

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

THIAGO FELIPE DEMIO MANZI

**VIABILIDADE DE SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE
CHUVA NA SEDE DO MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO
PARANÁ EM CURITIBA**

MONOGRAFIA DE PÓS GRADUAÇÃO

CURITIBA

2018

THIAGO FELIPE DEMIO MANZI

**VIABILIDADE DE SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE
CHUVA NA SEDE DO MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO
PARANÁ EM CURITIBA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Construções Sustentáveis, do Departamento de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Professora Msc Margolaine Giacchini

CURITIBA

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Curitiba, Sede Ecoville
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Curso de Especialização em Construções Sustentáveis



TERMO DE APROVAÇÃO

VIABILIDADE DE SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NA
SEDE DO MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ EM CURITIBA

Por

THIAGO FELIPE DEMIO MANZI

Esta monografia foi apresentada em 29 / 06 / 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Construções Sustentáveis. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. M.Sc. Margolaine Giacchini
Orientadora

Profa. PhD. Stella Maris da Cruz Bezerra
Membro Titular

Prof. Dr. Fernando Oliveira de Andrade
Membro Titular

O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso

AGRADECIMENTOS

À Professora Msc Margolaine Giacchini, pela troca de experiência, disponibilidade e paciência na orientação deste trabalho.

Ao Ministério Público do Estado do Paraná, especialmente à Comissão de Gestão Socioambiental – CGSA/MPPR, pela solidariedade e oportunidade no desenvolvimento de ações, projetos e iniciativas que visam enfatizar na cultura institucional a questão ambiental.

Aos amigos pelo carinho, incentivo e pela colaboração no desenvolvimento desta monografia.

RESUMO

MANZI, T. F. D. **Viabilidade de Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva na Sede do Ministério Público do Estado do Paraná em Curitiba**. 2018. 64f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Este trabalho visa analisar a viabilidade técnica e econômica da aplicação de sistema de captação de água pluvial para fins não potáveis na Sede do Ministério Público do Estado do Paraná. Para tanto, foram identificados os usos não-potáveis mais significativos na instituição, estudado o perfil de consumo dos usuários, bem como a potencialidade da edificação se comparado com as condicionantes climáticas e ambientais de onde está implantado. A partir disso, foram realizadas análises de metodologias de dimensionamento de reservatório, considerando a aplicabilidade técnica e econômica numa edificação pública.

Palavras-chave: Captação de Água de Chuva. Instituição Pública. Dimensionamento de Reservatório.

ABSTRACT

MANZI, T. F. D. **Feasibility of the Pluvial Water Utilization System at the Ministério Público do Estado do Paraná in Curitiba**. 2018. 64f. Thesis (Graduation in Sustainable Constructions) – Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2018.

This work aims to analyze the technical and economic viability of the application of rainwater harvesting system for non potable purposes in MPPR. In order to do so, we identified the most significant non-potable uses in the institution, studied the consumption profile of users, as well as the potential of the building in terms of the climatic and environmental conditions from where it is implemented. From this, analyzes of reservoir design methodologies, considering the technical and economical applicability in a public building.

Keyword: Rainwater Capture. Public Institution. Sizing of Reservoir.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ciclo Hidrológico.	14
Figura 2 – Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva.....	23
Figura 3 – Panorama Balanço Hídrico Quantitativo Brasil 2017-2018.	29
Figura 4 – Panorama Balanço Hídrico Quantitativo Brasil 2017-2018 (Destaque Paraná).	30
Figura 5 – Panorama Balanço Hídrico Quantitativo Brasil 2017-2018 (Destaque Região Metropolitana de Curitiba).....	31
Figura 6 – Mapa Brasil – Paraná - Curitiba.	32
Figura 7 – Mapas de Precipitação Primavera 2015 e 2016 – escala mm.	33
Figura 8 – Mapas de Precipitação Primavera 2017 – escala mm.	33
Figura 9 – Mapas de Precipitação Verão 2015 e 2016 – escala mm.	34
Figura 10 – Mapas de Precipitação Verão 2017 e 2018 – escala mm.	34
Figura 11 – Mapas de Precipitação Outono 2015 e 2016 – escala mm.	35
Figura 12 – Mapas de Precipitação Outono 2017 – escala mm. Fonte: INMET (2018). Adaptado pelo Autor.....	35
Figura 13 – Mapas de Precipitação Inverno 2015 e 2016 – escala mm. Fonte: INMET (2018). Adaptado pelo Autor.	36
Figura 14 – Mapas de Precipitação Inverno 2017 – escala mm. Fonte: INMET (2018). Adaptado pelo Autor.	36
Figura 15 – Edifício Affonso Alves de Camargo.....	40
Figura 16 – Sede MPPR. Subsolo. Destaque para os sanitários.	40
Figura 17 – Sede MPPR. Térreo. Destaque para os sanitários.....	41
Figura 18 – Sede MPPR. Pavimento Tipo. Destaque para os sanitários.	41
Figura 19 – Sede MPPR. Cobertura.....	42
Figura 20 – Foto Cobertura Sede MPPR.	43
Figura 21 – Locação proposto para Reservatórios – Sede MPPR.	54
Gráfico 1 – Atual Consumo de Água no Mundo.	16
Gráfico 2 – Consumo médio per capita de água em Curitiba.	20
Gráfico 3 – Consumo de água em m ³ na Sede MPPR (2017).....	44
Gráfico 4 – Consumo de água em m ³ na Sede MPPR (Jan – Abril 2018).....	44
Gráfico 5 – Acionamento de descarga por dia - Sede MPPR.....	46
Gráfico 6 – Tempo de acionamento de descarga (segundos) - Sede MPPR.	46
Gráfico 7 – Comparativo entre a média de consumo de água e o equivalente ao consumo proveniente de descargas sanitárias.	48
Gráfico 8 – Comparativo entre o potencial de captação da cobertura e o consumo estimado proveniente de descargas sanitárias.	50
Gráfico 9 – Percentual de economia potencial mensal.	51
Gráfico 10 – Máximo de dias sem chuvas por mês – Giacchini (2010).....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Municípios brasileiros em situação de estiagem em 2017	17
Tabela 2 – Média Histórica de Precipitações em Curitiba (m ³).....	37
Tabela 3 – Usuários da Sede MPPR (2018)	39
Tabela 4 – Vasos Sanitários e Mictórios Sede MPPR (2018)	42
Tabela 5 – Consumo Estimado Vasos Sanitários e Mictórios Sede MPPR (2018) ...	47
Tabela 6 – Potencial de Captação de Águas Pluviais (2018).....	49
Tabela 7 – Potencial de abastecimento do reservatório proposto (55 m ³) nos	56
Tabela 8 – Análise dos Custos com e sem Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS

°C	<i>graus Celsius</i>
ANA	Agência nacional de Águas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
GBCB	<i>Green Building Council Brasil</i>
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
HQE	<i>Haute Qualité Environnementale</i> (Alta Qualidade Ambiental)
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPPR	Ministério Público do Estado do Paraná
ONU	Organização das Nações Unidas
PURAE	Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro Pequenas Empresas
SIMEPAR	Sistema Meteorológico do Paraná
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
WWAP	<i>World Water Assessment Programme</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS.....	11
1.2 JUSTIFICATIVAS	11
2 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE ÁGUA E SUSTENTABILIDADE	13
2.1 USO RACIONAL DA ÁGUA.....	18
2.1.1 Curitiba	19
2.1.2 Consumo em edifícios públicos	20
2.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS.....	21
2.3 MÉTODO DE CÁLCULO	25
2.3.1 Método de Azevedo Neto	25
2.3.2 Método Prático Alemão.....	26
2.3.3 Método Prático Inglês	26
3 PANORAMA DOS RECURSOS HÍDRICOS	28
3.1 ANÁLISE DE PRECIPITAÇÃO DE CHUVAS	31
3.1.1 Estado do Paraná e Curitiba	33
4 APLICAÇÃO AO CASO DO MPPR	38
4.1 METODOLOGIA	38
4.2 A SEDE DO MPPR	38
4.3 CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO.....	39
4.4 PERFIL DE CONSUMO.....	43
4.4.1 Consumo proveniente da utilização de sanitários.....	45
4.5 POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA.....	48
4.5.1 Potencial de economia de água potável	50
4.6 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO.....	51
4.6.1 Método Azevedo Neto	51
4.6.2 Método Prático Alemão.....	52
4.6.3 Método Prático Inglês	52
4.6.4 Comparativo.....	52
4.7 SUGESTÃO DE IMPLANTAÇÃO DE RESERVATÓRIO	54
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	56
5.2 SUGESTÃO PARA PESQUISAS FUTURAS.....	58
6 REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda de água potável, seja devido ao crescimento populacional, ao uso desmedido – diante do pensamento de que trata-se de um recurso inesgotável – e a poluição ambiental vêm reduzindo a disponibilidade deste recurso no Brasil, assim como em outros lugares do planeta.

Hoje, em diversas cidades brasileiras, já existem leis e normas que regulamentam estes sistemas de acordo com as características climáticas e econômicas de cada região. Diante disso, diversos estudos estão sendo realizados com o objetivo de minimizar o consumo de água potável, especificamente com usos não relacionados ao consumo.

Este trabalho consiste na monografia de conclusão do curso de pós-graduação em construções sustentáveis da UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – UTFPR.

O presente trabalho trata de análise da viabilidade de implantação de sistema de captação de água de chuva para uso não-potável na Sede do Ministério Público do Estado do Paraná (MPPR), em Curitiba.

1.1 OBJETIVOS

Objetivo geral: apresentar a viabilidade técnica e econômica para aplicação de sistema de captação de água de chuva para o MPPR.

Objetivos específicos: i) analisar o potencial de aproveitamento de água de chuva na edificação em estudo; ii) apresentar o potencial de economia de água potável a partir do uso da água de chuva, contribuindo para a gestão sustentável dos recursos hídricos da região; iii) estimar o dimensionamento de reservatório considerando as peculiaridades da edificação.

1.2 JUSTIFICATIVAS

O aproveitamento da água pluvial surge como uma boa alternativa contra a perspectiva de falta de água potável em diversas cidades espalhadas pelo mundo.

Além de servir para racionalizar o uso da água, também diminui o impacto causado pela impermeabilização dos lotes nas grandes cidades.

Está em trâmite no Senado o Projeto de Lei nº 191, de 2013, que versa sobre a obrigatoriedade de instalação de sistemas de aproveitamento de água da chuva na construção de prédios públicos, bem como a utilização de telhados ambientalmente corretos.

Além disso, o MPPR assinou o termo de adesão ao Programa A3P – Agenda Ambiental na Administração Pública, programa nacional que tem como objetivo incorporar os princípios da responsabilidade socioambiental em todas as atividades exercidas pelas instituições públicas que aderem ao programa, revisando comportamentos e práticas internas, com a finalidade de consolidar a Agenda Ambiental em suas estruturas organizacionais. Deste modo está no planejamento estratégico do Ministério Público do Estado do Paraná, o dever da instituição em:

Assegurar políticas e práticas ambientais sustentáveis. Assegurar que todos tenham direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à qualidade de vida, a ser defendido e preservado para as presentes e futuras gerações, em colaboração com a sociedade e outras instituições (MPPR, 2018a).

Como instituição pública que atua nos interesses sociais e individuais, deve o MPPR efetivar as práticas sustentáveis para cobrá-las da sociedade como um todo.

2 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE ÁGUA E SUSTENTABILIDADE

A água é fundamental para a existência de vida na terra. Devido sua importância, deve-se usá-la com racionalidade e responsabilidade.

Segundo o Art. 1º da Organização das Nações Unidas de 22 de março de 1992 a *“A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável aos olhos de todo”* (ONU, 1992).

Ainda, segundo o mesmo artigo, todos devem cumprir com ações de respeito às leis, consenso, utilização e solidariedade em relação à água. E, ainda, versa no sentido de que a água não é uma herança deixada, mas sim um empréstimo para as futuras gerações.

Mas qual a atitude em relação à preservação deste patrimônio coletivo? Qual sua importância o equilíbrio da Terra?

Dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2016) apontam que a água cobre cerca de 70% da superfície da Terra, e que 97% destas águas existentes são salgadas e impróprias para consumo humano ou na indústria. Assim, restam somente aproximados 3% de água doce e potável.

Ainda, destes aproximados 3% de água doce, cerca de mais da metade (1,75% do total) está congelada, localizada nos polos da Terra; o restante (aproximadamente 1,243% do total) está principalmente no subterrâneo, sendo seu aproveitamento difícil e caro. De todos estes números, sobram apenas cerca de 0,007% de água aproveitável para consumo (CPRM, 2016).

É este resquício de boa água que está sendo usado, desperdiçado e poluído. Lixo urbano e industrial, esgotos, agrotóxicos e resíduos são os maiores vilões. Ainda, deve-se considerar a falta de consciência coletiva quanto ao uso diário da água nas residências.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, o território brasileiro abriga cerca de 13% da água doce do mundo. Mesmo sendo um país privilegiado neste quesito, o consumo elevado somado ao desperdício de água vem tendo um impacto muito negativo na população (SEBRAE, 2018).

Ainda, recentemente o Brasil tem sofrido com casos de negligência com os rios. Rejeitos de minério contaminam os rios em várias regiões de Minas Gerais, Espírito Santo e Pará. Nestas regiões, estes crimes ambientais além de prejudicarem a fauna e flora, prejudicam a humanidade, com doenças e males à saúde.

Uma das formas de garantir a reciclagem das águas é pelas chuvas. A chuva é um fenômeno meteorológico em que a precipitação de gotas de água cai sobre a Terra. Esse ciclo é fundamental para a vida no planeta e está sempre em constante renovação. A Figura 1 exemplifica o ciclo hidrológico que é o sistema de renovação da água no planeta.

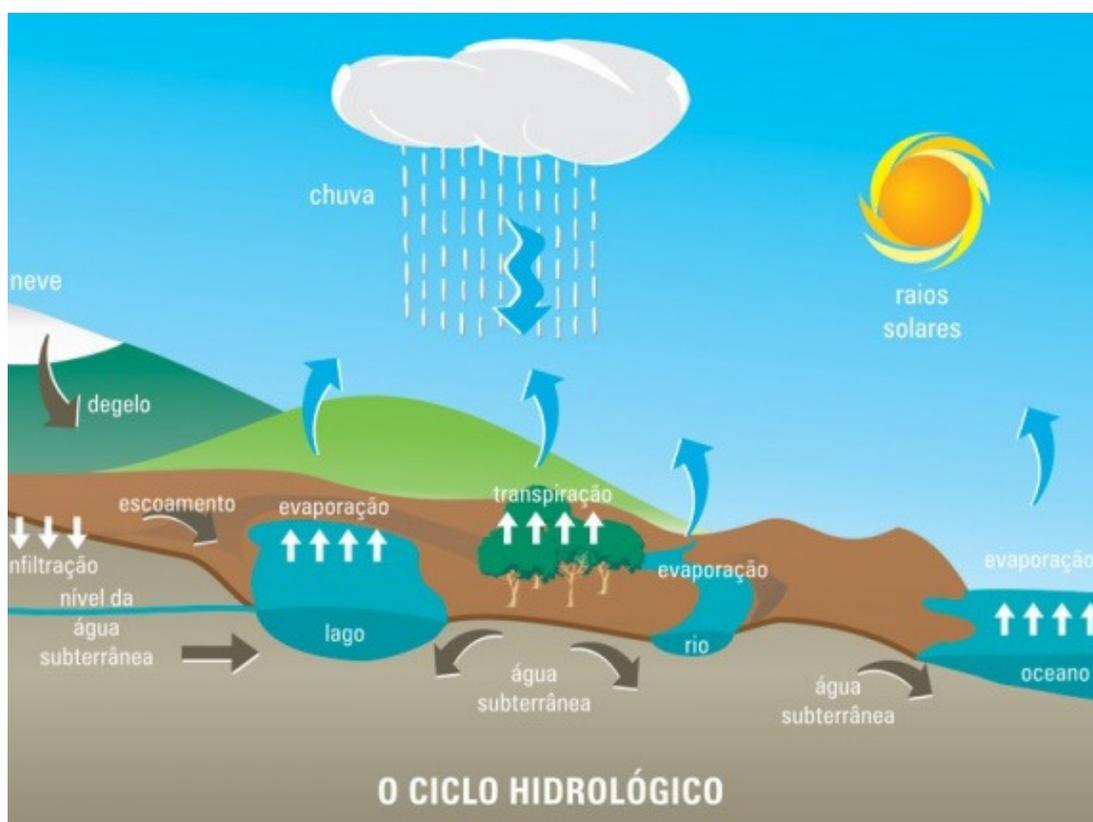


Figura 1 – Ciclo Hidrológico.
Fonte: Ambiente Brasil – Ambiente Saneamento, 2018.

Pode-se dizer que o ciclo hidrológico é um ciclo contínuo. A água que se evapora dos oceanos e o vapor tornam-se parte da atmosfera. O vapor de água é também transportado para a atmosfera através da evaporação dos corpos d'água como lagos, rios e também de todas as superfícies terrestres úmidas (permanentemente ou ocasionalmente), a partir da precipitação e da transpiração das plantas. Através do processo de condensação, a água da atmosfera final retorna

para a terra como precipitação sobre os oceanos e os continentes (GIACCHINI, 2015).

De acordo com Santos (2018), a água que cai das nuvens em estado líquido abastece mananciais, mares, rios e lagos. Propiciando atividades essenciais para a vida humana, como a agricultura e a pesca, e contribui para a sobrevivência de inúmeras espécies.

As chuvas também são responsáveis pela manutenção do clima, pelo abastecimento de água nas reservas hidrológicas (rios e lagos), transporte de nutrientes para o solo e têm grande importância para produção de energia nas hidrelétricas e para a agricultura.

Nota-se que a água é essencial para a vida e por conta disso a conservação das suas fontes é urgente.

Uma melhor gestão dos recursos hídricos urbanos, incluindo a eliminação de padrões de consumo insustentáveis pode dar uma contribuição substancial à mitigação da pobreza e a melhora da saúde e da qualidade de vida dos pobres das zonas urbanas e rurais (AGENDA 21, 2001 apud GUIA AGENDA 21 PARANÁ EMPRESARIAL).

Dentre as principais utilidades da água, podem-se destacar seus usos industriais, usos domésticos, navegação, irrigação, produção de energia elétrica, pesca e piscicultura, diluição de esgotos, recreação e outros (SEBRAE, 2018a).

No entanto, a poluição dos mananciais e o desperdício são algumas das principais razões da escassez mundial da água. Segundo Hagemann (2009), o aumento da demanda causado pelo crescimento populacional, a expansão industrial e as mudanças climáticas, que alteram a distribuição das chuvas, também contribuem para o agravamento do problema da escassez.

Com o ritmo acelerado de desmatamentos das últimas décadas, e o crescimento urbano e industrial, que necessita sempre de mais água, o ciclo hidrológico natural do planeta vem se alterando (AMBIENTE BRASIL, 2018).

Segundo estudos feitos pela ONU, o desmatamento e as pastagens têm diminuído a capacidade do solo em absorver águas das chuvas e liberar seus conteúdos lentamente. Na ausência de coberturas vegetais, e com solos compactados – caso das metrópoles, a tendência das chuvas é escorrer pela

superfície e escoar rapidamente a água, o que traz como consequência as inundações, aceleração no processo de erosão e diminuição da estabilidade dos cursos de água, que ficam diminuídos fora do período de cheias, comprometendo assim a agricultura e a pesca (AMBIENTE BRASIL, 2018).

Segundo o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2018, a demanda mundial por água tem aumentado a uma taxa de aproximadamente 1% por ano, devido ao crescimento populacional, ao desenvolvimento econômico e às mudanças nos padrões de consumo, entre outros fatores, e continuará a aumentar de forma significativa durante as próximas duas décadas. De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (2016), cada pessoa necessita de, pelo menos, 40 litros de água por dia, mas os brasileiros consomem 200 litros, e os norte-americanos, mais de 500 litros.

A demanda por água das indústrias e das residências aumentará muito mais rápido do que a demanda da agricultura, embora o setor agrícola continue tendo o maior consumo em termos gerais (figura 2). O aumento da demanda por água ocorrerá principalmente em países com economias emergentes ou em desenvolvimento (UNESCO & WWAP, 2018).

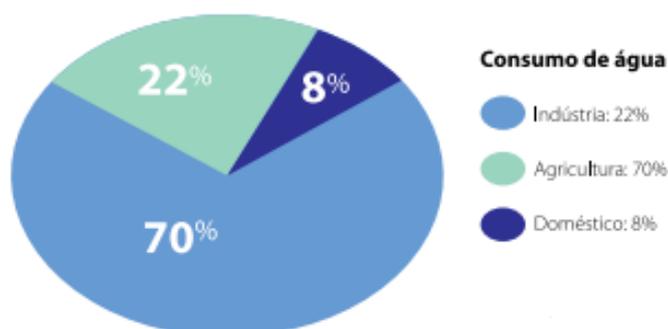


Gráfico 1 – Atual Consumo de Água no Mundo.

Fonte: MMA apud Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (2018).

Em países cada vez mais populosos, ou com carência em recursos hídricos, já se atingiu o limite de utilização de água. Estudos do Ambiente Brasil (2018), constatou que atualmente 26 países, a maioria situada no continente africano, totalizando 235 milhões de pessoas, sofrem de escassez de água.

Outras regiões do mundo também não são poupadas. Sintomas de crises já se manifestam em países que dispõem de boas reservas. Desde 2014, o Brasil apresenta sinais de escassez de recursos hídricos. Em 2017, o país passou com

uma crise hídrica que, conseqüentemente, afetou o setor de produção energética. Conforme a tabela 1, com dados da Agência Brasil, 872 municípios enfrentaram situação de emergência pela estiagem, incluindo a capital federal, Brasília.

Tabela 1 – Municípios brasileiros em situação de estiagem em 2017

QUANTITATIVO DE MUNICÍPIOS CÔM RECONHECIMENTO VIGENTE POR ESTIAGEM/SECA	
UF	QUANTIDADE DE MUNICÍPIOS VIGENTES
AL	75
BA	94
CE	140
DF	1
ES	7
MA	8
MG	46
MT	4
PB	198
PE	71
PI	45
RN	154
SE	29
TOTAL	872

Fonte: Agência Brasil (2017).

Nota-se que não só regiões já consideradas áridas e com probabilidade de estiagem – especialmente nordeste – estão na lista. Cidades dos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso, além do Distrito Federal também sofreram de seca. Presumivelmente a cada ano a estatística de estiagem tende a aumentar.

2.1 USO RACIONAL DA ÁGUA

Ações de uso sustentável da água estão sendo difundidas em todo mundo. No Brasil aconteceu em Março o 8º Fórum Mundial da Água¹, uma iniciativa para debates, discussões e propostas de melhorias a cerca da questão do uso da água no mundo.

Essas campanhas incentivam simples mudanças de atitudes, que vão desde evitar banhos demorados e até aproveitamento da água da chuva.

Tais medidas para uma melhor gestão de recursos hídricos também estão sendo difundidas pelos Programas do Governo e Agência como a ANA (Agência Nacional de Águas). Dentre estas, evitar o desperdício de água, fazer campanhas de conscientização, fazer o uso controlado de aparelhos eletrônicos que utilizam água para refrigeração mecânica, o uso de aparelhos econômicos como os chamados “dispositivos economizadores de água” e até mesmo uso de luminárias eficientes, com sensores de presença, que reduzem o consumo de energia, e a contenção de vazamentos (SEBRAE MERCADOS, 2018).

Deve-se sempre lembrar que Água de Reúso difere de Uso de Água das Chuvas. Segundo o artigo 2º da Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH é considerada água de reúso aquela água residuária encontrada dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas, ou seja, o reúso de água consiste no reaproveitamento de determinada água que foi insumo ao desenvolvimento de uma atividade humana.

¹ O 8º Fórum Mundial da Água aconteceu entre os dias 18 a 23 de Março de 2018 em Brasília. <http://www.worldwaterforum8.org/pt-br>

Pode-se dizer, então, que fazer o reúso de água é utilizá-la novamente com ou sem tratamento. Como, por exemplo, a água de processos industriais pode ser tratada numa estação de tratamento de água na própria empresa e reutilizada no mesmo ciclo de produção, ou, em uma residência a água de banho pode ser captada e usada para lavagem de quintal ou para dar descarga em vasos sanitários. É importante lembrar que essa água de reúso só pode ser usada para fins não potáveis.

Medidas como Reúso de Água e Aproveitamento de Água das Chuvas, além de prevenir o desperdício de água ajudam a preservar os recursos naturais a reduzir custos.

Em geral, as águas de chuvas contém menos impurezas do que uma água de reúso, tanto industrial como doméstico. Por isso seu tratamento é menos complexo. Contudo, o projetista de sistemas de tratamento, para ambos os casos, deve basear-se nos dispositivos e normas legais, como a ABNT NBR 15.527 de 2007, que estabelece as diretrizes projetuais para sistemas de aproveitamento de água de chuva.

2.1.1 Curitiba

Em Curitiba foi sancionada a Lei nº 10785, de 18 de setembro de 2003, que criou no Município o “Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações”, chamado PURAE.

O PURAE tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, assim como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água (Curitiba, 2013).

Esta lei recomenda que os sistemas hidráulico-sanitários das novas edificações deverão ser projetados visando o conforto e a segurança dos usuários, bem como a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Segundo Araujo *et al.* (2008 *apud* CARDOSO, 2013) dentre ações de utilização de fontes alternativas compreendidas na lei municipal de Curitiba, destacam-se a de captação, armazenamento e utilização de água proveniente das

chuvas e de águas servidas, visto que a mesma obriga todos os novos condomínios residenciais a incorporarem essas ações em seus projetos de construção para múltiplos usos em substituição à cara água potável.

Segundo Pesquisas da SNSA (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental) e SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) que mostram os indicadores de consumo de água per capita em litros/habitante/dia por município do país, a cidade de Curitiba, em 2013, teve média de consumo de 163,9 m³ por habitante por dia.



Gráfico 2 – Consumo médio per capita de água em Curitiba por mês.
Fonte: DEEPASK (2018).

Nota-se que, a partir de 2009, uma crescente alteração no consumo de água para a cidade. Um dos principais motivadores deste crescimento está no aumento populacional.

2.1.2 Consumo em edifícios públicos

Pela grande aglomeração de pessoas em edifícios e, como consequência, grande consumo de recursos (água, energia, equipamentos para trabalho), edifícios públicos deveriam ser o padrão no que tange a práticas sustentáveis.

Outro importante motivo para justificar a necessidade de aderir uma atitude rigorosa pelo poder público é o que diz respeito à redução de gastos com despesas desnecessárias pagas com o dinheiro do contribuinte.

De acordo com Kammers (2004), pode-se atribuir que o consumo médio em prédios públicos, descartando a quantidade de usuários no local e a inexistência de vazamentos, na maioria dos casos, ocorre nos vasos sanitários. Segundo o autor, os usos finais variaram de 23,0% a 78,8% para vasos sanitários, 14,3% a 47,0% para mictórios e 5,5% a 31,2% para torneiras.

No Brasil ainda não há lei específica que trata de projetos de consumo de água em prédios públicos. Porém, está em trâmite o Projeto de Lei do Senado nº 191, de 2013, de autoria do Senador Wilder Morais (DEM/GO), que sugere a obrigatoriedade da instalação de sistemas de aproveitamento de água da chuva na construção de prédios públicos e ainda utilização de telhados ambientalmente corretos.

2.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS

Como forma de incentivo às construções mais sustentáveis, no Brasil, existem órgãos que emitem certificações por meio de avaliações sobre a Qualidade Ambiental da Edificação, desde seu projeto, materiais, construção e uso.

O Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal, Certificação LEED emitido pela Green Building Council Brasil (GBCB), Certificação AQUA-HQE emitido pela Fundação Vanzolini, Selo Procel Edifica instituído pela Eletrobras e Procel (SIENGE, 2018).

De forma geral, estas certificações avaliam, separadamente, aspectos das edificações como consumo de água, uso da iluminação e ventilação naturais, uso materiais que menos degradam o meio ambiente e possuam longa duração de utilização, reúso e reciclagem, incentivando assim a redução dos desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente. Na questão dos recursos hídricos, por se tratar de um bem natural que está cada vez mais raro e caro, reutilizar a água é de fundamental importância para o meio ambiente e também para a economia das empresas, cidadãos e governos.

Utilizar as águas de chuvas em construções a tornam mais eficientes na questão dos recursos hídricos. Segundo Giacchini (2018), os principais objetivos para o uso de água de chuvas são a economia de água tratada – evitando sobrecarregar o sistema local, principalmente em períodos de estiagem –, economia de energia, economia de produtos químicos, preservação ambiental, favorecimento de recarga das águas subterrâneas.

Como referencial o “Guia Prático de Avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício” da Certificação AQUA – HQE cita estratégias para lidar com a gestão dos recursos hídricos.

Gerenciar a água de uma forma ambientalmente correta em um edifício significa estar atento a 3 aspectos: Adotar uma estratégia para diminuir o consumo de água potável; Gerenciar as águas pluviais no terreno de maneira sustentável; Escoar as águas servidas minimizando seu impacto no meio ambiente (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2016).

Ao fazer uso de águas pluviais evita-se poluições, riscos de inundações e adiando, assim, o esgotamento deste recurso natural.

A NBR 15.527 de 2007 trata dos requisitos para “Água de Chuva - Aproveitamento de Coberturas em Áreas urbanas para Fins não Potáveis”. Esta norma se aplica a usos não potáveis em que as águas de chuva podem ser utilizadas após tratamento adequado como, por exemplo, descargas em bacias sanitárias, para irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais (ABNT NBR 15.527, 2007).

Antes, porém, para tal projeto, deve-se estar já definido para qual tipo de uso atribuído da água a ser coletada, bem como, características de: local e precipitação média da chuva (mm); tipo de cobertura; área de captação (m²); demanda a ser atendida (quantidade de litros a ser armazenado), finalidade e usos da água, e, por fim, qual tipo de método para base do cálculo. Para a composição do sistema temos como exemplo a figura 2:

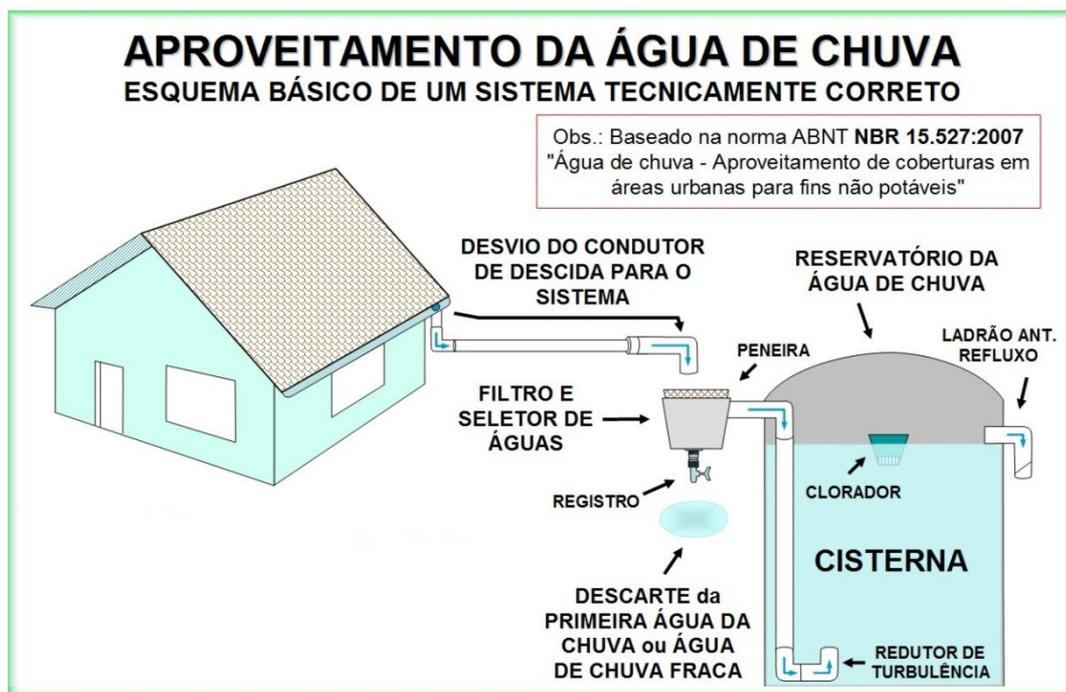


Figura 2 – Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva.
Fonte: SEMPRE SUSTENTÁVEL (2018). Adaptado pelo autor.

Fazem parte do Sistema:

- Captação – Cobertura, sistema de coleta de águas (calhas e condutores);
- Dispositivos de Limpeza – Peneira, filtro de folhas e seletor de águas de descarte inicial e registro;
- Armazenamento – Reservatório, cisterna;
- Abastecimento – Pontos de uso não potável;
- Extravasor – Ladrão para o excesso de água;
- Complementação – Outra fonte de água (geralmente do sistema que abastece o local, município);
- Sistema de Cloragem – Clorador (caso haja necessidade de que a água seja potável);
- Bomba – Opcional;
- Redutor Antiturbulência – Opcional.

Para a captação os telhados e coberturas podem ser tanto planos, moderadamente inclinadas ou intensamente inclinadas. As coberturas planas necessitam de drenos internos ou de calhas ao longo do perímetro. As

moderadamente inclinadas escoam as águas com mais facilidade e as intensamente inclinadas produzem um escoamento mais rápido (SILVA, 2014).

De acordo com a NBR 10844:89, que trata de “Instalações Prediais de Águas Pluviais”, as áreas de captação devem possuir uma inclinação mínima de 0,5% para garantir o escoamento até os pontos previstos para realizar a drenagem, sendo que esses pontos devem ser superiores a um.

As áreas de captação de água de chuva são muito importantes, pois a área de cobertura é uma das variáveis para o dimensionamento do reservatório de água de chuva.

Ainda o tipo de material da cobertura influencia na qualidade da água a ser coletada. As coberturas das edificações podem ser de cerâmica, metálicas, fibrocimento, vidro, plástico, cimento, pedra, madeira e materiais recicláveis. Dentre as de uso mais comuns, as telhas metálicas, segundo Giacchini (2016), apresentam melhores resultados para a qualidade da água.

Depois de coletadas pelas coberturas, as águas seguem pelas calhas e dutos condutores para os dispositivos de limpeza. Quando a água passa pelos telhados, calhas e pisos, adquirindo certas impurezas, mas que não a impedem de ser utilizadas, para fins não potáveis, sem tratamento mais complexo, ao serem captadas, é recomendável que se descarte entre o primeiro 1 mm até 2 mm (ECYCLE, 2018), pois o chamado “descarte inicial” carrega as impurezas suspensas no ar e no telhado que podem conter fezes de animais e matéria.

Logo, ao serem descartadas as primeiras águas, a água coletada segue para os reservatórios. Os reservatórios da água coletada podem ser elevados ou subterrâneos, também pode haver reservatórios para as águas de descarte.

O sistema é basicamente simples, mas é na etapa de filtragem e cloragem que se deve ter maior atenção, pois são essas etapas que definem a qualidade da água.

Lembrando sempre que as instalações devem ser independentes e sinalizadas com cor diferente, e manutenção deve ser frequente. Os dispositivos de

descarte inicial devem ser limpos mensalmente, bem como bombas e dispositivos de desinfecção. As calhas e condutores devem ser limpos trimestralmente. Os reservatórios pelos menos uma vez ao ano (ABNT NBR 15527:2007).

2.3 MÉTODO DE CÁLCULO

Para a concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva, as instalações devem seguir as normas NBR 15527:2007 (Aproveitamento de água de Chuva), a NBR 5626:1998 (Instalação Predial de Água Fria), NBR 10844:1989 (Instalações Prediais de Águas Pluviais), e os reservatórios, ainda, devem atender à NBR 12217:1994 (Projetos de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público).

Também devem ser incluídas, na concepção dos sistemas, os estudos das séries históricas das precipitações pluviais da região onde será feito o projeto de aproveitamento de água de chuva, e ainda, a demanda deve ser calculada a partir dos volumes aplicáveis aos usos previstos.

Para dimensionamento dos reservatórios dos sistemas de coleta de água pluviais a NBR 15527:2007 apresenta os métodos de cálculo a seguir que podem utilizados: Método de Rippl, Método de Simulação, Método Prático Australiano, estes três diretamente relacionados a demanda local, além do Método Azevedo Neto, Método Prático Alemão e Método Prático Inglês, mais comumente utilizados.

2.3.1 Método de Azevedo Neto

Este método também é chamado de Método Prático Brasileiro e sugere o aproveitamento máximo de 50% da precipitação anual, em função do escoamento superficial e as perdas inerentes ao sistema.

O volume do reservatório de água pluvial é obtido por meio da equação:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

Onde:

V é o valor do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L);

P é o valor da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

A é o valor da área de coleta em projeção (m²);

T é o valor do número de meses de pouca chuva ou seca.

2.3.2 Método Prático Alemão

Neste método se toma o menor valor do volume do reservatório, 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável.

V_{adotado} = mínimo de (volume anual precipitado aproveitável e volume anual de consumo) x 0,06 (6 %)

$$V_{adotado} = \text{mín} (V; D) \times 0,06$$

Onde:

V é o valor numérico do volume aproveitável de água de chuva anual, expresso em litros (L);

D é o valor numérico da demanda anual da água não potável, expresso em litros (L);

V_{adotado} é o valor numérico do volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

2.3.3 Método Prático Inglês

Este método caracteriza-se por sua origem empírica, fundamentada em certo percentual de aproveitamento da precipitação média anual em relação à área de captação da água. O método prático inglês não considera na sua formulação o período de seca (GIACCHINI, 2016).

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Onde:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m^2);

V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, expresso em litros (L).

3 PANORAMA DOS RECURSOS HÍDRICOS

De acordo com a Agência Nacional de Águas (2018a), quase metade da superfície terrestre está coberta por bacias hidrográficas de rios compartilhados por dois ou mais países, e o Brasil compartilha cerca de 82 rios com os países vizinhos, rios importantes de bacias como a do Amazonas e a do Prata, além dos sistemas de aquíferos Guarani e Amazonas.

Ainda segundo a ANA (2018a), o Brasil possui cerca de 12-13% da disponibilidade de toda água doce do planeta, porém a distribuição desse recurso não é equilibrada. Na região Norte, por exemplo, está concentrada, aproximadamente, 80% da quantidade de água disponível, porém, nesta mesma região, está concentrada apenas 5% da população brasileira.

Já nas regiões próximas aos Oceanos Atlântico, que possuem mais de 45% da população brasileira, há menos de 3% dos recursos hídricos do país. Assim há muita desigualdade para distribuição no país (ANA, 2018b).

Como dito anteriormente, o Brasil apresenta sinais de escassez de recursos hídricos e em 2017 passou por uma crise hídrica. Neste ano, 2018, os sinais ainda são preocupantes, sempre próximos dos maiores polos consumidores, nas grandes cidades da região Sudeste.

Diferentemente, no interior da região Nordeste, os sinais de escassez ocorrem por questões climatológicas e naturais, mas também o desmatamento na região da Zona da Mata contribui para o aumento da temperatura na região do sertão nordestino.

As figuras 3, 4 e 5, a seguir, apresentam o panorama do balanço hídrico quantitativo no período de 2017 e 2018, a partir das seguintes situações: “Excelente” quando os Balanços Hídricos Quantitativos apresentaram resultados satisfatórios; já as situações “Crítico” e “Muito Críticos” possuem resultados de escassez ou de crise hídrica.

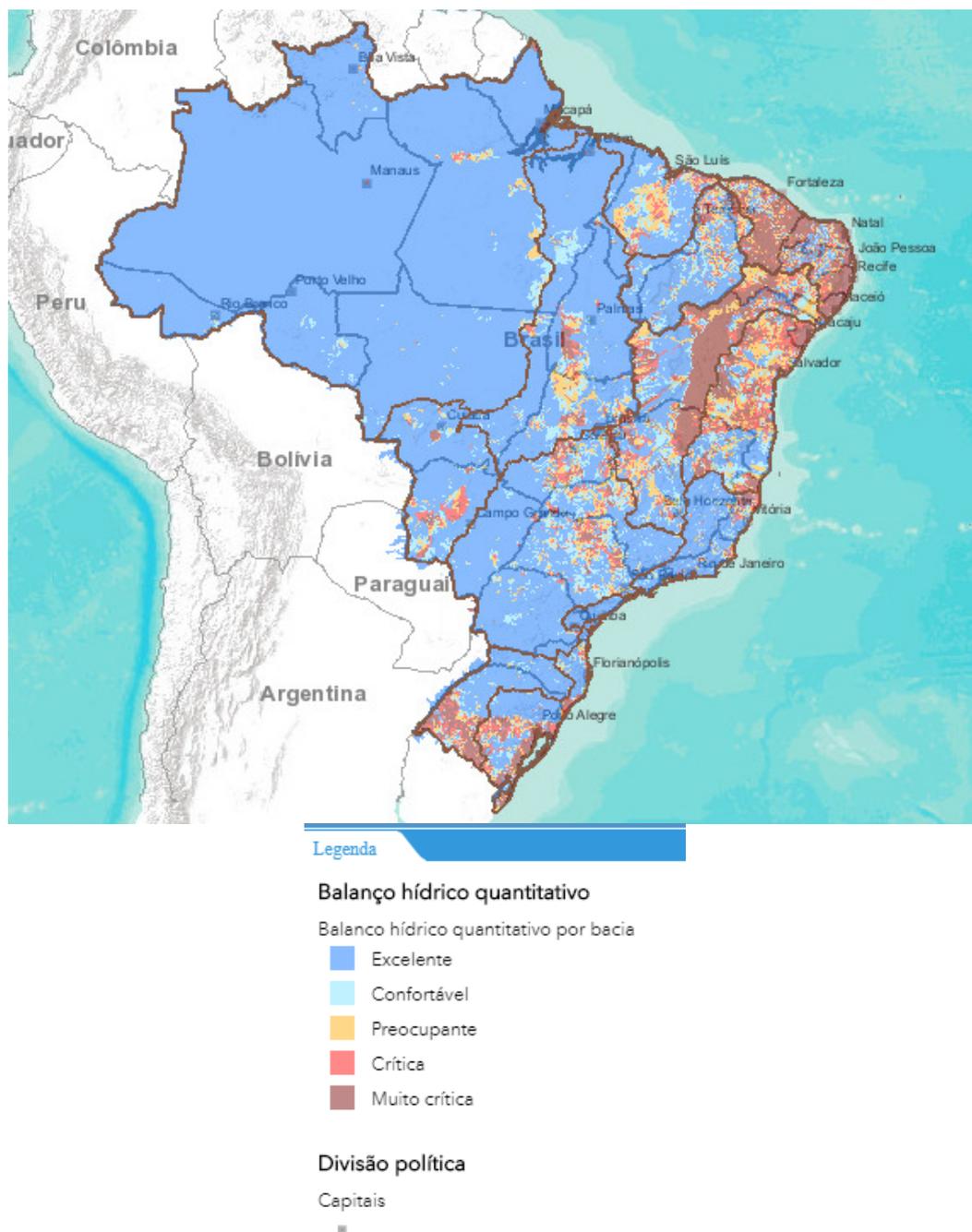
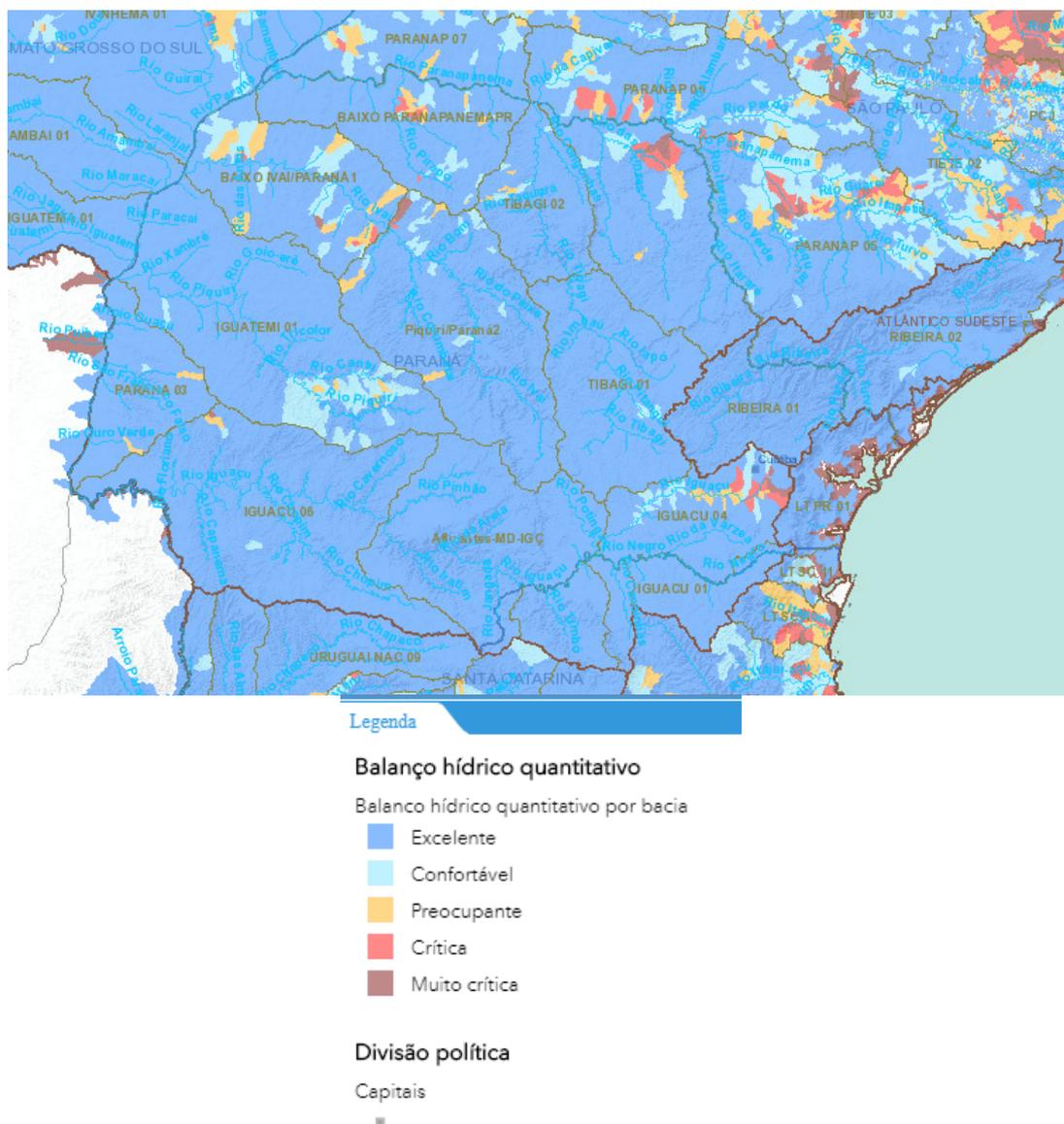


Figura 3 – Panorama Balanco Hídrico Quantitativo Brasil 2017-2018.
Fonte: SNIRH (2018).

Como apresentado na figura 3, a situação quantitativa de várias regiões do Brasil não é boa, especialmente na região Nordeste, já ao norte de Minas Gerais.

Na região Sul também não é diferente, nas bacias do Paraná, especialmente próximo a capital Curitiba e da bacia Atlântico Sudeste, próximo às regiões litorâneas do Estado do Paraná e do porto de Paranaguá, conforme as figuras 4 e 5, são onde estão os cenários mais críticos.



**Figura 4 – Panorama Balço Hídrico Quantitativo Brasil 2017-2018 (Destaque Paraná).
Fonte: SNIRH (2018). Adaptado pelo autor.**

Tal fato pode estar ligado ao grande consumo de água devido ao aumento do crescimento populacional, bens, serviços e indústrias, sempre próximos as grandes aglomerações de cidades.

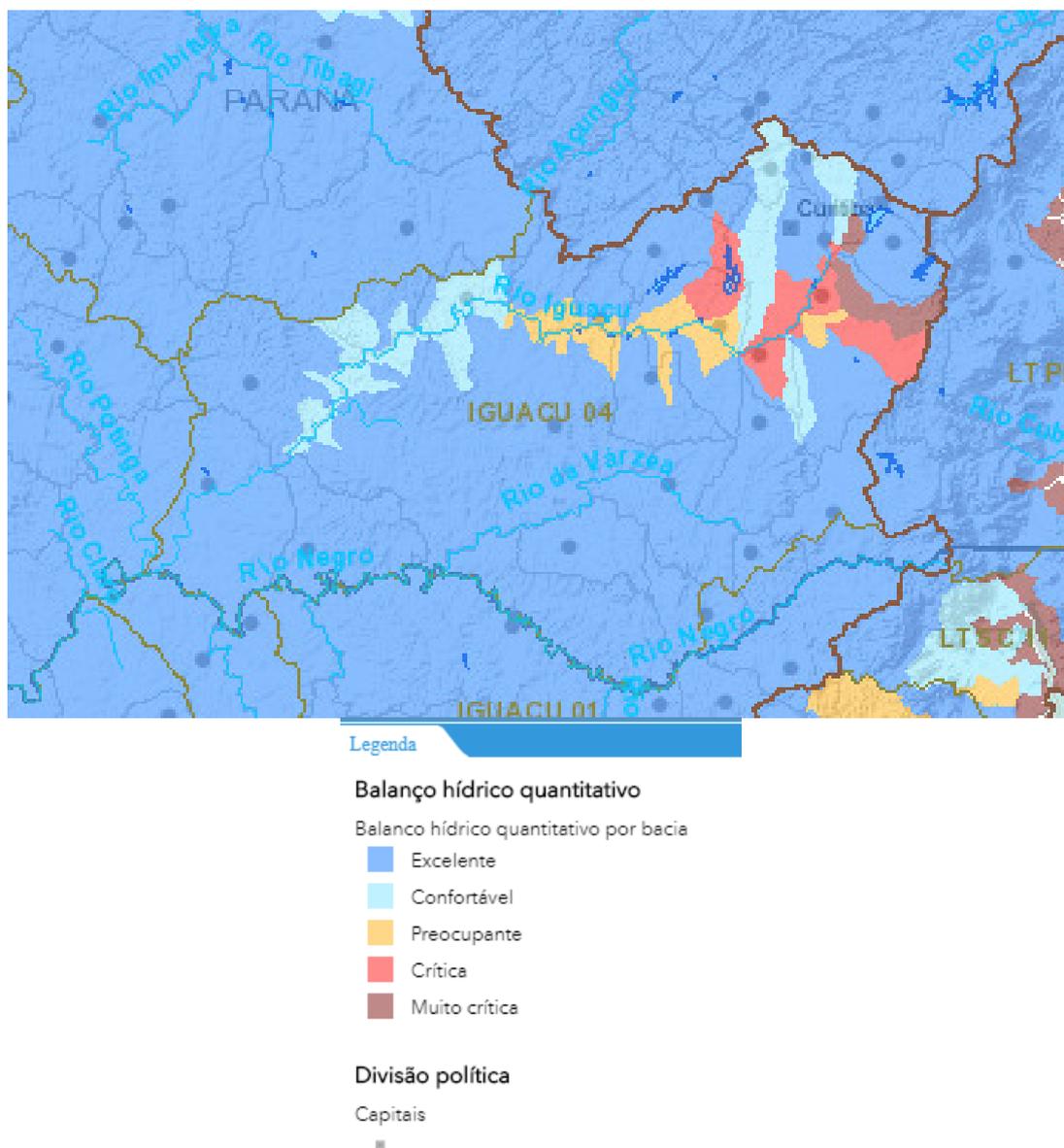


Figura 5 – Panorama Balanço Hídrico Quantitativo Brasil 2017-2018 (Destaque Região Metropolitana de Curitiba).
Fonte: SNIRH (2018). Adaptado pelo autor.

A figura 5 destaca a região da capital Curitiba e a região da Microbacia “Iguaçu 04”, a qual Curitiba se insere e sua situação atual – sendo ao norte da cidade o balanço quantitativo excelente, e ao sul da cidade situações mais críticas.

3.1 ANÁLISE DE PRECIPITAÇÃO DE CHUVAS

Para análise dos mapas, tem-se definido como pressuposto de que, na maior parte do Brasil, as estações são bem definidas, noutras, são mais notórias características de estiagem e de chuvas.

No Brasil tem-se definido a estação da Primavera com início em 22 de Setembro e término em 21 de Dezembro. A estação do Verão tem início em 21 de Dezembro e término em 20 de Março. O Outono tem início no dia 20 de Março, e vai até o dia 20 de Junho. O Inverno tem início em 20 de Junho e termina em 22 de Setembro (SIMEPAR, 2018).

Para a proposta em questão, tem-se definida a localidade em estudo a cidade de Curitiba, localizada na região Sul do Brasil, no extremo Leste do estado do Paraná (figura 6).



Figura 6 – Mapa Brasil – Paraná - Curitiba.
Fonte: SMARH (2018).

Tal estudo baseia-se em dados do Estado do Paraná e da cidade de Curitiba. No Estado do Paraná, a Primavera apresenta um gradativo aumento de temperaturas e também aumento na ocorrência de chuvas, que ficam mais frequentes entre os períodos da tarde e da noite.

De acordo com o Simepar (2018), o Verão no Paraná é bastante chuvoso. No outono nota-se uma redução das chuvas. Já no inverno as geadas são frequentes, assim como temperaturas negativas. Neste período o volume de chuvas é o menor.

3.1.1 Estado do Paraná e Curitiba

Segundo dados do Weather Spark, em Curitiba, o verão é morno com céu quase encoberto. Já o inverno é ameno e de céu parcialmente encoberto. Durante o ano inteiro há certa precipitação. Na maior parte, ao longo do ano, a temperatura varia de 10 °C a 26 °C e é raramente inferior a 5 °C ou superior a 30 °C (WEATHER SPARK, 2018).

As figuras 7 à 14 exemplificam as médias de precipitação conforme as estações do ano no Estado do Paraná. As médias de precipitação são relevantes dentro dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais, tendo em vistas que são as chuvas que alimentam e viabilizam ou não a sua utilização.

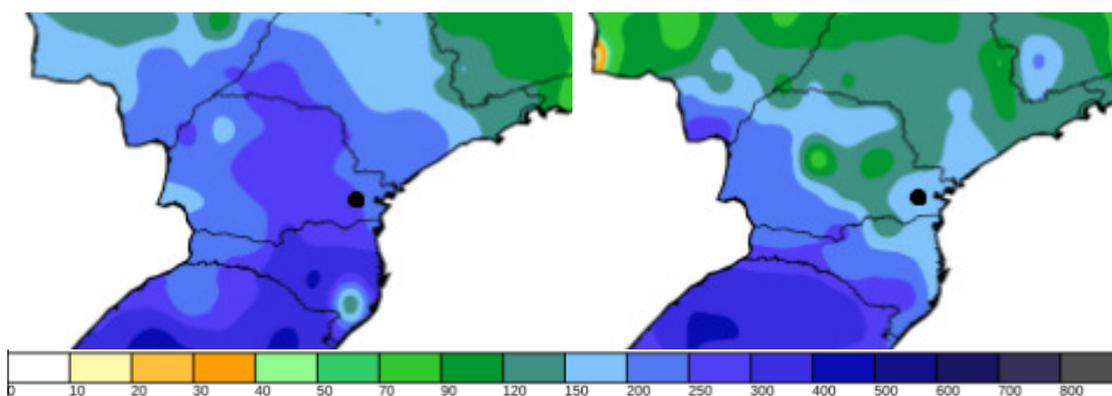


Figura 7 – Mapas de Precipitação Primavera 2015 e 2016 – escala mm.
Fonte: INMET (2018). Adaptado pelo Autor.

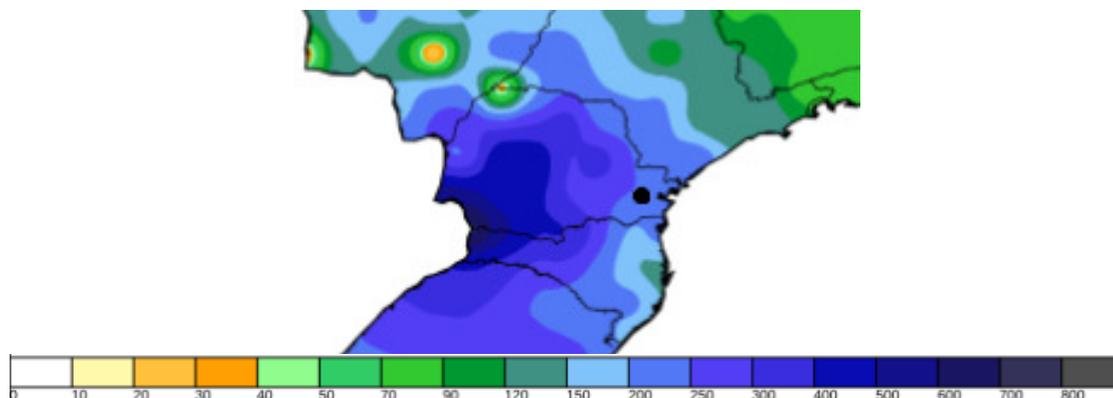


Figura 8 – Mapas de Precipitação Primavera 2017 – escala mm.
Fonte: INMET (2018). Adaptado pelo Autor.

As figuras 7 e 8 são mapas com padrões pluviométricos para a estação da Primavera, dos anos de 2015 a 2017. É notável o padrão de precipitação média à elevada, advindo especialmente da região Sul, para a estação da Primavera no estado do Paraná, sendo superior a 90 mm, e superior a 150 mm na região metropolitana de Curitiba. É possível, ainda, inferir com o histórico dos 3 anos analisados que a frequência de chuvas neste período é segura, viabilizando a utilização de sistemas de captação de água pluvial.

As figuras 9 e 10 exemplificam os índices de precipitação médios no Verão para os anos de 2015, 2016, 2017 e 2018.

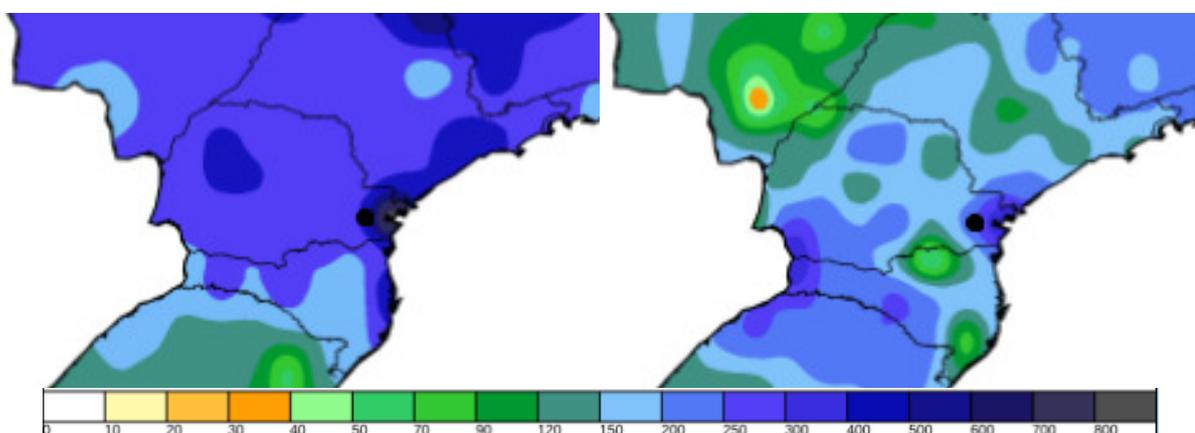


Figura 9 – Mapas de Precipitação Verão 2015 e 2016 – escala mm.

Fonte: INMET (2018). Adaptado pelo Autor.

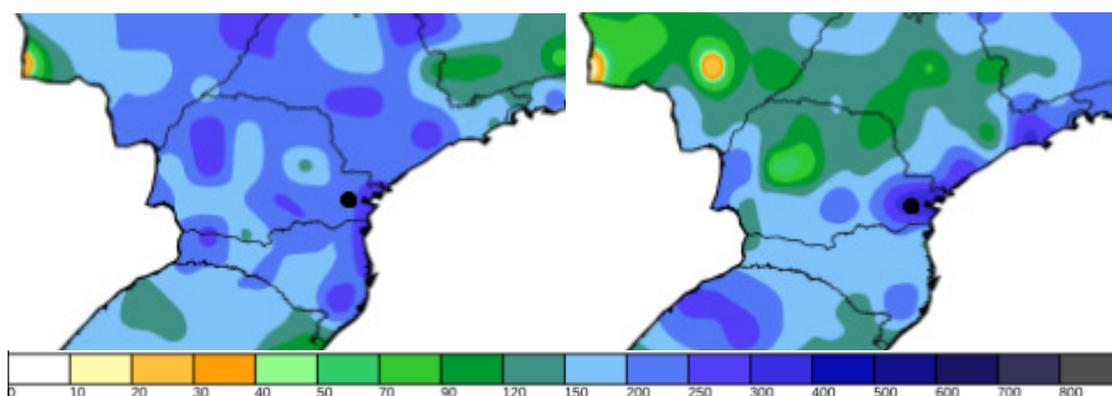


Figura 10 – Mapas de Precipitação Verão 2017 e 2018 – escala mm.

Fonte: INMET (2018). Adaptado pelo Autor.

Nota-se constância de precipitação em níveis medianos a elevados, que variam de 70 mm a 250 mm no Estado do Paraná, e 200 mm a 300 mm na região metropolitana de Curitiba, durante o Verão. Apresentando-se, assim, como um

período tão chuvoso quanto o anterior. Ainda, percebe-se neste período que os maiores índices do estado ficam concentrados na porção Leste (litoral e Curitiba), o que sugere que estas chuvas são advindas do Oceano Atlântico, principalmente.

Nas figuras 11 e 12 são apresentados os padrões pluviométricos para a estação do Outono nos anos de 2015 a 2017.

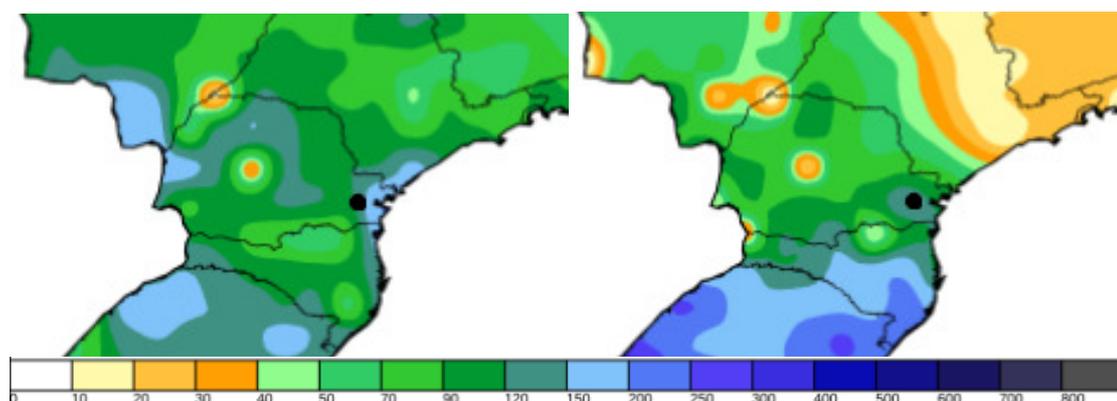


Figura 11 – Mapas de Precipitação Outono 2015 e 2016 – escala mm.
Fonte: INMET (2018). Adaptado pelo Autor.

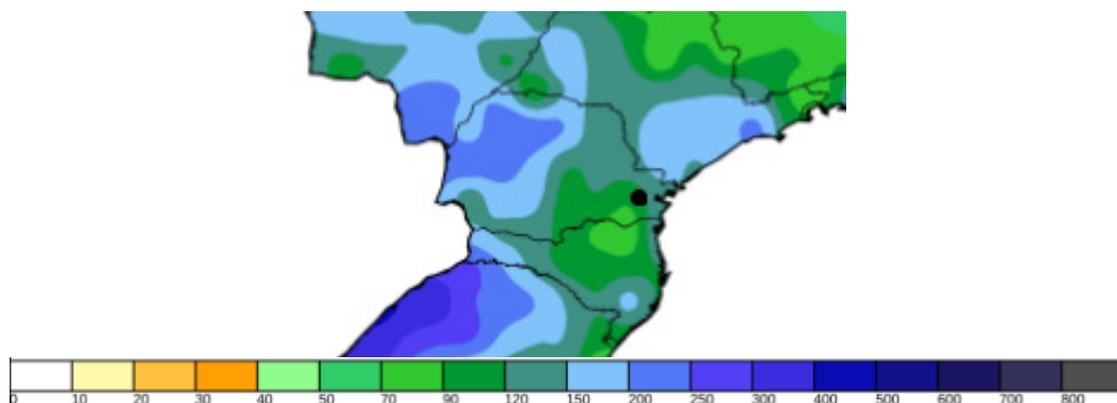


Figura 12 – Mapas de Precipitação Outono 2017 – escala mm.
Fonte: INMET (2018). Adaptado pelo Autor.

No período do Outono há um padrão mediano na região do estado do Paraná e Curitiba com precipitação em torno que varia entre 90 a 150 mm. É, claramente, um período menos favorável para a utilização do sistema proposto, se comparado com os períodos anteriormente analisados.

Por fim, as figuras 13 e 14 são mapas que apresentam os padrões pluviométricos para a estação de Inverno no Estado do Paraná.

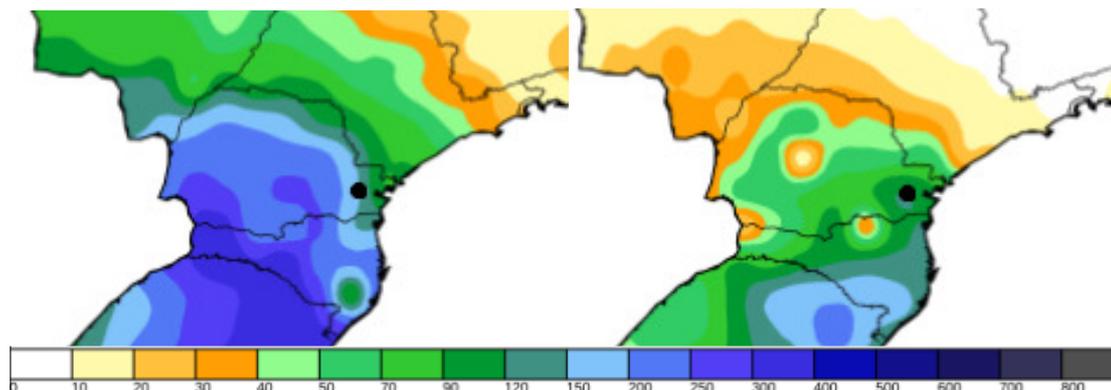


Figura 13 – Mapas de Precipitação Inverno 2015 e 2016 – escala mm.
Fonte: INMET (2018). Adaptado pelo Autor.

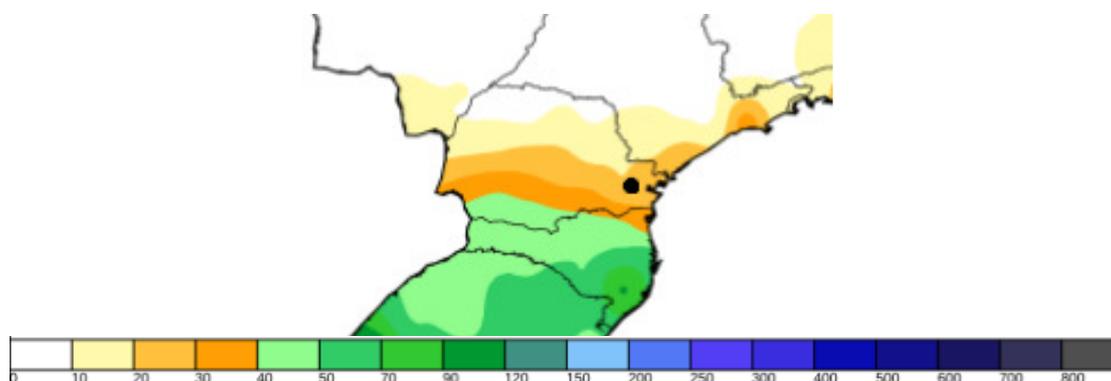


Figura 14 – Mapas de Precipitação Inverno 2017 – escala mm.
Fonte: INMET (2018). Adaptado pelo Autor.

Pode-se notar que no Inverno não há um padrão de precipitação quando comparado aos outras estações. Tais diferenças podem manifestar mudanças climáticas devido ao aquecimento global, poluição, desmatamento, efeito estufa, entre outros fatos que nos levam a intervenção prejudicial do homem na natureza.

No entanto, ainda se pode dizer que nos meses de inverno, considerados os mais secos no Estado do Paraná, a precipitação média mensal não é igual a zero, principalmente próximo ao Sul e a região de Curitiba, sendo sempre superior a 20 mm ao mês, como um ano de exceção.

Para balizar a aplicação do estudo proposto nesta monografia, a tabela 2 sintetiza, com dados das médias históricas das precipitações em Curitiba segundo o INMET (2018), o padrão de precipitação ao longo dos meses.

Tabela 2 – Média Histórica de Precipitações em Curitiba (m³)

Mês	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	MÉDIA MENSAL
Janeiro	204	152	182	175	71	109	364	426	120	136	193,9
Fevereiro	83	302	243	114	169	198	274	178	126	147	183,4
Março	35	95	195	250	134	49	110	224	107	179	137,8
Abril	66	135	52	62	50	187	68	192	54	214	108
Maio	109	175	115	96	100	82	31	154	79	35	97,6
Junho	161	97	99	201	280	202	163	38	82	136	145,9
Julho	15	117	173	49	181	108	94	134	268	58	119,7
Agosto	86	251	51	63	39	31	260	47	69	142	103,9
Setembro	38	20	143	224	261	63	119	85	326	143	142,2
Outubro	229	181	227	69	40	173	180	123	160	184	156,6
Novembro	111	106	255	204	97	71	86	154	218	79	138,1
Dezembro	146	64	226	156	48	240	107	269	168	65	148,9
TOTAL ANO	≅1290	≅1695	≅1961	≅1663	≅1470	≅1513	≅1856	≅2024	≅1777	≅1518	1676

Fonte: INMET (2018). Adaptado pelo autor.

Os dados apresentados corroboram as análises dos mapas. Ao longo do ano as precipitações são recorrentes, o que viabiliza a aplicação do sistema de captação de água de chuva para Curitiba.

4 APLICAÇÃO AO CASO DO MPPR

4.1 METODOLOGIA

Para analisar a viabilidade de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis na Sede do Ministério é necessário inicialmente caracterizá-la.

Inicialmente, observa-se a partir de visitas técnicas e análise documental (plantas, cortes, fotografias, relatos) as dimensões físicas do prédio, especialmente no que tange à cobertura que captará a água das chuvas. Além disso, é fundamental definir para quais usos pretende-se utilizar a água coletada – dentro do rol possível dentro de utilização não potável. Definido isso, a etapa seguinte é dimensionar o consumo que tal uso representa, e conseqüentemente o volume desejado para captação que o supra.

No caso específico do estudo, para obtenção de tais dados foram realizadas entrevistas com os usuários do prédio – definindo, assim, o padrão e tipo de consumo específico do objeto analisado.

Posteriormente, com os médias históricas estimadas verifica-se a potencialidade do prédio – conforme suas características físicas, especificamente material e área de cobertura – de captação de água de chuva. Deste modo, é possível comparar os resultados obtidos (volume desejado de captação considerando o consumo x volume potencial de captação) indicando a viabilidade e o percentual de economia possível com o sistema.

Por fim, aplica-se a metodologia de cálculo de reservatórios para o dimensionamento levando em consideração o estudo de máximos dias sem chuva. Por se tratar de edificação pública com perfil de consumo específico, adaptou-se esta metodologia para a realidade do objeto estudado. Finalmente, é indicado um pré-lançamento dos reservatórios no prédio.

4.2 A SEDE DO MPPR

O estudo proposto nesta monografia é o da análise da viabilidade de utilização de sistemas de aproveitamento de água de chuva no Edifício Affonso

Alves de Camargo, Sede do Ministério Público do Estado do Paraná, sito à Rua Marechal Hermes, 751, Centro Cívico – Curitiba / PR.

Para tanto, inicialmente cabe destacar que diferentemente de edifícios residenciais, a característica do consumo de água num edifício público, como o caso analisado, é variável. Além da população “fixa” do prédio, pode se caracterizar também por receber uma população variável.

Atualmente a população habitual alcança 614 pessoas, que estão divididas conforme a tabela a seguir:

Tabela 3 – Usuários da Sede MPPR (2018)

Categoria	Período médio diário	Frequência	Quantidade	
			Homens	Mulheres
Membros ²	-	Segunda – Sexta	67	22
Servidor	8 horas	Segunda – Sexta	203	165
Estagiário	4 horas	Segunda – Sexta	74	37
Terceirizado	8 horas	Domingo – Domingo	12	34
Total			356	258

Fonte: Ministério Público do Estado do Paraná (2018).

Considerando isso, a fim de embasar o estudo é necessário prover demais dados tais quais: padrão de consumo dos usuários, características físicas da edificação (tipo e área de cobertura), potencial de captação de água de chuva de acordo com o índice pluviométrico, entre outros.

4.3 CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

A edificação Sede do MPPR foi projetada, em 1977, pelo arquiteto Luiz Forte Netto, originalmente para abrigar Secretarias e Órgãos de Estado. Passou a ser ocupado pelo MPPR apenas em 2003.

² Promotores e Procuradores de Justiça



Figura 15 – Edifício Affonso Alves de Camargo
Fonte: MAPIO (2018).

O prédio possui aproximadamente 7.600 m² de área construída dividido em subsolo (figura 16), térreo (figura 17) e cinco pavimentos tipo (figura 18), conforme abaixo:

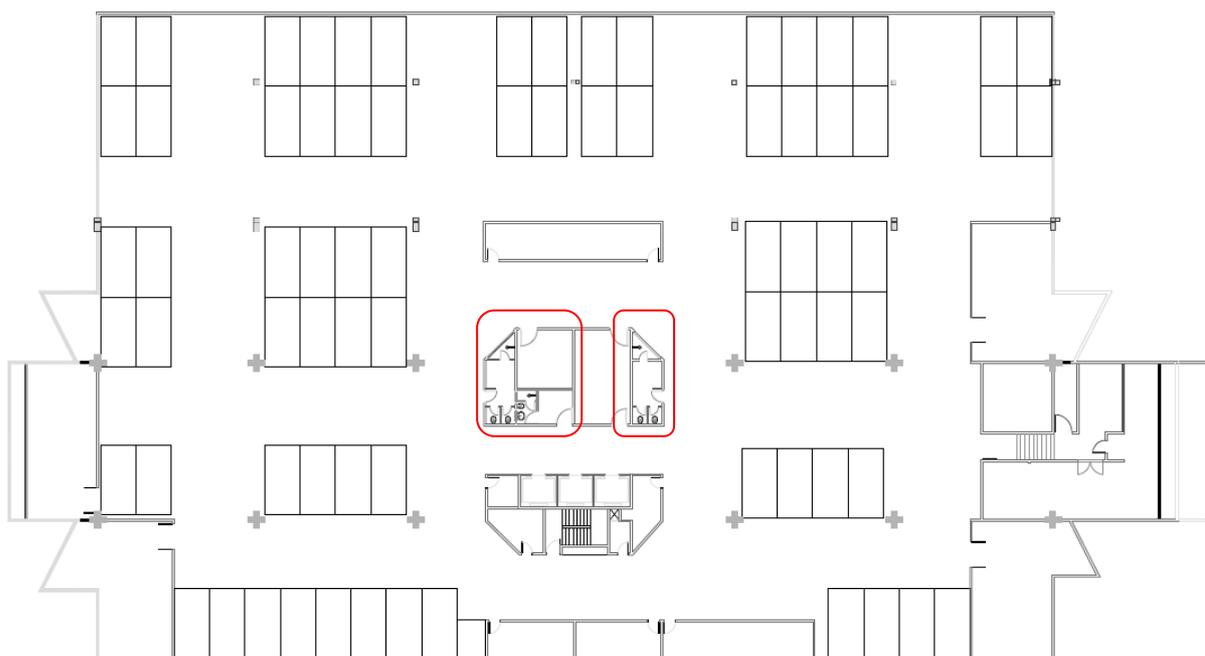


Figura 16 – Sede MPPR. Subsolo. Destaque para os sanitários.
Fonte: MPPR (2018). Adaptado pelo Autor.

O subsolo é utilizado para salvaguarda dos veículos e também como áreas de apoio técnico. Além disso, neste pavimento estão localizadas também as áreas de serviços dos funcionários terceirizados como copa, sanitário, vestiários, etc.

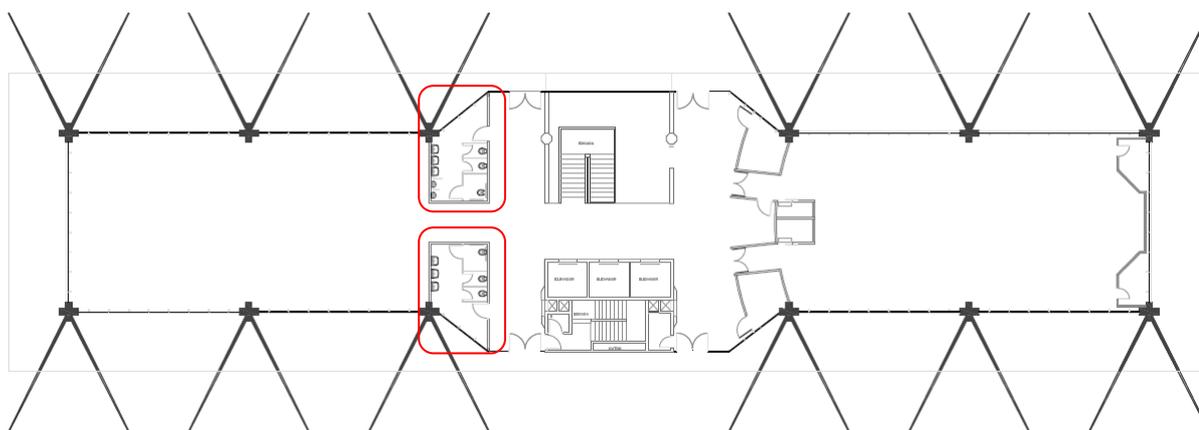


Figura 17 – Sede MPPR. Térreo. Destaque para os sanitários.
Fonte: MPPR (2018). Adaptado pelo Autor.

O pavimento térreo se caracteriza por ser reduzido em área se comparado com os demais pavimentos. Nele está localizado o auditório com capacidade para aproximadamente 150 pessoas. Os sanitários, em destaque, se dividem em feminino e masculino e possuem cabine acessível dentro deles (conforme norma à época da sua execução).

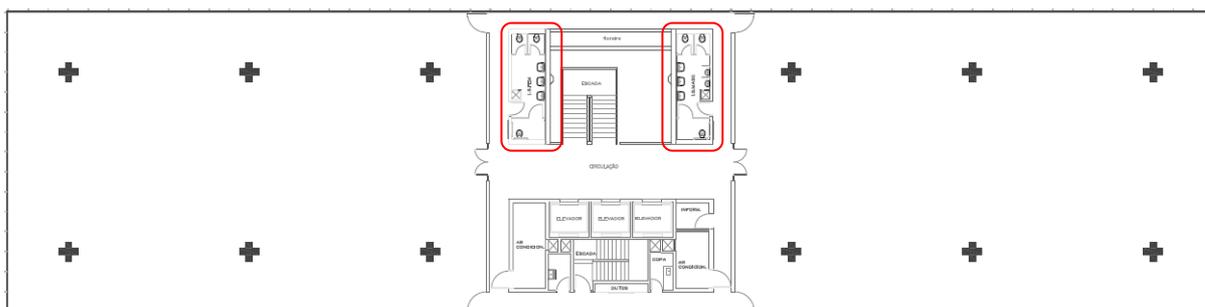


Figura 18 – Sede MPPR. Pavimento Tipo. Destaque para os sanitários.
Fonte: MPPR (2018). Adaptado pelo Autor.

São cinco pavimentos tipos no total, a característica do prédio é de planta livre, concentrando circulação, copa e sanitários no hall central.

Analisando especificamente as instalações sanitárias, nota-se que a edificação possui prumadas de água e esgoto exclusivamente na porção central. Ainda, em vistorias *in loco* foi possível identificar que os banheiros se dividem da seguinte maneira:

Tabela 4 – Vasos Sanitários e Mictórios Sede MPPR (2018)

	I.S. Feminino		I.S. Masculino			
	Vasos Sanitários	Vazão Válvula de Descarga	Vasos Sanitários	Vazão Válvula de Descarga	Mictórios	Vazão Válvula de Descarga
Subsolo	2	1,8	3	1,8	-	0,15
Térreo	3	1,8	3	1,8	2	0,15
Tipo	3/pav = 15	1,8	3/pav = 15	1,8	2/pav = 10	0,15
Total	20		20		12	

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Ou seja, conforme a tabela acima, a edificação possui no total 40 vasos sanitários e 12 mictórios. Os vasos sanitários instalados são acionados por válvula de vazão aproximada de 1,8L/segundo. Já os mictórios possuem vazão de 0,15L/segundo.

Ainda, caracterizando o prédio no que diz respeito ao estudo desenvolvido, é importante analisar as características da cobertura, conforme figura 19, abaixo:

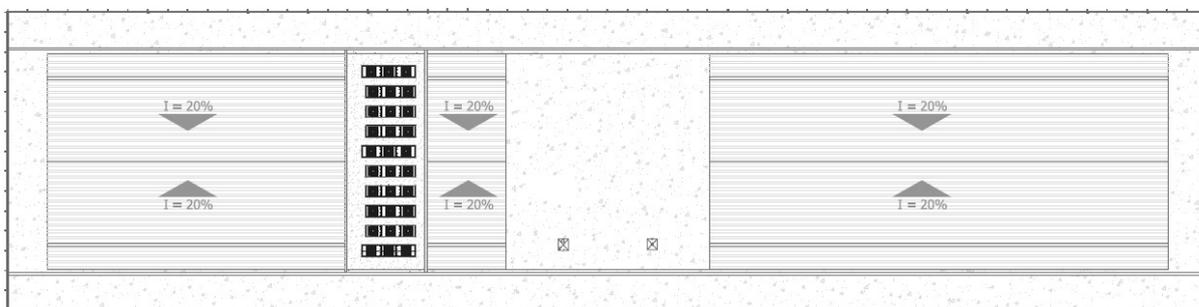


Figura 19 – Sede MPPR. Cobertura.
Fonte: MPPR (2018). Adaptado pelo Autor.

A cobertura é ladeada por área de laje impermeabilizada, solução que se repete na área do vão central e na área técnica onde estão localizadas as condensadoras do sistema VRF de ar condicionado. As demais áreas possuem dividindo o prédio no sentido longitudinal em duas águas furtadas, conforme a figura 20, abaixo.



**Figura 20 – Foto Cobertura Sede MPPR.
Fonte: Acervo MPPR (2018).**

A área total de cobertura soma 710 m² na área de telha e 700 m² de área de laje impermeabilizada. Ou seja, 1.410 m² de cobertura total.

4.4 PERFIL DE CONSUMO

Segundo dados do Portal da Transparência do Ministério Público (2018), no último ano, 2017, a instituição gastou R\$ 58.348,12 (cinquenta e oito mil trezentos e quarenta e oito reais e doze centavos) com fornecimento de água e tratamento de esgoto. O consumo médio, no ano todo de 2017, foi de aproximadamente 365 m³, conforme o gráfico 3, abaixo:

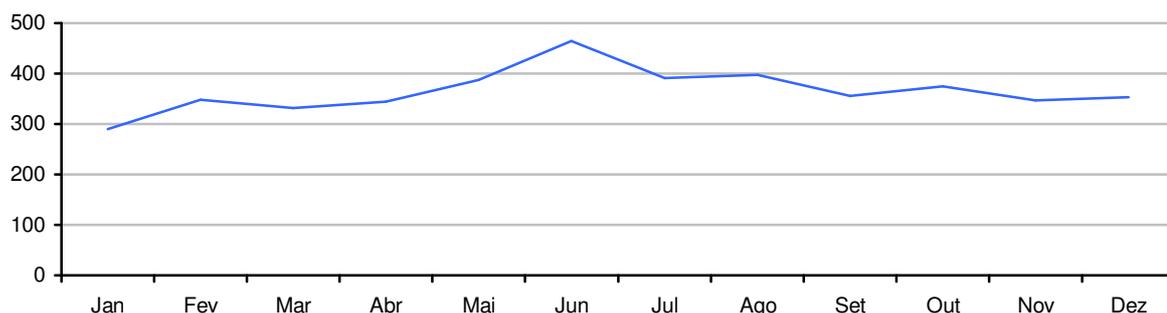


Gráfico 3 – Consumo de água em m³ na Sede MPPR (2017).
Fonte: MPPR (2018). Adaptado pelo Autor.

Nota-se que o mês com maior consumo foi Junho, com 464 m³, em comparação com Janeiro, com 290 m³.

No período de Janeiro a Abril de 2018, o consumo médio foi de 352 m³, acima dos 328 m³ do mesmo período no ano anterior, o que demonstra uma tendência de crescimento do consumo ano a ano. A média dos primeiros anos é inferior a média geral do ano, tendo em vista as férias dos meses de Dezembro e Janeiro.

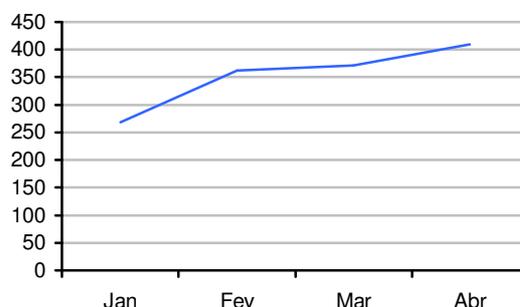


Gráfico 4 – Consumo de água em m³ na Sede MPPR (Jan – Abril 2018).
Fonte: MPPR (2018). Adaptado pelo Autor.

A água proveniente da rede pública de abastecimento, distribuída pela SANEPAR, é utilizada basicamente em três atividades fins no prédio do MPPR: utilização em sanitários, utilização para limpeza geral do prédio e utilização em preparo de cafés e chás. A ingestão de água para consumo direto se dá exclusivamente por garrafas de água – individuais ou galões coletivos.

Dentre usos supracitados, a análise para o aproveitamento de água da chuva se dá sob foco na utilização em sanitários, especialmente nas descargas de vasos sanitários e mictórios. Neste prisma, a análise do consumo de água no prédio do MPPR se restringiu a este espectro.

Para embasar o perfil de consumo, além de considerar os 614 pessoas que diariamente trabalham na Sede do MPPR, é importante considerar um percentual de “população eventual”, qual seja, aquelas que esporadicamente utilizam o prédio – seja para atendimento, eventos, entre outros. Para o estudo de caso em questão, considerando que nenhum uso do prédio, dentro do organograma institucional, se caracteriza por destacado atendimento ao público em geral, utilizou-se a variável de 10% da população fixa do prédio como a variável esporádica. Deste modo, o número de pessoas estimado que eventualmente utilizam o prédio, por dia, para efeitos de análise de consumo, é de 61 pessoas.

Com isso, é possível levantar a quantidade de 675 pessoas que diariamente demandam consumo de água na edificação objeto deste estudo.

4.4.1 Consumo proveniente da utilização de sanitários

Comparando a quantidade de pessoas, a frequência de utilização dos sanitários, o tempo de acionamento das válvulas de descarga de vasos sanitários e mictório, bem como as respectivas vazões, é possível estimar o consumo exclusivo da utilização em sanitários.

Para tanto, foi realizada pesquisa quantitativa com questionário a fim de reunir dados que embasassem o padrão de consumo do usuário do prédio. A amostra utilizada foi não probabilística, com 32 pessoas, consultando todas as categorias de usuários (membros, servidores, terceirizados, estagiários e público eventual), homens e mulheres, na proporção apresentada no perfil da edificação. A finalidade foi de identificar a quantidade de acionamento de descargas por dia e o tempo de acionamento de cada uma delas. Como resultado, os gráficos:

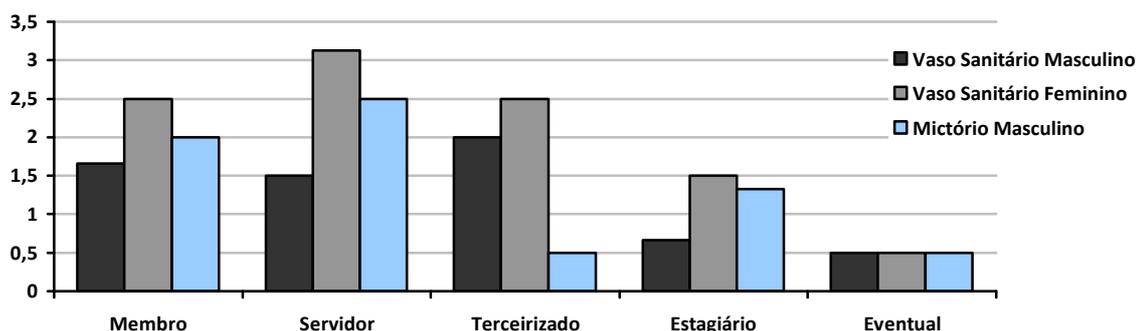


Gráfico 5 – Acionamento de descarga por dia - Sede MPPR.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Nota-se que a quantidade de acionamento de descarga diário está relacionado ao período em que cada categoria permanece no prédio. Porém, proporcionalmente ao tempo de uso, os estagiários apresentam maior frequência de acionamento. Membros, servidores e estagiários tiveram similaridade na proporção de acionamento sendo a descarga dos vasos sanitários feminino a maior porção.

No caso dos terceirizados, a justificativa provável para o baixo número de acionamento de descarga de mictórios pode se dar pelo fato do banheiro masculino do subsolo (comumente utilizado por esta categoria), não possuir este tipo de equipamento.

Ainda, foi realizado o mesmo procedimento para estimar o tempo de acionamento de das válvulas de descarga, nos mesmos padrões comparativos:

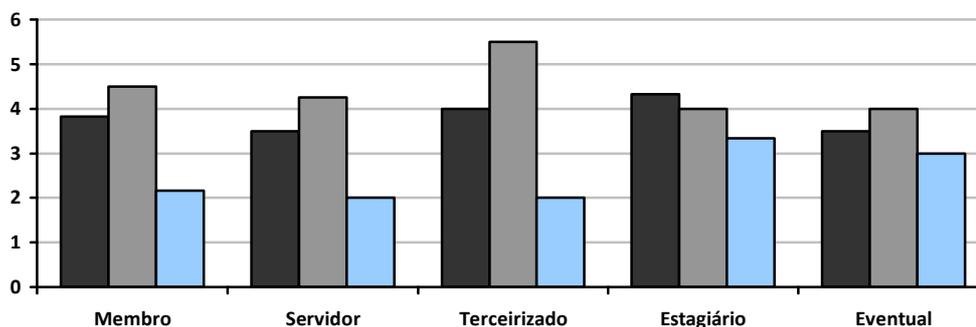


Gráfico 6 – Tempo de acionamento de descarga (segundos) - Sede MPPR.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Novamente percebe-se similaridade entre os resultados de membros e servidores. Terceirizados, que utilizam banheiro de funcionários, apontaram maior

tempo de acionamento nos banheiros femininos – indicando possibilidade de problemas naquelas válvulas de descarga.

Diante dos dados coletados, comparando com a vazão dos vasos sanitários e mictórios, é possível calcular uma estimativa de consumo de água potável exclusiva dos sanitários da Sede do MPPR, conforme a tabela a seguir:

Tabela 5 – Consumo Estimado Vasos Sanitários e Mictórios Sede MPPR (2018)

		Quantidade	Acionamento / dia		Tempo Acionam. (s)		Vazão (L/s)		Total (L)
			Vaso	Mictório	Vaso	Mictório	Vaso	Mictório	
Membros	Homem	67	1,66	-	3,83	-	1,8	-	766,75
			-	2	-	2,16	-	0,15	43,42
	Mulher	22	2,5		4,5	-	1,8	-	445,50
Servidores	Homem	203	1,5	-	3,5	-	1,8	-	1918,35
			-	2,5	-	2	-	0,15	152,25
	Mulher	165	3,13		4,25		1,8		3950,84
Terceirizados	Homem	12	2	-	4	-	1,8	-	172,80
			-	0,5	-	2	-	0,15	1,80
	Mulher	34	2,5		5,5		1,8		841,50
Estagiários	Homem	74	0,66	-	4,33	-	1,8	-	380,66
			-	1,33	-	3,33	-	0,15	49,16
	Mulher	37	1,5		4		1,8		399,60
Público Eventual	Homem	36	0,5	-	3,5	-	1,8	-	113,40
			-	0,5	-	3	-	0,15	8,1
	Mulher	25	0,5		4		1,8		90,00
Consumo médio diário vinculado a descarga sanitária									9.334,13 l/dia

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Deste modo, estimamos que 9,33 m³/dia representem o equivalente ao uso em válvulas de descargas no prédio do MPPR – ou seja, poderiam ser utilizado com aproveitamento de água de chuva. Por mês, considerando que a utilização se dá por dias úteis – considerando a média de 22 dias úteis mensais – o total representaria aproximadamente 205 m³/mês. Com isso, é possível analisar o percentual médio significativo deste consumo na média mensal de consumo de água, conforme o gráfico:

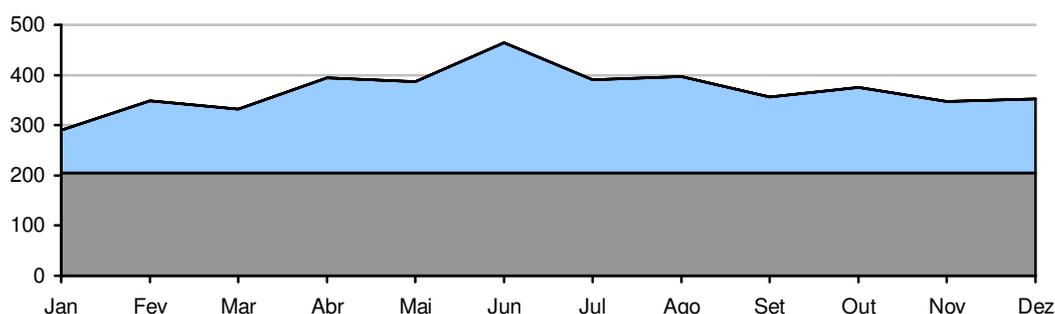


Gráfico 7 – Comparativo entre a média de consumo de água e o equivalente ao consumo proveniente de descargas sanitárias.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Nota-se que apenas no mês de Junho o consumo de água não proveniente da estimativa de descarga de vasos sanitários e mictórios ficou acima dos 205 m³ estimados. Uma possível justificativa seria pelo fato de eventualmente o MPPR promover eventos abertos a comunidade externa (posse de procuradores, palestras, etc) onde, conseqüentemente, aumenta consideravelmente o público habitual e o consumo de água.

4.5 POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

De acordo com a NBR 15527:2007, o potencial de captação do volume de água de chuva de determinada superfície pode ser estimado de acordo com a seguinte equação:

$$V_{\text{pot. Capt.}} = P \times A \times C \times \eta$$

Onde:

P = índice pluviométrico local

A = área de captação da cobertura analisada

C = coeficiente de escoamento superficial

η = eficiência do sistema de captação considerando o dispositivo de descarte das águas iniciais (não aplicado no caso em análise).

Ou seja, aplicando ao caso do MPPR, o volume potencial de captação é definido utilizando-se a média do índice pluviométrico dos últimos 10 anos, conforme tabela 2, capítulo 3, 1.676 mm/ano. Ainda, considerando o coeficiente superficial de 0,9, para a área de telha metálica, tendo em vista que este tipo não absorve água, está reclusa na área do prédio e permite aproveitamento de toda água escoada nela,

apresentando apenas perda de evaporação. E coeficiente superficial de 0,80 padrão utilizado na tabela de coeficiente superficial de Runoff.

$$V_{\text{pot. Capt.}} = 1676 \times [(710 \times 0,9) + (700 \times 0,8)]$$

$$V_{\text{pot. Capt.}} = 2.009 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Aplicando-se a fórmula na média mensal de precipitação, têm-se os volumes potenciais de captação mensais, conforme a tabela abaixo:

Tabela 6 – Potencial de Captação de Águas Pluviais (2018)

	Média Pluviométrica 2008 - 2017	Volume Potencial de Captação 2008 - 2017
Janeiro	193,9 mm	232 m ³
Fevereiro	183,4 mm	220 m ³
Março	137,8 mm	165 m ³
Abril	108 mm	129 m ³
Maio	97,6 mm	117 m ³
Junho	145,9 mm	175 m ³
Julho	119,7 mm	144 m ³
Agosto	103,9 mm	125 m ³
Setembro	142,2 mm	170 m ³
Outubro	156,6 mm	188 m ³
Novembro	138,1 mm	166 m ³
Dezembro	148,9 mm	179 m ³
TOTAL	1676 mm	2009 m ³

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O mês com menor potencial de captação de água de chuva é Maio, coincidindo com o mês que na média pluviométrica dos últimos 10 anos apresentou o menor índice.

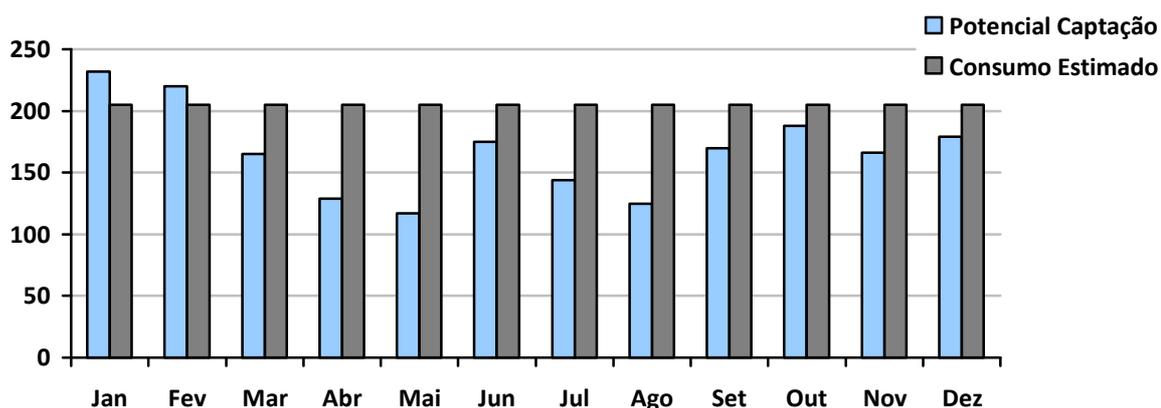


Gráfico 8 – Comparativo entre o potencial de captação da cobertura e o consumo estimado proveniente de descargas sanitárias.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Percebe-se que apesar de apenas Janeiro e Fevereiro apresentarem potencial de captação maior do que a demanda estimada de 205 m³ de água potável utilizada nas descargas das instalações sanitárias do prédio, todos os outros meses apresentaram ao menos 50% na comparação entre ambos.

4.5.1 Potencial de economia de água potável

O potencial mensal de economia de água potável pode ser determinado comparando o volume mensal de água captada pela demanda mensal analisada, de acordo com a metodologia (GHISI, 2011), conforme a equação:

$$P_{EAP} = V / D_{AP} \times 100$$

Onde:

P_{EAP} é o potencial de economia de água (%);

V é o volume mensal de água de chuva captada (m³);

D_{AP} é a demanda mensal de água potável analisada (m³).

Deste modo, tem-se para o caso em análise os seguintes resultados:

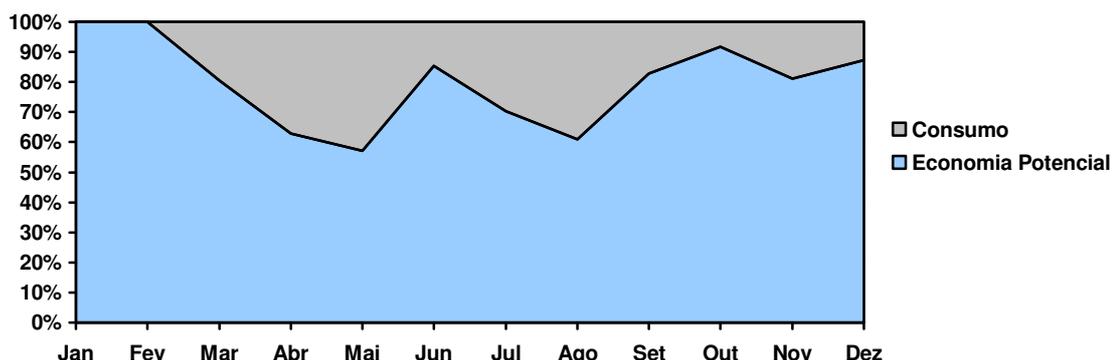


Gráfico 9 – Percentual de economia potencial mensal.
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Considerando o volume potencial de captação e a demanda estimada, tem-se economias superiores a 60% em 11 meses do ano. Maio é o mês com menor potencial de economia de água potável, 57%. Nos dois primeiros meses, toda a demanda de consumo poderia ser suprida pela captação de água pluvial. A média anual de economia no consumo para a finalidade em análise seria de 80%.

4.6 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Para tornar o sistema de captação de água de chuva viável, o dimensionamento do reservatório é importante considerando a demanda e o potencial de captação em função do índice pluviométrico local.

Por conta disso, para racionalizar o dimensionamento do reservatório, foram utilizados três métodos de cálculos explanados no capítulo 2, quais sejam: Método Azevedo Neto, Método Prático Alemão e Método Prático Inglês.

4.6.1 Método Azevedo Neto

Sendo:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

Temos:

$$V = 0,042 \times 1676 \text{ mm} \times 1410 \text{ m}^2 \times 1$$

$$V = 99 \text{ m}^3$$

4.6.2 Método Prático Alemão

Neste caso, estimando que o volume anual de precipitação aproveitável é menor que o volume anual de consumo, considera-se:

$$V = V_{\text{pot. Capt}} \times 0,06$$

$$V = 1.070 \times 0,06$$

$$V = 120 \text{ m}^3$$

4.6.3 Método Prático Inglês

Sendo:

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Temos:

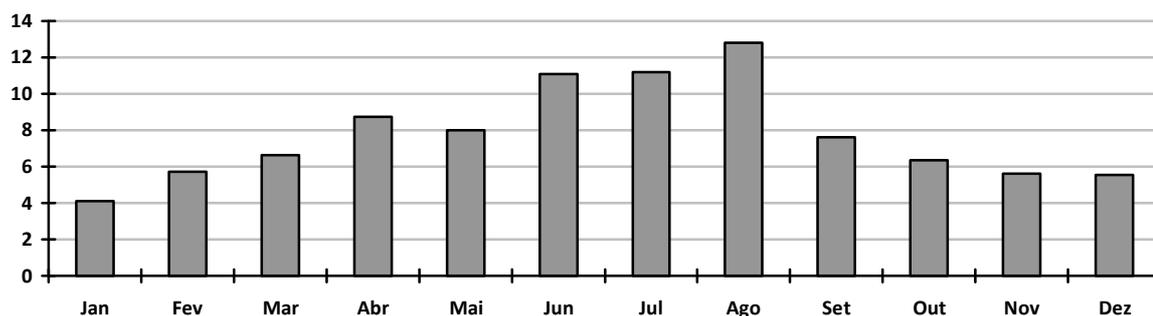
$$V = 0,05 \times 1676 \times 710$$

$$V = 118 \text{ m}^3$$

4.6.4 Comparativo

Utilizando-se a média entre os três métodos de cálculo, temos que o dimensionamento do reservatório deverá ser de 112 m³. Considerando o volume diário de 9,33 m³ estimado, temos que o reservatório proposto teria capacidade de fornecer água para fins não potáveis, especificamente nas descargas de vasos sanitários e mictórios pelo período de 12 dias ininterruptos sem reposição – ou seja, sem novas chuvas.

Ainda, é importante considerar o estudo elaborado por Margolaine Giacchini (2010), no qual estabelece o número máximo de dias sem chuva para Curitiba, resumido no gráfico a seguir:



**Gráfico 10 – Máximo de dias sem chuvas por mês – Giacchini (2010).
Fonte: Elaborado pelo Autor.**

Nota-se, que Agosto é o mês com mais dias sem chuvas, ou seja, de período mais seco – pouco mais de 12 dias. Considerando o volume do reservatório calculado, ainda que todos os dias sem chuva fossem seqüenciais mensalmente, o volume proposto garantiria a autossuficiência do abastecimento.

Entretanto, há que se considerar que o reservatório de 112 m³ além de necessitar de uma área grande para sua implantação, possuir um alto custo para execução, não será integralmente ocupado durante o ano todo. Deste modo, analisando a tendência dos máximo de dias sem chuvas, parece razoável utilizar a média dos dias máximos de chuva – 8 dias. Ainda, considerando que a demanda de consumo no prédio do MPPR se dá de segunda a sexta, este número poderia ser reduzido em 2 dias (sábado e domingo sem consumo), sendo sugerido, finalmente, reservatório para atender até 6 dias de consumo sem reposição.

Com isso, o reservatório poderia ser reduzido para o volume de:

$$V = D_{\text{cons}} \times \text{MDS}$$

Sendo:

D_{cons} : Demanda de consumo diário

MDS: Máximo de dias sem chuva

$$V = 9,33 \text{ m}^3 \times 6 \text{ dias}$$

$$V = 55 \text{ m}^3$$

Com isso, tem-se que o dimensionamento final proposto do reservatório seja de 55 m³.

4.7 SUGESTÃO DE IMPLANTAÇÃO DE RESERVATÓRIO

O sistema indicado para o tipo de uso e captação especificamente no estudo de caso analisado dispõe de um reservatório superior e um reservatório inferior, conforme a imagem:

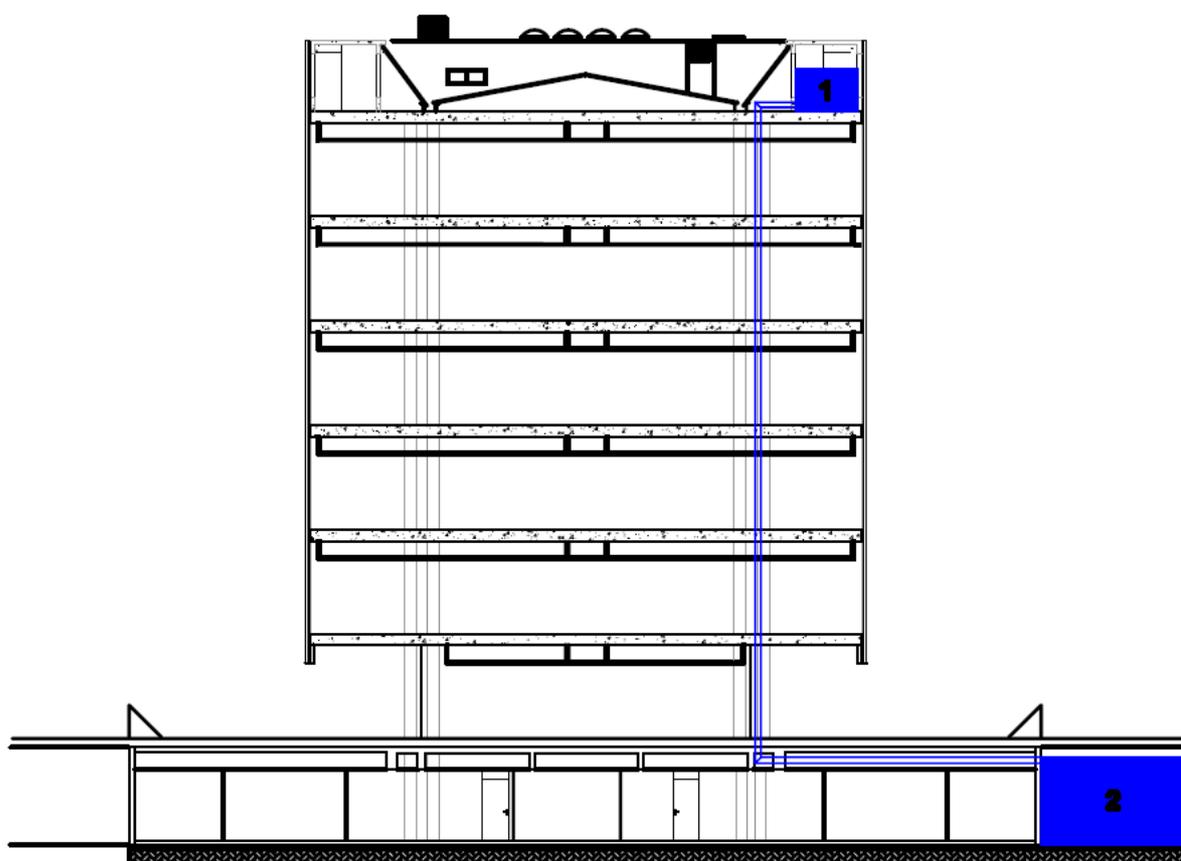


Figura 21 – Locação proposto para Reservatórios – Sede MPPR.
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

O reservatório superior (1) possui volume igual à demanda diária ($9,33 \text{ m}^3$). No caso específico da Sede do MPPR, poderia ficar locado numa das extremidades, próximas aos pilares, e possuir dimensões sugeridas de $1,5\text{m} \times 2,1\text{m} \times 3,0\text{m}$. O reservatório inferior (2) fica semi enterrado e possui volume igual a 45 m^3 em dimensões sugeridas de $3,0\text{m} \times 5,0\text{m} \times 3,0\text{m}$.

O sistema de captação e distribuição ainda prevê a adaptação da cobertura para acondicionamento da água pluvial e conta com filtro, bomba a fim de levar a água armazenada no reservatório (2) para o (1), sistema para distribuição da água a partir de novo reservatório superior, adaptação dos pontos de distribuição da água

(descargas de vasos sanitários e mictórios) – sempre em circuitos separados da água fornecida pela rede de abastecimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A utilização de águas pluviais para fins não potáveis, quando dimensionado de forma criteriosa, observando as características locais, evitando a implantação de projetos inadequados, apresenta-se uma alternativa viável também para Órgãos Públicos.

A aplicação do sistema de captação de água de chuva especificamente para o caso do Ministério Público do Estado do Paraná foge da metodologia comumente aplicada neste tipo de análise, considerando que o padrão de consumo deste tipo de edificação é bastante específico.

O fato do consumo não ser contínuo ao longo do mês – tendo em vista o expediente de segunda a sexta-feira, permite ao cálculo do reservatório ganhe 2 dias de reabastecimento.

Ainda, o fato de que a edificação apresenta dois tipos de coberturas – laje impermeabilizada e telha metálica – com potencial de captação de água de chuva, fez com que a fórmula do volume potencial de captação fosse adaptada para a realidade do objeto estudado.

Quanto ao dimensionamento de reservatório proposto, considerando os dias sem chuvas é possível perceber que ao longo do mês, e conseqüentemente do consumo de água do reservatório, este será reabastecido. Ainda assim, mesmo que os dias sem chuva ocorram sequencialmente, nota-se que o período de desabastecimento do consumo por água pluvial no prédio será de no máximo 4 dias, em Agosto, e 3 dias em Junho e Julho, conforme a tabela abaixo:

Tabela 7 – Potencial de abastecimento do reservatório proposto (55 m³) nos máximos dias sem chuva sequenciais (2018)

	Volume Potencial de Captação no Reservatório	Média de Máximos Dias Sem Chuva	Diferença entre o potencial de abastecimento (8 dias) e o MDS
Janeiro	232 m ³	4,09	-3,91
Fevereiro	220 m ³	5,72	-2,28
Março	165 m ³	6,63	-1,37

Abril	129 m ³	8,72	+0,72
Maio	117 m ³	8,00	0
Junho	175 m ³	11,09	+3,09
Julho	144 m ³	11,18	+3,18
Agosto	125 m ³	12,81	+4,81
Setembro	170 m ³	7,63	-0,37
Outubro	188 m ³	6,36	-1,64
Novembro	166 m ³	5,63	-2,37
Dezembro	179 m ³	5,54	-2,46

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Ainda, é possível prever economia anual de em média 80% no consumo de água potável para a finalidade de descargas de vasos sanitários e mictórios.

Estimando a economia em termos financeiros, se comparada com os gastos do ano de 2017, economia seria de 50%, conforme a tabela abaixo:

Tabela 8 – Análise dos Custos com e sem Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial

	Média Consumo Total/mês m ³	Média do Consumo Estimado c/ Descarga /mês	Custo Anual c/ SANEPAR
Sem Aproveitamento de Água Pluvial	328 m ³	205 m ³	R\$ 58.348,00
Com Aproveitamento de Água Pluvial	164 m ³	41 m ³	R\$ 29.174,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Percebe-se que o potencial de sistemas de aproveitamento de água de chuva se torna mais viável quando o consumo de água não potável é elevado, como o caso estudado. Porém, resultados mais efetivos devem vir juntamente com programas de mudanças nos hábitos da população. É de fundamental importância a aplicação de ações de uso racional de água, juntamente com tecnologias que possuem o mesmo fim. Substituições de válvulas simples por de duplo acionamento, ou, ainda, válvulas de ciclo fechado, por exemplo, podem e devem ser aplicadas.

Além de ser uma solução de abastecimento, o volume de água de chuva coletado – em média 167 m³/mês – deixam de ser lançados para a rede de água pluvial, diminuindo a pressão deste sistema.

Ainda, o estudo veio de encontro com o Projeto de Lei do Senado nº 191 – que obriga que prédios públicos instalem sistemas de aproveitamento de água de chuva – indicando ser viável a aplicação do sistema desde que a região apresente precipitação compatível com o volume estimado do consumo.

Além das questões ambientais, é essencial que instituições públicas apliquem conceitos e práticas sustentáveis em suas edificações e hábitos de consumo. Especialmente no âmbito do Ministério Público, que é uma instituição reguladora e fiscalizadora em todas as esferas.

5.2 SUGESTÃO PARA PESQUISAS FUTURAS

A proposta desse trabalho envolve o estudo de hábitos de consumo e potencialidade de aplicação de sistema de aproveitamento de água pluvial para a Sede do MPPR em Curitiba. Ficou evidente a viabilidade a partir das condicionantes levantadas.

Desta forma, uma sugestão seria a de estudos para a efetiva instalação do sistema na edificação proposta, com levantamento de custos e análise potencial do tempo de retorno do investimento realizado.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15527/2007: Água de Chuva – Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fins Não Potáveis** - Requisitos”. 8 p. Rio de Janeiro, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Águas no Mundo**. Disponível em <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/agua-no-mundo>>. Acesso em 20 de março de 2018a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Quantidade de Água**. Disponível em <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em 20 de março de 2018b.

AGÊNCIA BRASIL. **Municípios Brasileiros em Situação de Estiagem em 2017**. Disponível em <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-03/mais-de-850-municipios-brasileiros-enfrentam-problemas-por-falta-de-agua-em>>. Acesso em 20 de março de 2018.

AGENDA 21, 2001. **Guia Agenda 21 Paraná Empresarial** -Agenda 21 Global, Capítulo 18, item 18.56, página 160- Disponível em <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/agenda21/Guia_agenda_21_para_web.PDF>. Acesso em 20 de março de 2018.

AMBIENTE BRASIL. **Ambiente Saneamento**. Disponível em <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/saneamento/abastecimento_de_agua/o_ciclo_hidrologico.html>. Acesso em 15 de março de 2018.

AMBIENTE BRASIL. **Declaração Universal dos Direitos da Água**. Disponível em <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/declaracao_universal_dos_direitos_da_agua/declaracao_universal_dos_direitos_da_agua.html>. Acesso em 15 de março de 2018.

CARDOSO, C. E. N. **Aproveitamento de Água de Chuva para Fins Não Potáveis**. Trabalho de Graduação– Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais). **Coisas que Você Deve Saber sobre a Água**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Coisas-que-Voce-Deve-Saber-sobre-a-Agua-1084.html>>. Acesso em 15 de março de 2018.

CURITIBA. **Lei Municipal n. 10.785/2003**. Cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/2003/1078/10785/lei-ordinaria-n-10785-2003-cria-no-municipio-de-curitiba-o-programa-de-conservacao-e-uso-racional-da-agua-nas-edificacoes-purae>>. Acesso em: 10 de maio de 2018.

DEEPASK – Indicadores da Sua Cidade. **Consumo de Água para Curitiba.** Disponível em <<http://www.deepask.com/goes?page=curitiba/PR-Consumo-de-agua:-Veja-indicadores-da-sua-cidade>>. Acesso em 04 de abril de 2018.

ECYCLE. **Reuso de Água e Aproveitamento de Água das Chuvas.** Disponível em <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/43-drops-agua/2629-diferenca-reuso-de-agua-reaproveitamento-agua-das-chuvas-residuarias-aproveitamento-cloro-norma-aplicacao-calculo-potavel-indireto-nao-planejado-cemiterios-refrigeracao-campos-de-golfe-marinhos-tipos-aquiferos-intrusao-lavagem-veiculos.html>>. Acesso em 21 de março de 2018.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Guia Prático do Referencial da Qualidade Ambiental do Edifício – Edifícios Não Residenciais.** Disponível em <<https://vanzolini.org.br/aqua/wp-content/uploads/sites/9/2016/10/GP-AQUA-HQE-NR-QAE-emConstruc%CC%A7a%CC%83o.pdf>>. Acesso em 04 de abril de 2018.

GIACCHINI, Margolaine. **Coleta e Uso de Água da chuva.** Notas de aula. Curso de Especialização em Construções Sustentáveis. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2016.

GIACCHINI, Margolaine. **Estudo Quali-quantitativo do aproveitamento de água de chuva no contexto da sustentabilidade dos recursos hídricos.** Curitiba: Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná. 2010.

HAGEMANN, Sabrina E. **Avaliação da Qualidade da Água da Chuva e da Viabilidade de sua Captação e Uso.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Disponível em <<http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7715/HAGEMANN,%20SABRINA%20ELICKER.pdf>>. Acesso em 24 de março de 2018.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). **Estações Convencionais – Gráficos.** Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf/>. Acesso em 09 de abril de 2018.

KAMMERS P., LAMBERTS R., GHISI E. **Usos Finais de Água em Edifícios Públicos: Estudo de Caso em Florianópolis – SC.** Projeto de Extensão. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2004. Disponível em <<http://www.labeee.ufsc.br/node/478>>. Acesso em 04 de abril de 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Mapas de Precipitação.** Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo2/mapasPrecipitacao>>. Acesso em 24 de março de 2018.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ. **Despesas com Serviços de Fornecimento de Água e de Tratamento de Esgoto – 2017** <http://www.transparencia.mppr.mp.br/arquivos/File/lic_contr_conv/prestadores_servicos/2017/dezembro/2017_AGUA_ESGOTO.pdf> Acesso em: 12 de maio de 2018.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ. **Planejamento Estratégico**. <http://www.mppr.mp.br/arquivos/File/subplan/PlanoEstrategico_MPPR.pdf> Acesso em: 8 de maio de 2018.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ. **Acervo Departamento de Engenharia e Arquitetura**. Curitiba, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração dos Direitos da Água**. In: Biblioteca virtual de direitos humanos da Universidade de São Paulo (USP) [online]. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>>. Acesso em: 14 de abril de 2018.

OWLCATION. **Why Water Is Important to Life**. Disponível em <<https://owlcation.com/stem/The-Importance-of-Water-to-Life>>. Acesso em 15 de março de 2018.

PROJETO DE LEI DO SENADO Nº 191, DE 2013. **Senado Federal – Atividade Legislativa**. Disponível em <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/112744>>. Acesso em 04 de abril de 2018.

SANTOS, Pedro. EHowBrasil. **Artigo Online: A Importância da água da Chuva**. Disponível em <http://www.ehow.com.br/importancia-agua-chuva-info_150837/>. Acesso em 15 de março de 2018.

SEBRAE. **Mercados: Sustentabilidade – Desperdício de Água**. Disponível em <<http://www.sebraemercados.com.br/sustentabilidade-desperdicio-de-agua/>>. Acesso em 16 de março de 2018a.

SEBRAE. **Mercados: Sustentabilidade – Reuso de Água**. Disponível em <<http://www.sebraemercados.com.br/sustentabilidade-reuso-de-agua/>>. Acesso em 16 de março de 2018.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (Governo do Estado do Paraná). **Paraná**. Disponível em <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=113>>. Acesso em 23 de março de 2018.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Aproveitamento de Água de Chuva de Baixo Custo para Residências Urbanas**. Disponível em <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>>. Acesso em 23 de março de 2018.

SIENGE, 2018. Disponível em <<https://www.sienge.com.br/blog/selos-de-sustentabilidade-agregando-valor-as-suas-obras/>>. Acesso em 04 de abril de 2018.

SILVA, Daniel. **Aproveitamento de Água de Chuva Através de um sistema de Coleta com Cobertura Verde: Avaliação da Qualidade da Água Drenada e Potencial de Economia de Água Potável** (Monografia). – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2014. Disponível em <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://monografias.poli.ufrj>>

.br/monografias/monopoli10009251.pdf&gws_rd=cr&dcr=0&ei=oL_KWvCTNIH-wQTj5LKACw>. Acesso em 04 de abril de 2018.

SIMEPAR. **Boletim Climatológico 2018**. Disponível em <http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/timeline/boletim_climatologico>. Acesso em 23 de março de 2018.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS (SNIRH). **Panorama Balanço Hídrico Quantitativo Brasil 2017-2018**. Disponível em <<http://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=ac0a9666e1f340b387e8032f64b2b85a>>. Acesso em 23 de março de 2018.

UNESCO & WWAP (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) & World Water Assessment Programme). **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018 – Soluções Baseadas na Natureza para a Gestão da Água (Resumo Executivo)**. Disponível em <<http://unesdoc.unesco.org/images/0026/002615/261594por.pdf>>. Acesso em 20 de março de 2018.

WEATHER SPARK. **Condições Meteorológicas Médias de Curitiba Brasil**. Disponível em <<https://pt.weatherspark.com/y/29910/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Curitiba-Brasil-durante-o-ano#Sections-Clouds>>. Acesso em 20 de março de 2018.