8:10:00 a. m.	21.758,0	39,0	2	19,50	
16/5/2017	7:20:00 a. m.	21.777,0	19,0	1	19,00	
17/5/2017	7:30:00 a. m.	21.798,0	21,0	1	21,00	
18/5/2017	7:30:00 a. m.	21.817,0	19,0	2	9,50	
19/5/2017	7:45:00 a. m.	21.836,0	19,0	1	19,00	
20/5/2017	9:00:00 a. m.	21.857,0	21,0	1	21,00	
22/5/2017	7:40:00 a. m.	21.884,0	27,0	2	13,50	
23/5/2017	7:30:00 a. m.	21.901,0	17,0	1	17,00	
24/5/2017	7:20:00 a. m.	21.918,0	17,0	1	17,00	
25/5/2017	7:20:00 a. m.	21.936,0	18,0	1	18,00	
26/5/2017	11:10:00 a. m.	21.993,0	57,0	1	57,00	Limpeza espelho d'água
27/5/2017	8:40:00 a. m.	22.025,0	32,0	1	32,00	Limpeza espelho d'água
29/5/2017	7:40:00 a. m.	22.057,0	32,0	2	16,00	
30/5/2017	7:20:00 a. m.	22.100,0	43,0	1	43,00	
31/5/2017	7:30:00 a. m.	22.144,0	44,0	1	44,00	Limpeza tanque hidropneumático
1/6/2017	7:30:00 a. m.	22.180,0	36,0	1	36,00	
5/6/2017	7:50:00 a. m.	22.250,0	70,0	4	17,50	
6/6/2017	7:40:00 a. m.	22.308,0	58,0	1	58,00	Reposição de volume do espelho d'água
7/6/2017	7:20:00 a. m.	22.348,0	40,0	1	40,00	
8/6/2017	7:40:00 a. m.	22.389,0	41,0	1	41,00	
9/6/2017	8:25:00 a. m.	22.457,0	68,0	1	68,00	Limpeza espelho d'água
10/6/2017	8:30:00 a. m.	22.474,0	17,0	1	17,00	
12/6/2017	7:50:00 a. m.	22.504,0	30,0	2	15,00	
13/6/2017	8:15:00 a. m.	22.527,0	23,0	1	23,00	
14/6/2017	8:12:00 a. m.	22.545,0	18,0	1	18,00	
16/6/2017	7:30:00 a. m.	22.576,0	31,0	2	15,50	
17/6/2017	9:00:00 a. m.	22.609,0	33,0	1	33,00	Reposição de volume do espelho d'água
19/6/2017	8:00:00 a. m.	22.636,0	27,0	2	13,50	
20/6/2017	8:10:00 a. m.	22.655,0	19,0	1	19,00	Reposição de volume do espelho d'água
21/6/2017	7:40:00 a. m.	22.696,0	41,0	1	41,00	Liberada água para bloco 3
22/6/2017	9:50:00 a. m.	22.781,0	85,0	1	85,00	Reposição de volume do espelho d'água
23/6/2017	9:30:00 a. m.	22.855,0	74,0	1	74,00	

DATA	HORA	HISTÓRICO	CONS, DIÁRIO/MIL	DIAS	MÉDIA	OBS
26/6/2017	7:50:00 a. m.	22.914,0	59,0	3	19,67	
27/6/2017	9:10:00 a. m.	22.971,0	57,0	1	57,00	Reposição de volume do espelho d'água / Liberada água para bloco 3
28/6/2017	7:50:00 a. m.	22.994,0	23,0	1	23,00	
29/6/2017	8:50:00 a. m.	23.018,0	24,0	1	24,00	Reposição de volume do espelho d'água
30/6/2017	8:25:00 a. m.	23.039,0	21,0	1	21,00	Reposição de volume do espelho d'água
3/7/2017	8:00:00 a. m.	23.148,0	109,0	3	36,33	
4/7/2017	8:20:00 a. m.	23.166,0	18,0	1	18,00	
5/7/2017	8:20:00 a. m.	23.186,0	20,0	1	20,00	
6/7/2017	8:00:00 a. m.	23.205,0	19,0	1	19,00	
7/7/2017	8:30:00 a. m.	23.225,0	20,0	1	20,00	Reposição de volume do espelho d'água
10/7/2017	2:00:00 p. m.	23.325,0	100,0	3	33,33	
11/7/2017	9:40:00 a. m.	23.341,0	16,0	1	16,00	
12/7/2017	4:00:00 p. m.	23.370,0	29,0	1	29,00	Reposição de volume do espelho d'água
13/7/2017	8:30:00 a. m.	23.381,0	11,0	1	11,00	
14/7/2017	9:20:00 a. m.	23.405,0	24,0	1	24,00	
17/7/2017	10:20:00 a. m.	23.470,0	65,0	3	21,67	
18/7/2017	7:40:00 a. m.	23.498,0	28,0	1	28,00	
19/7/2017	8:50:00 a. m.	23.523,0	25,0	1	25,00	
20/7/2017	8:00:00 a. m.	23.549,0	26,0	1	26,00	
21/7/2017	9:50:00 a. m.	23.595,0	46,0	1	46,00	Reposição de volume do espelho d'água / Liberada água para bloco 3
24/7/2017	7:40:00 a. m.	23.687,0	92,0	3	30,67	
25/7/2017	7:50:00 a. m.	23.717,0	30,0	1	30,00	Regando plantas
26/7/2017	8:30:00 a. m.	23.752,0	35,0	1	35,00	
27/7/2017	8:00:00 a. m.	23.779,0	27,0	1	27,00	Desentupimento de pia do refeitório, Lavado parte do piso técnico 2, Reposição do volume de água do espelho d'água
28/7/2017	7:40:00 a. m.	23.831,0	52,0	1	52,00	Plantas regadas, Reposição do volume de água do espelho d'água
31/7/2017	9:40:00 a. m.	23.916,0	85,0	3	28,33	Reposição de volume do espelho d'água / Vazamento na caixa d'água / Regando plantas
1/8/2017	9:10:00 a. m.	23.938,0	22,0	1	22,00	Vazamento na caixa d'água

ANEXO 2

ANEXO 2

Dados de Precipitação Atmosférica

Precipitação Atmosférica Anual

Tabela A 48 Dados históricos de precipitação mensal em estação INMET, São Carlos

Ano	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Mês	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Janeiro	274,7	82,9	458,3	135,1	425,3	241,6	199,9	269,9	231,0	138,1	158,8	196,0	274,0
Fevereiro	104,8	154,4	355,4	147,5	131,5	308,3	318,0	81,7	111,9	135,7	419,1	34,7	221,4
Março	76,0	156,1	93,0	112,8	444,1	60,0	313,2	245,6	133,0	77,6	120,8	63,5	327,8
Abril	66,3	105,0	88,9	199,7	90,1	54,2	59,6	101,8	3,7	69,6	54,4	28,7	60,2
Mai	46,7	79,1	82,5	97,7	4,3	13,0	147,0	16,6	74,5	66,6	4,9	77,2	53,9
Junho	63,4	144,3	5,0	30,6	110,8	0,7	102,2	27,9	70,7	0,0	108,3	88,1	57,4
Julho	4,9	33,9	171,2	33,2	0,0	21,3	76,3	9,2	142,7	0,0	0,1	-	22,9
Agosto	93,9	4,8	77,3	10,8	11,1	0,0	81,1	80,7	1,5	16,0	0,9	25,6	21,5
Setembro	97,8	68,1	71,1	66,1	12,2	68,3	125,4	76,6	68,1	23,8	34,5	10,1	9,7
Outubro	95,6	187,4	274,1	99,2	146,4	102,5	93,5	63,9	103,9	66,1	54,2	142,6	236,1
Novembro	186,9	111,6	255,1	139,3	56,7	243,9	129,4	220,4	245,6	24,0	54,6	213,2	142,5
Dezembro	164,9	232,5	167,3	468,0	331,3	213,9	299,3	347,6	315,2	170,2	307,2	256,8	282,3

Ano	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Mês	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Janeiro	415,8	115,9	-	99,2	383,3	272,8	377,0	395,9	181,9	71,0	191,9	317,0	208,6
Fevereiro	218,0	41,5	-	255,4	108,7	163,8	217,8	180,9	146,5	196,1	441,9	157,6	559,9
Março	267,3	79,9	-	259,3	122,9	309,2	187,7	195,0	327,2	209,8	131,0	153,2	208,5
Abril	93,5	42,8	-	45,3	133,8	0,0	52,7	139,8	195,8	61,6	189,0	123,8	127,7
Mai	192,8	49,4	-	54,0	193,4	72,2	34,1	66,1	40,1	119,4	81,3	37,7	80,9
Junho	77,7	0,0	-	0,2	23,1	10,2	40,8	6,5	8,4	0,0	104,1	58,2	21,6
Julho	52,4	0,7	-	35,9	18,6	0,0	110,5	25,5	36,2	49,5	9,0	39,9	43,6
Agosto	0,0	120,7	-	100,5	7,4	0,0	31,9	65,2	0,0	33,2	150,6	0,0	0,0
Setembro	237,5	103,5	-	20,9	84,1	11,1	121,2	49,5	44,1	108,8	131,5	0,2	26,6
Outubro	222,2	34,7	-	55,9	83,1	0,3	39,9	100,4	162,8	199,3	123,4	151,4	144,5
Novembro	176,2	115,9	-	108,6	213,0	97,0	180,1	116,1	35,0	110,5	134,9	156,9	169,6
Dezembro	483,5	247,1	-	412,5	194,2	0,0	271,8	240,2	274,9	164,7	182,9	263,2	217,0

Ano	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Mês	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Janeiro	423,8	259,4	276,4	477,9	277,5	255,5	358,5	421,8	390,3	499,8	220,9	468,2	178,6
Fevereiro	263,2	291,0	223,4	288,9	316,3	89,3	352,2	170,7	277,1	62,0	277,6	189,2	193,4
Março	133,9	58,8	171,5	-	247,8	163,4	100,8	142,8	68,8	238,4	157,1	107,7	161,3
Abril	109,8	54,8	127,2	97,1	24,6	30,5	1,1	54,4	46,9	72,4	40,2	70,1	92,9
Mai	54,4	105,4	92,4	23,9	7,9	67,3	56,9	43,3	114,0	69,1	6,2	67,0	29,9

Ano	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Mês	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Junho	22,8	213,2	7,2	13,9	11,3	10,5	0,0	10,9	22,1	23,7	10,2	6,0	31,7
Julho	7,4	26,1	0,3	4,3	46,1	4,1	6,4	2,9	48,1	7,6	13,9	136,9	0,0
Agosto	21,1	0,5	31,5	0,0	49,4	46,6	47,2	11,1	0,0	9,4	17,4	0,6	46,7
Setembro	125,6	71,8	73,0	70,0	150,6	110,2	54,9	15,3	13,1	48,2	47,5	0,3	34,4
Outubro	148,2	99,5	213,3	64,7	99,7	164,7	38,3	75,2	121,1	160,3	149,8	54,1	79,1
Novembro	190,8	311,2	77,0	98,6	276,6	178,2	192,1	153,5	223,6	152,0	125,1	188,4	50,6
Dezembro	294,0	150,3	331,6	270,6	234,1	342,5	301,9	162,8	290,5	287,3	230,8	129,1	175,0

Ano	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Mês	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Janeiro	336,1	357,4	437,0	346,9	281,5	72,1	124,4	463,4
Fevereiro	176,7	111,3	345,9	97,7	201,5	42,5	206,3	191,1
Março	314,4	194,4	283,9	44,1	202,4	161,9	213,3	0,0
Abril	98,5	120,0	86,9	147,5	70,4	95,9	43,2	10,4
Mai	34,9	12,8	5,5	98,1	142,0	44,8	56,0	135,6
Junho	30,7	19,1	42,7	191,9	43,8	3,0	22,7	101,7
Julho	72,2	34,6	0,0	42,7	43,3	28,9	70,1	2,5
Agosto	159,9	0,0	13,1	2,4	23,5	1,6	8,8	22,0
Setembro	135,3	78,3	13,0	77,4	61,7	116,5	159,3	26,3
Outubro	81,8	88,0	179,0	97,3	174,6	58,3	44,5	131,6
Novembro	248,3	61,1	134,2	174,0	156,4	195,8	266,2	120,1
Dezembro	404,3	151,2	230,5	228,4	119,6	290,4	156,7	178,2

ANEXO 3

ANEXO 3

Catalogo de Produtos

Biopress

Anti-vandalismo

- Resistência à toda prova.
- Botão em aço inox posicionado na face da parede.
- Equipada com regulador de vazão de 6 litros/minuto.
- Economia de até 70% no consumo de água.
- Ideal para locais públicos de uso intenso com ocorrência de vandalismo como estádios, clubes, escolas, presídios, rodoviárias.
- Conforme ABNT NBR 13713.
- 0,6 litros por acionamento.



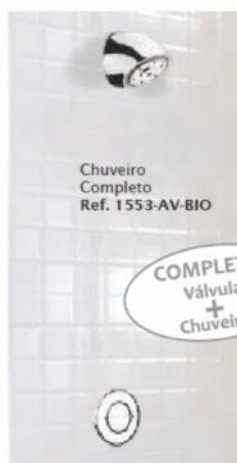
Torneira de Parede
ref. 1182-AV-BIO-80
(com bico de 80mm)

ref. 1182-AV-BIO-140
(com bico de 140mm)



•Torneira com bico fixo,
sem partes removíveis.

Chuveiro



•Pode ser adquirido completo (válvula e chuveiro) ou separadamente.

Chuveiro
ref. 1990-AV-BIO



- Crivo do chuveiro fixado com parafuso anti-vandalismo.
- Também pode ser utilizado com registros comuns.

Válvula para Chuveiro
ref. 1418-AV-BIO



- Vazão constante de 15 litros/minuto.
- Tempo de vazão de aproximadamente 18 segundos.
- Pode ser utilizado com qualquer chuveiro.
- 4,5 litros por acionamento.

Válvula para Mictório

Válvula de Descarga
para Mictório Completa
ref. 1181-AV-BIO

- Tubo mais resistente, com sistema que impede sua depreciação.
- As peças podem ser adquiridas separadamente, como se segue:

COMPLETO:
Válvula +
Tubo de Ligação

•Pode ser adquirido completo (válvula e tubo de ligação) ou separadamente.

Válvula de Descarga para Mictório
ref. 1417-AV-BIO

- Equipada com regulador de vazão de 8 litros/minuto.
- 0,8 litros por acionamento.



Tubo de Ligação para Mictório
ref. 2200

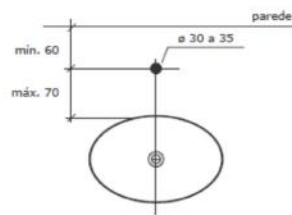
- Mais resistente, com sistema que impede sua depreciação.
- Pode ser utilizado com qualquer sistema de descarga com saída na parede de 1/2".



Torneira de Bancada Biopress

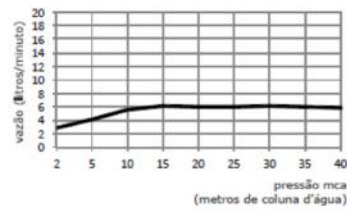
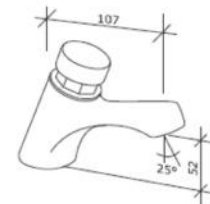
Ref.: 1180

Instalação



- Pressão da água: de 2 a 40 mca

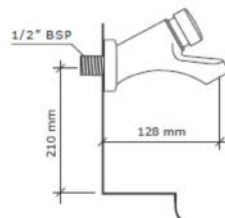
Curva de Vazão

Torneira de Bancada Biopress
Ref. 1180

Torneira de Parede Biopress

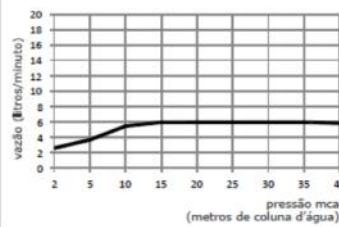
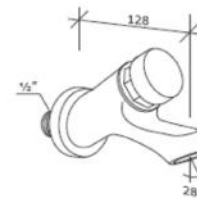
Ref.: 1182

Instalação



- Pressão da água: de 2 a 40 mca

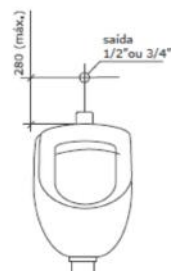
Curva de Vazão

Torneira de Parede Biopress
Ref. 1182

Válvula de Descarga para Mictório Biopress

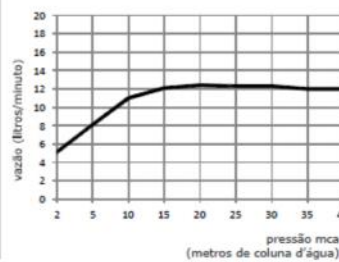
Ref.: 1181

Instalação



- Pressão da água: de 2 a 40 mca

Curva de Vazão

Válvula de Descarga para Mictório Biopress
Ref. 1181